

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
технічного сервісу та інженерного
менеджменту імені
М. П. Момотенка

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ

«_____» _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему «Розробка технології технічного обслуговування зернозбиральних
комбайнів ФГ «Тікич» Київської області» _____

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

_____ К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Сівак Ігор Миколайович
(підпис) (ПІБ)

Керівник дипломного проекту бакалавра

_____ К.Т.Н., доц. _____

Євтушенко Володимир Дмитрович

Виконав _____

Ілляшенко Федір Федорович

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технічного сервісу та інженерного менеджменту

імені М. П. Момотенка

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

(ПІБ)

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Ілляшенку Федору Федоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Розробка технології технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів ФГ «Тікич» Київської області»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» 11 2024 р. № 2098 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 20 травня 2025 року

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра Матеріали первинного бухгалтерського обліку, нормативно-методичні матеріали, науково-технічна література

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Характеристика господарства ФГ «Тікич» Київської області
2. Аналіз існуючих методів та засобів технологічних операцій машиновикористання вирощування пшениці в ФГ «Тікич»
3. Розрахунок основних параметрів обслуговуючої майстерні
4. Конструктивна частина
5. Економічне обґрунтування проєкту
6. Охорони праці

Перелік графічних документів: електронна презентація на 14 слайдів

Дата видачі завдання «26» листопада 2024 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Володимир ЄВТУШЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Федір ІЛЛЯШЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Ключові слова: машинно-тракторний парк, надійність, стратегія ремонту, технічний сервіс, ремонтна майстерня, інформаційна модель, профілактичний ремонт, капітальний ремонт.

Робота включає в себе шість розділів. В першому розділі розглянуто машинно-тракторний парк сільськогосподарських підприємств на сучасному етапі розвитку АПК, проаналізовано надійність машин, та стан технічного сервісу і обґрунтовано задачі досліджень.

В другому розділі розглядається оцінка факторів, що визначають рівень технічної експлуатації та надійності тракторів і зернозбиральних комбайнів.

В третьому розділі наводяться програма і загальні методи дослідження. Методи збору та обробки первинної інформації, визначення збитків від простоїв техніки, застосування експертних оцінок.

В четвертому розділі розглядаються питання дослідження відмов тракторів і комбайнів та їх значення для споживача, комплексна оцінка рівня технічної експлуатації тракторів та зернозбиральних комбайнів, обґрунтування раціональної стратегії ремонтів тракторів.

В п'ятому розділі розглянуто питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В шостому розділі представлені техніко-економічні розрахунки з ефективності реалізації запропонованих заходів.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІТИЧНО ПРОВЕСТИ ОЦІНКУ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	8
1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	8
1.1 Машинно-тракторний парк сільськогосподарських підприємств на сучасному етапі розвитку АПК	8
1.2 Характеристика надійності машин	14
1.3 Технічний сервіс сільськогосподарських машин.....	16
1.4 Зниження втрат від дефіциту техніки	21
1.5 Мета та задачі досліджень	26
1. АНАЛІТИЧНО ПРОВЕСТИ ОЦІНКУ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	27
2. ОЦІНКА ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ РІВЕНЬ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....	27
2.1 Показники безвідмовності і довговічності техніки.....	27
2.2 Показники ремонтпридатності трактора на прикладі гідравлічної системи.....	29
3. ПРОГРАМА І ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	39
3.1 Програма роботи	39
3.2 Методи збору та обробки первинної інформації	41
3.3 Визначення збитків від простоїв техніки	44
3.4 Застосування експертних оцінок.....	48
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	55
4.1 Відмови тракторів і комбайнів та їх значення для споживача.....	55

4.2	Комплексна оцінка рівня технічної експлуатації тракторів та зернозбиральних комбайнів.....	56
4.3	Обґрунтування раціональної стратегії ремонтів тракторів.....	62
4.3.1	Види та характеристики ремонтів	62
4.3.2	Техніко-економічна модель відновлення машин в процесі експлуатації.....	65
4.4	Розроблення річного графіка завантаження майстерні	74
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	79
5.1	Охорона праці в ФГ «Тікич»	79
5.2	Аналіз умов праці та пожежної безпеки в ремонтній майстерні.....	80
5.3	Заходи поліпшення умов праці в майстерні	82
5.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях. Евакуація населення у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій	88
6.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ	91
	ОСНОВНІ ВИСНОВКИ	100
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103

ВСТУП

В теперішній час сільське господарство знаходиться в важкому становищі. Це особливо впливає на механізацію та електрифікацію села. У зв'язку з катастрофічним падінням поставок техніки через відсутність коштів у сільськогосподарських товаровиробників різко збільшилось навантаження на машини.

Різке збільшення випуску машин в найближчі роки навряд чи реальне. Організація системи прокатних пунктів машин не дає значних позитивних результатів в зв'язку з малою надійністю (хто дасть складну не надійну техніку в чужі руки на неділю-дві, щоб потім її стільки ж часу ремонтувати).

В той же час, в умовах переходу АПК України до ринкових відносин при гострому дефіциті сільськогосподарської техніки, старіння, зниження показників надійності, першорядне значення набуває інтенсивна експлуатація машинно-тракторного парку. Це може бути здійснено спеціалізованими підприємствами, що забезпечують багатофункціональний технічний сервіс, надання різних послуг сільськогосподарським виробникам.

Додатковим та досить важливим фактором є розпаювання колгоспів та радгоспів, створення великої кількості фермерських та інших господарств, наполовину позбавлених сільськогосподарських машин і транспорту, а значить практично не функціонуючих.

В сучасних умовах розвитку ринкових відносин проблема ефективності складних сільськогосподарських машин набуває особливо великого значення і, перш за все, повинні бути розроблені заходи спрямовані на виявлення і вдосконалення факторів, що характеризують використання техніки.

Дана робота присвячена вивченню впливу технічної експлуатації тракторів і зернозбиральних комбайнів на їх надійність і розробці пропозицій щодо поліпшення використання мобільних засобів в ринковому середовищі сільськогосподарського виробництва.

В зв'язку з цим **метою проекту** є - вивчення впливу експлуатаційної надійності зернозбиральних комбайнів на ефективність їх використання, і вироблення заходів щодо її підвищення і зниження потреби в техніці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Аналітично провести оцінку факторів, що впливають на експлуатаційну надійність тракторів і зернозбиральних комбайнів.
2. Залежно від призначення машини розглянути методи оцінки збитку від простоїв тракторів та комбайнів.
3. Обґрунтувати раціональну стратегію ремонту тракторів, з урахуванням сучасних умов їх використання в експлуатації.
4. Розглянути організаційні заходи з удосконалення використання машинно-тракторного парку для умов господарства.
5. Провести техніко-економічну оцінку результатів досліджень.

Об'єкт дослідження – експлуатаційна надійність тракторів та зернозбиральних комбайнів.

Предмет дослідження – організаційні та технологічні заходи з підвищення експлуатаційної надійності тракторів та зернозбиральних комбайнів.

Методика досліджень – Системний аналіз, експертний метод, статистичний аналіз, теорія випадкових процесів, математичне моделювання.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Машинно-тракторний парк сільськогосподарських підприємств на сучасному етапі розвитку АПК

Агропромисловий комплекс (АПК) є найважливішою складовою частиною економіки України, де виробляється життєво важлива для суспільства продукція, і зосереджений величезний економічний потенціал.

Стан АПК багато в чому визначається його матеріально-технічною забезпеченістю, яка залежить від обсягів придбання сільськогосподарської техніки, енергетичних та інших ресурсів [1].

За останнє десятиліття відбулося обвальне зменшення використовуваної сільськогосподарської техніки. За оцінками деяких вчених і фахівців, наявний машинно-тракторний парк сільських товаровиробників становить в даний час 50% від технологічно потрібного. При цьому знос більшості машин досягає 70-80%. [2,3,4,5].

Через дефіцит машин навантаження на них постійно зростає. Так, за 15 років обсяг робіт припадає на один середній трактор зріс майже на 80%, а на зернозбиральний комбайн - на 71%.

Техніка в господарствах не тільки зменшується чисельно, але й швидко застаріває. Так, майже 40% комбайнового парку служить більше 10 років. Схожа картина і по тракторах.

Через недостатню кількість зернозбиральних комбайнів, їх зношеність і низьку надійність сільські товаровиробники щорічно втрачають значну кількість зерна. Багато в чому це викликано використанням машин, які не отримали належного ремонтно-технічного сервісу [6].

Однією з основних причин неблагополучного положення з технічним оснащенням сільського господарства є незадовільний фінансово-економічний стан більшості сільськогосподарських підприємств країни.

Значне скорочення обсягів придбання машин і обладнання призвело до паралічу підприємств вітчизняного сільгоспмашинобудування, багато з яких практично зупинилися. Цьому значною мірою сприяло непродумана приватизація заводів-виробників техніки.

Загальна кількість комбайнів в Україні на кінець 2009 року [7] складала 86,86 тис. штук в тому числі: зернозбиральних комбайнів 54,04 тис.штук⁴ кукурудзозбиральних комбайнів 3,64 тис. штук; льонозбиральних комбайнів 0,8 тис. штук; картоплезбиральних 1,5 тис. штук; бурякозбиральних комбайнів 6,58 тис. штук; кормозбиральних комбайнів 17,3 тис. штук.

Зменшення і старіння парку машин призводить до зменшення оброблюваних площ, зниження родючості землі і врожайності культур.

Негативний вплив на виробництво сільськогосподарської продукції надає система ціноутворення на пально-мастильні матеріали, теплоенергію, електроенергію.

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва тісно пов'язане з розвитком агротехнічного обслуговування сільських товаровиробників. Цій проблемі, її спрямованості та організації виробничих процесів були присвячені багато наукових досліджень.

Ще в середині минулого століття вченими в роботах [8,9] були сформульовані основні закономірності раціонального використання машин. Ряд авторів [10,11,12] в свої роботах особливу увагу приділяли необхідності переведення системи обслуговування сільськогосподарської техніки на індустріальну основу. В роботі [13] автори багато уваги віддали вдосконалення ремонтного обслуговування машин.

До теперішнього часу заслуговують на увагу наукові розробки авторів в області діагностування машин [14] і скорочення капітальних ремонтів тракторів з використанням результатів ресурсного діагностування [15]. Важливий внесок в економічні питання ремонту машин зроблено вченими в роботах [16, 17,18, 19, 20] та ін.

Перераховані вище і багато інших робіт вітчизняних вчених створили наукову базу для розвитку виробничо-технічного сервісу сільськогосподарської техніки. Разом з тим частина розробок виявилася неефективною або не було реалізовано на практиці.

Не виправдав себе метод знеособленого капітального ремонту. Якість таких ремонтів, виконаних на спеціалізованих підприємствах, виявилось в півтора-два рази нижче, ніж це було передбачено нормативами. Прогресивний метод агрегатного ремонту не отримав широкого поширення через невиконаність його проведення для ремонтних підприємств. Багато недоліків було в забезпеченні сільських споживачів запасними частинами.

Не дала очікуваного ефекту і спроба заводів тракторного і сільськогосподарського машинобудування взяти на себе проблему виробничо-технічного обслуговування техніки, що випускається. До кінця 90-х років в країні було створено понад 300 фірмових технічних центрів. Однак діяльність більшості з них обмежилася продажем машин і їх гарантійним ремонтом. Торгівля приносила найбільший прибуток, а обов'язок гарантійного обслуговування було встановлено законом.

Положення обслуговуючих підприємств сильно погіршилося в роки економічних реформ. Отримавши практично повну самостійність, і не маючи достатнього досвіду роботи в нових умовах, сервісні підприємства почали орієнтувати свою діяльність на отримання максимального прибутку і підвищення тарифів. На тлі загальної кризи це призвело до істотного зниження попиту на послуги. Багато фірм почали міняти свою спеціалізацію, а інші просто розорилися і перестали існувати.

Організація агротехнічного сервісу сильно схильна до впливу економічної та соціальної ситуації в країні і залежить від стану споживачів послуг, складу їх машинно-тракторного парку та багатьох інших факторів. Всі вони об'єднані в загальну систему виробничих зв'язків, потреб і можливостей її учасників (рис. 1.1).

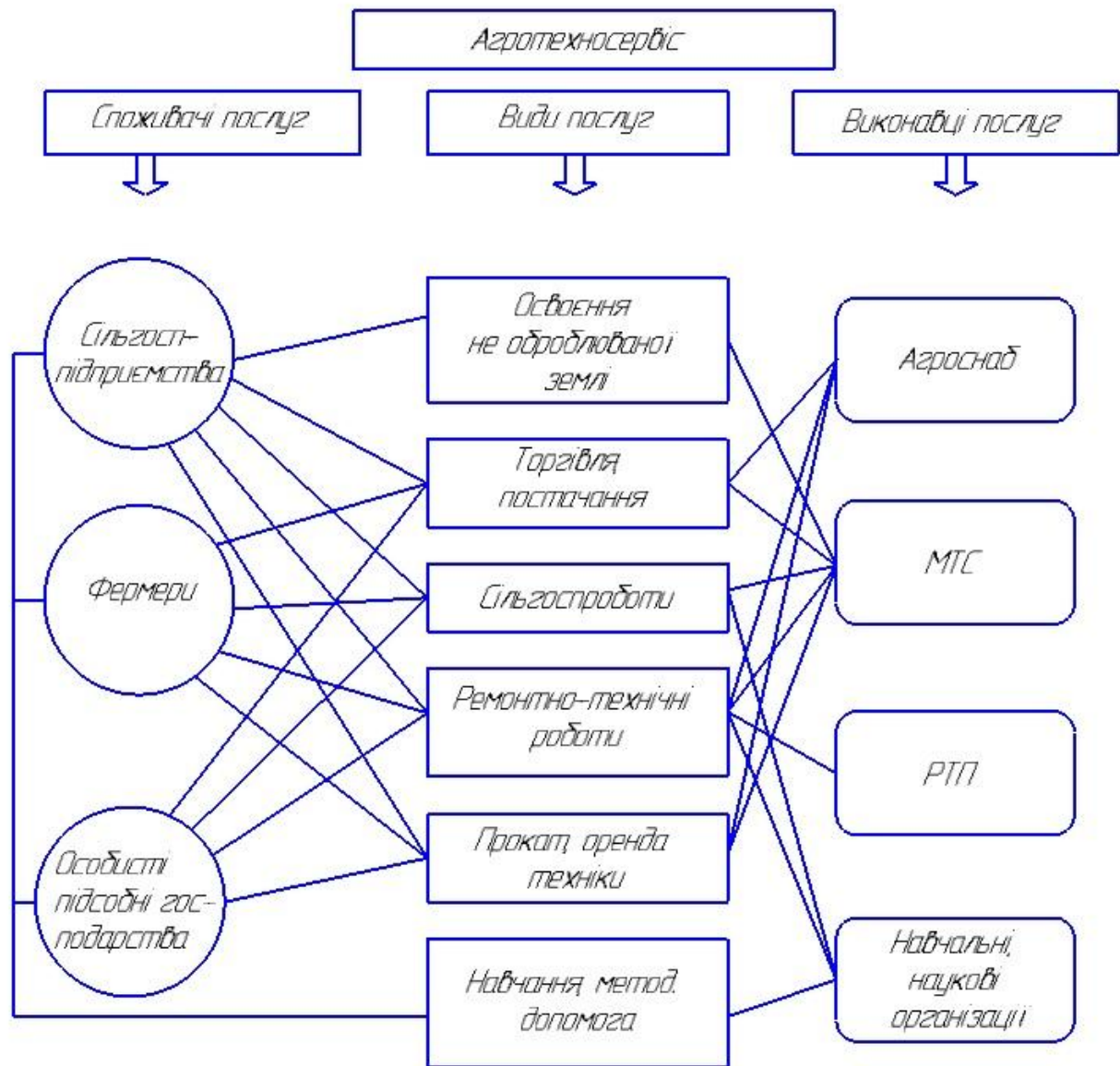


Рисунок 1.1 – Структурна схема агротехнічного сервісу в АПК

На думку фахівців - аграріїв без сторонньої допомоги сфера обслуговування не зможе успішно існувати.

В останні роки в Україні з'явилися нові сервісні підприємства - дилери. За свою приналежність вони можуть бути як фірмовими, так і незалежними, що працюють на договірній основі з одним або декількома машинобудівними заводами. В обох варіантах функції дилерів повинні включати: продаж техніки та запасних частин, виконання ремонтів та усунення разових складних відмов, гарантійне обслуговування, скупку та відновлення

працездатності машин, що були у вжитку, і їх продаж на вторинному ринку, організацію прокату і оренди, навчання механізаторів і постачання їх потрібними посібниками. Капітальні ремонти складних виробів - двигунів, турбокомпресорів, гідростатичних трансмісій і інших як і раніше доцільно доручати спеціалізованим ремонтним підприємствам.

Проведені в даному розділі матеріали досить повно характеризують дефіцит техніки у сільських товаровиробників, а також діючу систему і недоліки агротехнічного обслуговування машин.

Розглянуті наукові розробки дозволяють вважати, що одним із шляхів виходу із становища може стати вдосконалення експлуатації техніки і поліпшення її використання.

1.2 Характеристика надійності машин

Основоположні розробки в галузі надійності машин широкого застосування, в т.ч. сільськогосподарських розглянуто в роботах [12,13, 21,22,23,24,25,26] та ін.

Їх дослідження лягли в основу створення сучасної термінології надійності, формування закономірностей і статистичних зв'язків, що визначають вплив різних чинників на працездатність досліджуваних об'єктів.

Відповідності до цих робіт, надійність представляє собою одну із найважливіших складових якості виробу. За ГОСТ 27.002-89 [27] надійність визначається, як «властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування».

Надійність, це комплексна властивість, в залежності від призначення об'єкта та умов його використання, може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість або певні поєднання цих властивостей.

Стосовно до сільськогосподарської техніки головними складовими надійності служать безвідмовність і довговічність. Безвідмовність визначає число відмов за певний час напрацювання, а довговічність відображає здатність машини чи її складових частин працювати до граничного стану - капітального ремонту або заміни.

Для ремонтваних виробів важливим є третя властивість надійності - ремонтпридатність, яка вимірюється тривалістю, трудомісткістю і вартістю ремонту і технічного обслуговування або сукупністю цих операцій.

Остання властивість надійності - збереженість - важливо лише для виробів, схильних до процесу старіння не тільки під час експлуатації, але і при зберіганні. Типовими прикладами таких виробів служать шини, гумові манжети, кислотні акумулятори і, в деякій мірі, комбайни, які використовуються за рік лише близько одного місяця.

Наведені дані характеризують окремі властивості надійності, а якщо необхідно оцінити її в цілому, застосовують комплексні показники. До найбільш поширених з них можна віднести коефіцієнт готовності K_2 , який представляє собою частку часу, протягом якого машина виконує задані функції (включаючи планове технічне обслуговування) без зупинки на усунення відмов.

$$K_2 = \frac{t_p}{t_p + t_{y.в.}}, \quad (1.1)$$

де t_p - час роботи машини;

$t_{y.в.}$ - час усунення відмов.

До недоліку коефіцієнта готовності відноситься його мала чутливість до зміни безвідмовності. Так, при скороченні числа відмов за 1000 годин роботи на 20% (а це дуже суттєво), K_2 зросте лише на соті частки відсотка. З цієї причини застосування K_2 для оцінки надійності, наприклад, тракторів не рекомендується [28].

Іншим комплексним показником надійності, який не одержав поки широкого поширення в нашій країні, але має великі перспективи, для ринкових відносин, служать витрати на підтримку машини в працездатному стані, віднесені до її напрацювання за досить тривалий період експлуатації - середній ресурс або термін служби. Цей показник охоплює всі властивості надійності, чутливий до кожного з них і в повній мірі відображає експлуатаційні витрати на ремонти, технічне обслуговування та зберігання. Його застосування стримується складністю повсякденного обліку. Тим часом, для споживача техніки витрати при оцінці надійності становлять найбільший інтерес.

Важливу роль в правильному розумінні надійності зіграли роботи [29,30], в яких було підготовлено класифікатори відмов основних моделей сільськогосподарських тракторів.

Всі відмови машин були розділені на три групи складності за ознаками доступності до місця ремонту і заміни деталей (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Класифікація відмов тракторів і самохідних комбайнів по групам складності

Способи усунення відмов по групах складності		
I	II	III
Ремонт або заміна деталей, розташованих зовні, без розтину і розбирання вузлів і агрегатів. Проведення позачергових технічних обслуговувань - ЩТО, ТО1 і ТО2	Ремонт або заміна легкодоступних деталей, в тому числі з розкриттям (але без розбирання) агрегатів. Проведення позачергових ТО3	Ремонт і заміна деталей з розбиранням або розчленуванням основних агрегатів.

Запропонована класифікація проста і зручна у використанні. Однак вона лише в малому ступені відображає значимість відмов і інтерес споживачів. У ній, зокрема, не відображені такі важливі фактори, як витрати на усунення відмови, тривалість простою машини в зв'язку з його усуненням, технічні можливості виконання ремонту в умовах господарства та інші. Це послужило підставою для розробки нової класифікації відмов тракторів. Але

вона ще не знайшла широкого застосування, а для комбайнів вона взагалі потребує доопрацювання.

Недолік досліджень того періоду полягав в тому, що надійність офіційно оцінювали тільки при дотриманні всіх правил, викладених в нормативно-методичних документах. При цьому ряд таких правил споживач об'єктивно не міг виконати через дефіцит ресурсів і недостатньої кваліфікації інженерно-технічного персоналу.

На ефективність сільськогосподарської техніки істотний вплив роблять її непланові простої, пов'язані з усуненням наслідків відмов. За даними численних спостережень оперативний час ремонту трактора не перевищує декількох годин, а тривалість очікування ремонту, в тому числі пошук і доставка запасних частин, часто обчислюється днями і навіть тижнями.

При економічній оцінці тракторів, комбайнів та інших машин непланові простої залишаються або зовсім неврахованими, або враховуються лише частково. Відомі три основні підходи до визначення втрат від простоїв техніки: збитки від порушення агротехнічних строків і зниження врожайності культур [31]; відрахування на амортизацію непрацюючої машини і втрата прибутку - більшість економістів; витрати на утримання резерву техніки для підміни відмовили машин - [32].

Перший метод кращий, тому що відображає суть втрат від простою. Однак отримати інформацію для його використання важко, а іноді й неможливо.

Другий метод можна рекомендувати, через те, що прибуток залежить від багатьох факторів і виділити роль одного з них (простою) найчастіше неможливо.

Третій метод простий у використанні, але придатний тільки для різних економічних розрахунків і не може бути використаний для оцінки збитку від простою конкретної машини, яка виконує певну роботу. Зі сказаного випливає, що вибір методу визначення збитку від простоїв техніки, потребує доопрацювання.

1.3 Технічний сервіс сільськогосподарських машин

Аналіз складної тенденції в забезпеченні АПК сільськогосподарською технікою показує, що необхідно чітко визначити й послідовно проводити єдину державну технічну й технологічну політику, як у рішенні поточних завдань, так і пріоритетів розвитку.

Поточні завдання визначені й реалізуються в рамках виконання державної агропродовольчої програми. Це, насамперед, підтримка на мінімально припустимому рівні технічного забезпечення АПК, що здійснює основне виробництво сільськогосподарської продукції в основному по традиційних технологіях. Пріоритети розвитку полягають у переході на якісно новий рівень виробництва на основі прогресивних технологій і технічних засобів.

За останні десять років у країні істотно знизився рівень технічної оснащеності сільського господарства. Середній вік машин перебуває в межах 12...14 років, понад 75 % тракторів і зернозбиральних комбайнів виробили свій нормативний термін служби. Внаслідок цих і інших причин рівень технічної готовності машин у напружені періоди польових робіт становлять 50-70 % при нормативі 85-92 %.

Через значний строк експлуатації в більшості машин вироблений ресурс основних вузлів і агрегатів, що привело до істотного зростання потреби в ремонтно-обслуговуючих роботах. У той же час рівень сервісного забезпечення знизився, хоча єдино можливим шляхом підтримки працездатності машин є їхній якісний ремонт і технічне обслуговування.

У цих умовах, основне завдання інженерної служби полягає в тому, щоб забезпечити працездатність машин на рівні, що дозволяє якісно і у визначені терміни виконувати основні сільськогосподарські роботи. Для рішення даного завдання необхідно адаптувати до нових умов основні елементи планово-попереджувальної системи ТО й ремонту.

Особливо це стосується питань технічного обслуговування й діагностування машин. Аналіз показує, що своєчасне обслуговування й перевірка технічного стану із застосуванням засобів діагностування дозволяє запобігти надалі до 70% можливих відмов машин [6].

Створена в радянські роки ремонтно-обслуговуюча база була орієнтована на складні капітальні ремонти машин. У цей час вона практично відсутня у зв'язку з ростом цін на запасні частини, ремонтні матеріали, енергоносії, зі збільшенням витрат на амортизацію встаткування й виробничих площ. У зв'язку із цим, ціни на трудомістки й матеріалоємні ремонтні роботи стали непривабливі для господарств-власників техніки.

По цій і інших причинах змінилася структура ремонтно-обслуговуючої бази. Відсутні ремонтні підприємства районних і обласних рівнів. Основний обсяг ремонтних робіт (до 90%) перемістився в майстерні великих господарств, які в переважній більшості своєму не мають повного набору спеціалізованого встаткування й оснащення, необхідної для виконання всіх ремонтних робіт відповідно до вимог технічної документації.

Ремонтно-обслуговуючі впливи мають різну складність і зміст робіт, що спричиняє наявність багаторівневої й розгалуженої ремонтно-обслуговуючої бази в сільському господарстві. Необхідна орієнтація всієї ремонтно-обслуговуючої бази на стратегію реалізації ремонтно-обслуговуючих впливів на стан, що забезпечує максимальне використання ресурсу машин. У зв'язку із цим, роль незнеособленого ремонту у всіх ланках ремонтно-обслуговуючої бази буде зростати у зв'язку з економічною зацікавленістю власника у використанні повного ресурсу машин.

Важливим резервом скорочення витрат на запасні частини й зниження їхнього дефіциту є відновлення зношених деталей. Більшість деталей машин потрібно замінити через зноси, не перевищуючих не тільки десятий, але й сотих часток міліметра. При дорожнечі техніки й запасних частин відновлення зношених деталей є самим доступним способом підтримки парку машин у працездатному стані.

Немаловажну роль у підвищенні працездатності машин грає підготовка кваліфікованих кадрів у сфері ремонтно-обслуговуючого виробництва.

Реалізація цих напрямків буде сприяти створенню в країні ефективно діючої системи технічного сервісу машин і рішення проблеми технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва.

Розвиток мережі сервісних підприємств відбувається відповідно до росту ринку агротехсервісних послуг з урахуванням тих змін, які відбулися в галузі з переходом до ринкового механізму регулювання економіки, і припускає формування нових, більше ефективних і гнучких організаційних структур.

Учасниками технічного й технологічного сервісу (включаючи МТС) є виробники сільськогосподарської продукції, виконавці робіт технічного сервісу й виготовлювачі машин (рис. 1.2).

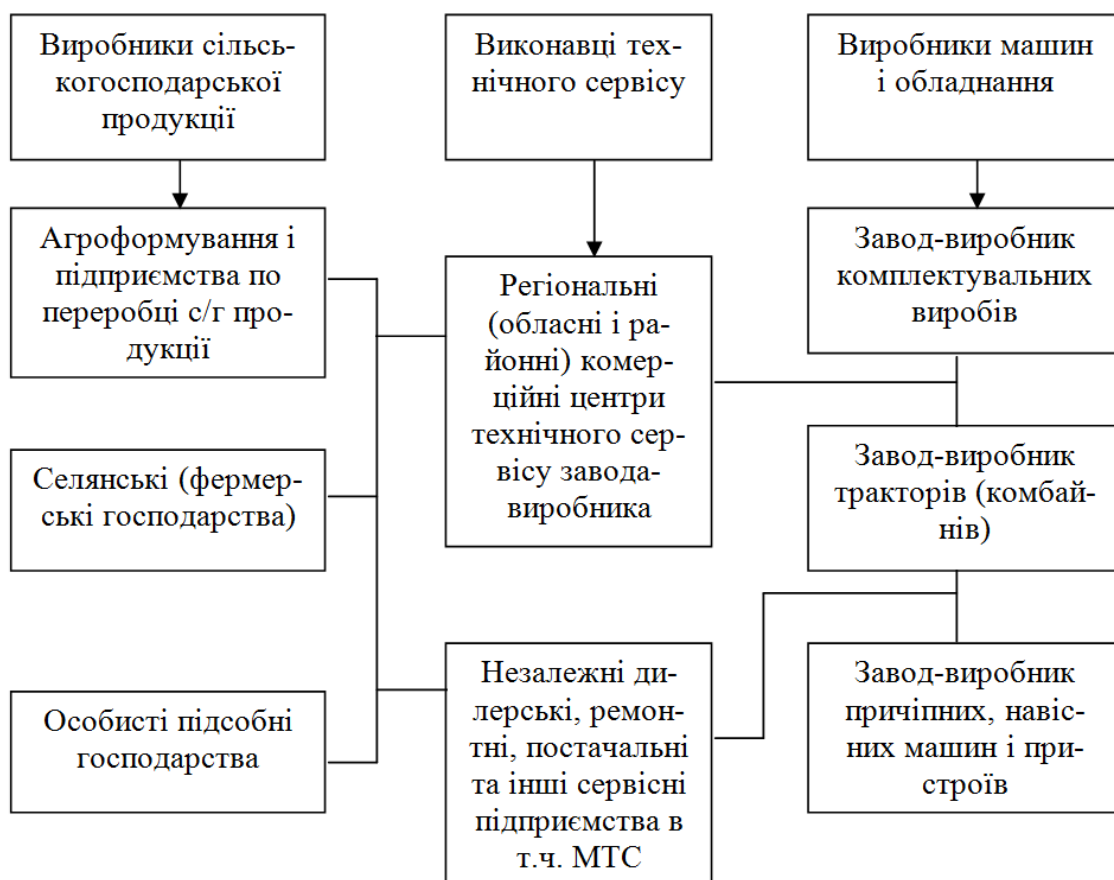


Рисунок 1.2 – Учасники технічного і технологічного сервісу

Розноманітність підприємств технічного сервісу визначається сутністю всього комплексу робіт (послуг) по забезпеченню споживачів промисловою продукцією, у тому числі технікою, ефективному використанню й підтримці її в справному стані протягом усього періоду експлуатації [12]. На жаль, все це відбувається безсистемно, не залежить від попиту та пропозицій - основного механізму ринку, а залежить від наявності платоспроможності споживачів. Відповідно, відбувається нерівномірний розвиток і зміцнення сільгоспформувань, обсягу сільгосппродукції й т.д.

По виду виконуваних робіт (надаваних послуг) підприємства й організації техсервіса можна умовно розділити на постачальницькі, що занижуються торгівлею машинами, запасними частинами, матеріалами (нафто-продуктами й будівельними, електроенергією, добривами й т.д.); ремонтні, ремонтно-технічні; монтажні-налагоджувальні й прокатно-підрядні (МТС, автотранспортні, збирально-транспортні загони й т.д.).

При розробці виробничих програм, орієнтованих на ринкові відносини, необхідний облік наступних особливостей організації технічного сервісу: пріоритет власників машин у виборі партнерів по технічному сервісу; підпорядкованість організації технічного сервісу виробництву сільськогосподарської продукції; відповідальність заводів-виготовлювачів за забезпечення працездатності машин у період усього гарантійного строку; оптимальний розподіл робіт з технічного обслуговування й ремонту машин між технічними сервіс-центрами.

Стабільна й безбиткова робота підприємства системи технічного сервісу можлива при стійкому споживчому ринку послуг. Для прогнозування попиту на послуги технічного сервісу необхідно оцінювати вплив на нього наступних факторів: технологія й продуктивність виробництва сільськогосподарської продукції в регіоні; розмір посівних площ господарства-споживачів послуг; забезпеченість технікою, технічний стан машин; сформована структура ремонтно-обслуговуючої бази господарств району.

При визначенні реального попиту необхідний також аналіз ефективності для споживача користування послугами в порівнянні з виконанням цих робіт самотужки, з урахуванням можливостей кожного споживача і його платоспроможності. Відсутність економічних можливостей найчастіше приводить до відмови від послуг навіть при наявності потреби в них. Особливо гостро ця проблема коштує зараз, коли ймовірність оплати сільськими товаровиробниками необхідних їм послуг агротехсервіса багато в чому залежить від тенденції зміни загальноекономічної ситуації в АПК.

Дослідження показують, що попит на послуги на ремонтні роботи залежить від економічного стану господарств, що визначається багато в чому продуктивністю сільськогосподарського виробництва й цінами на продукцію. З підвищенням продуктивності на першому етапі відбувається ріст потреби в послугах, потім має місце сталість попиту, що характеризує насичення ринку, потім спад. Стабільний попит на послуги формують в основному господарства, які не можуть купувати нову техніку в достатній кількості по об'єктивних причинах, це насамперед, селянські (фермерські) господарства.

Багаторічний виробничий досвід підтримки машин у працездатному стані в умовах господарств дозволяє затверджувати, що в ремонтних майстернях доцільне виконання наступних видів ремонтно-обслуговуючих робіт із застосуванням універсального ремонтно-технологічного встаткування: періодичне й сезонне технічне обслуговування й діагностування техніки; усунення несправностей і поточний ремонт машин на базі заздалегідь відремонтованих або нових вузлів і агрегатів; ремонт деталей, вузлів і агрегатів з використанням металорізального й зварювального встаткування.

Вище були розглянуті основні напрямки розвитку й структура техсервісу в сільському господарстві України. Їхнє вдосконалювання зв'язане зі значною витратою коштів. У науковому плані є один досить важливий напрямок досліджень по різкому підвищенню безвідмовності й економічності ремонту машин. Мова йде про нормативи технічного обслуговування,

ремонту й діагностування машин: допустимих і граничних значеннях параметрів (зносів) деталей, з'єднань, вузлів і агрегатів машин. Раніше розроблені нормативні величини є усередненими стосовно до ґрунтово-кліматичних і інших умов роботи машин [13].

Зовсім не застосовується при технічному діагностуванні прогнозування залишкового ресурсу з'єднань, вузлів і агрегатів машин, Хоча застосування цього заходу обумовлює збільшення до 30 % фактично використовуваний ресурс елементів машин. Причому операції по прогнозуванню залишкового ресурсу при наявності діагностичних засобів не вимагають значних витрат.

У цьому зв'язку в області технічного сервісу досить актуальним завданням, яке варто вирішити, є розробка методів прогнозування залишкового ресурсу елементів машин. На наш погляд, особливо важливі завдання, що висувуються до прогнозування залишкового ресурсу елементів машин, до більше точного методу прогнозування, уточненню методики обробки вихідних даних, а також до розробки комп'ютерних програм, що зменшують трудомісткість і погрішність прогнозування.

1.4 Зниження втрат від дефіциту техніки

Досвід показує, що підвищення річного завантаження машин в 2 рази забезпечує зниження собівартості робіт на 30 і більше відсотків. Це пов'язане з тим, що найбільш значимі статті витрат: амортизаційні відрахування, кредит, лізингова ставка, накладні витрати обернено пропорційні річному завантаженню машин.

В роботі [20] автор вважає підвищення рентабельності ремонтних майстерень центральною проблемою. На його думку, вона залежить від інтенсивного й умілого використання техніки, застосування високих і інтенсивних технологій сільськогосподарського виробництва, раціонального комплектування машинно-тракторного агрегату (МТА), оптимального вибору режиму їхньої роботи, скорочення простоїв та ін.

У той же час, як відзначається в роботі [20], підвищення рентабельності не повинне здійснюватися за рахунок збільшення цін на виконувані роботи. Вартість робіт у ремонтних майстернях повинна бути нижче, ніж у спеціалізованих підприємствах.

Безумовно, варто погодитися з таким висловленням. Рентабельність, як і прибуток, урожайність, відноситься до підсумкових показників, залежних від багатьох факторів, у тому числі від виробітку, собівартості, якості виконання сільськогосподарських робіт, їхнього строку виконання та ін.

Досить важливе значення надається оптимальному складу машинно-тракторного парку, що обумовлюється двома основними факторами: обсягом, структурою робіт, що замовляють, і рівнем завантаження технічних засобів. У свою чергу, вони залежать від природно-виробничих умов, технологічних властивостей угідь і ін. Оптимальний склад машинно-тракторного парку (МТП) зазвичай розраховують за критерієм мінімуму витрат з урахуванням технологічних вимог оброблення й технологічних властивостей угідь на підставі загальноприйнятих методичних положень [19]. При цьому, як наслідок інтенсивної виробничої експлуатації МТП реалізується завдання зниження собівартості робіт і поліпшення фінансового становища господарств.

У зв'язку зі зменшенням кількості машин в 2 і більше разів, значним старінням існуючих тракторів, комбайнів і інших сільськогосподарських машин, як правило, не витримуються строки виконання сільськогосподарських робіт. Це безпосередньо відбивається на врожайності вирощуваних культур. Втрати від подовження тривалості виконання робіт після агрострока за одну добу - при початку виконання роботи до агрострока (нижній індекс - 1), або при продовженні робіт після закінчення агрострока (нижній індекс - 2) коливаються в широких межах: від 0,1 до 1,9 % урожаю [19, 26].

Знизити ці втрати, а значить і витрати на проведення сільськогосподарських робіт, можна варіюючи тривалістю виконання різних

сільськогосподарських операцій. Там, де інтенсивність втрат більша, тривалість роботи повинна прагнути до агростроку. І, навпаки, при невеликій інтенсивності втрат тривалість робіт за агростроком може бути значно збільшена. У підсумку втрати від пролонгації робіт у цілому істотно знизяться. При цьому досягається ефект як у зменшенні витрат від втрат продукції, так і в значній компенсації дефіциту техніки.

Подібні дослідження були проведені на прикладі вирощування сільськогосподарської культури [31,32]. Результати виявилися досить ефективними.

Для визначення оптимальної тривалості механізованих с/г робіт при лінійній і нелінійній залежності втрат урожаю при дефіциті техніки використаний критерій мінімуму питомих витрат у вигляді суми вартості виконання роботи й втрат, пов'язаних з відхиленням виконання робіт від агростроків, а також із простоем МТА. Підсумовуючи ці функції, знайшовши її похідну по тривалості і-ї роботи й прирівнявши її нулю, одержують оптимальну тривалість при лінійній залежності втрат від строку робіт [6]:

$$T_{ij} = \left[\frac{K_i \cdot A + K + Z_{ПВ}}{0,005 \cdot Ц \cdot У \cdot W_C \cdot P \cdot k_{1,2} \cdot 1 + D} \right]^{0,5}, \quad (1.2)$$

де K_i - частка річної або сезонної тривалості роботи МТА при виконанні певної операції;

A, K - амортизаційні відрахування й кредитна (лізингова) ставка, грн / рік, або грн / сезон;

$Z_{ПВ}$ - сумарні постійні витрати на оплату працівників з нарахуваннями й інші витрати, що не залежать від кількості зробленої продукції, грн / рік, або грн / сезон;

$Ц$ - середня закупівельна ціна сільськогосподарської культури, грн / т.;

U - потенційна врожайність, коли виконуються строки оброблення й збирання, $t / га$;

W_C - добова експлуатаційна продуктивність МТА, $га / доба$;

P - рентабельність виконуваної роботи, %;

D - коефіцієнт, що враховує простої МТА при роботі.

Як показали дослідження, при лінійній залежності втрат кількість необхідних МТА зменшується в середньому в 1,5 рази. При показнику ступеня функції втрат більше одиниці кількість МТА знижується на 10-20%, нарешті, при показнику ступеня функції втрат менше одиниці кількість МТА зменшується на 60...80%. Сезонна продуктивність, тобто інтенсивність роботи, збільшується прямо пропорційно цим величинам (рис. 1.3) [6].

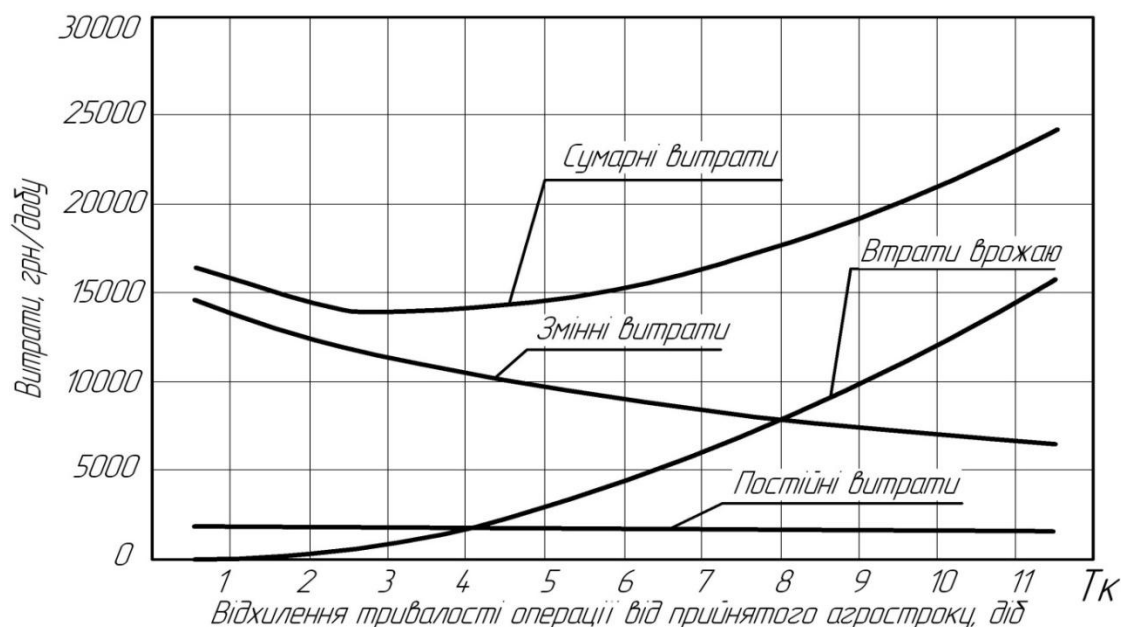


Рисунок 1.3 – Складові витрат на виконання сільськогосподарської операції при нелінійній функції збитків

При нелінійній ступінній функції втрати від відхилення роботи від прийнятого агростроку визначаються:

$$C_2 = 0,005 \cdot C \cdot Y \cdot P \cdot W_C \cdot k_{1,2} (T_K - T_A)^\gamma \cdot (1 + D), \quad (1.2)$$

де γ - показник ступеня;

T_K - фактична тривалість роботи, доба;

T_A - агрострок.

На оптимальну тривалість роботи значний вплив робить частка річного виробітку, що приходить на дану роботу ().

При відсутності дефіциту техніки річна (сезонна) частка роботи визначається як відношення агрострока до нормативної річної (сезонної) тривалості роботи МТА. При дефіциті техніки річна, сезонна тривалість роботи збільшується одночасно із пролонгацією агрострока.

Отримана оптимальна тривалість робіт з вираження справедлива для кожної окремо взятої культури. Однак збільшення тривалості роботи з однієї культури може перешкодити по строках виконання тієї ж роботи з іншої сільськогосподарської культури, у першу чергу, при близьких або однакових агростроках.

У цьому зв'язку, становить значний інтерес рішення завдання знаходження оптимальних річних або сезонних часток тривалості робіт для всіх вирощуваних сільгоспкультур [16,19]. Власне кажучи, мова йде про розвиток отриманих раніше залежностей для того, щоб ураховувати показники інтенсивності втрат всіх робіт, які виконує кожний МТА при вирощуванні сільськогосподарських культур, з метою мінімізації загальних втрат від дефіциту техніки.

До факторів, що визначають рівень підвищення продуктивності роботи сільських товаровиробників відносяться: створення умов для виробництва сільськогосподарської продукції відповідно до вимог прогресивних технологій. Це - економічно обґрунтовані оптимальні агротехнічні строки виконання польових робіт, організація виробничої експлуатації МТП при підвищеному завантаженні сучасних технічних засобів; загонова форма роботи МТП, диспетчеризація й високий рівень технічної експлуатації,

значне річне завантаження тракторів, комбайнів і самохідних агрегатів; вибір робіт, орієнтованих на виконання технологічних операцій, що підвищують продуктивність рільництва, урожайність, обсяги оброблення конкурентоздатних сільськогосподарських культур і ін.

Разом з тим, нам представляється, що названі фактори не повною мірою характеризують вплив на рівень підвищення економічності. Потрібне додаткове дослідження по виявленню основних факторів, що впливають на ефективність експлуатації машинно-тракторного парку. Так, наприклад, уже зараз до зазначених факторів можна назвати такі додаткові, як забезпечення високих показників надійності машин при їхній експлуатації за рахунок якісного ТО й ремонту за результатами діагностування. Скорочення накладних витрат також знижує вартість механізованих робіт за рахунок економії палива та ін., збільшення річного завантаження і терміну служби машин до 18-20 років зменшує амортизаційні відрахування у два рази.

На жаль, у роботах по проектуванню й оптимізації використання техніки, у більшості випадків застосовуються в основному детерміновані залежності. Не розглядається зв'язок між окремими факторами, що приводить у ряді випадків до значних погрішностей результатів рішення тих або інших завдань.

З огляду на викладене, а також наявну класифікацію факторів, що роблять вплив на функціонування МТП у ринкових умовах, є необхідність обґрунтувати методику економічної оцінки його ефективності.

1.5 Мета та задачі досліджень

Як впливає з попередніх підрозділів, сучасний стан сільського господарства характеризується гострим дефіцитом машин, низьким рівнем технічної експлуатації і серйозними недоліками в сфері агротехнічного сервісу.

Ринкові умови істотно змінили багато положень машиновикористання: плановість, ставлення людей до техніки, поява у вітчизняному парку зарубіжних машин, стан машинобудування і т.д.

В даний час, сільське господарство країни знаходиться на етапі модернізації. Вектор оснащення товаровиробників технікою повернувся в сторону мобільних машин високої енергонасиченості. Зараз на ринку найбільшим попитом користуються трактори і комбайни з двигунами потужністю 300 к.с. і більше.

В зв'язку з цим **метою роботи є** - вивчення впливу експлуатаційної надійності тракторів і зернозбиральних комбайнів на ефективність їх використання, і вироблення заходів щодо її підвищення і зниження потреби в техніці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Аналітично провести оцінку факторів, що впливають на експлуатаційну надійність тракторів і зернозбиральних комбайнів.
2. Залежно від призначення машини розглянути методи оцінки збитку від простоїв тракторів та комбайнів.
3. Обґрунтувати раціональну стратегію ремонту тракторів, з урахуванням сучасних умов їх використання в експлуатації.
4. Розглянути організаційні заходи з удосконалення використання машинно-тракторного парку для умов господарства.
5. Провести техніко-економічну оцінку результатів досліджень.

2. ОЦІНКА ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ РІВЕНЬ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

2.1 Показники безвідмовності і довговічності техніки

Відповідно до ГОСТ 27.002-89 [27], для оцінки безвідмовності сільськогосподарської техніки найбільшого поширення набули два показника: середнє напрацювання на відмову і середнє число відмов за обумовлений період роботи машин. Зв'язок між ними визначається простою формулою:

$$t_o = \frac{t}{n}, \quad (2.1)$$

де t_o - середнє напрацювання на відмову,

n - число відмов за напрацювання t .

Напрацювання на відмову (t_o) змінюється в часі повільно і слабо характеризує динаміку безвідмовності. Для цієї мети зручніше використовувати середнє накопичене число відмов (n), яке наочно показує їх зростання в процесі експлуатації (рис.2.1).

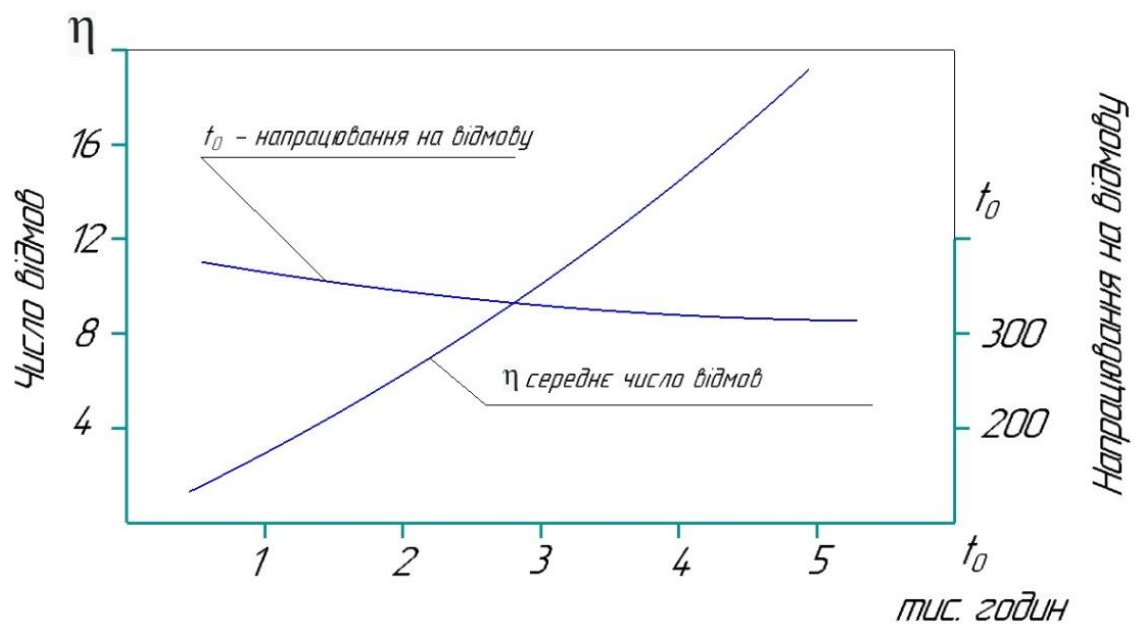


Рисунок 2.1 - Залежність показників безвідмовності від напрацювання

Аналіз представленої графіка показує, що при збільшенні напрацювання трактора з двох до чотирьох тисяч годин, число відмов зростає в 2,2 рази, в той час як напрацювання на відмову знижується лише на 8%.

Показником довговічності служить ресурс. При серійному або масовому виробництві оцінка довговічності партії виробів повинна являти собою статистичну характеристику. Це означає, що по зафіксованому ресурсу одного виробу не можна судити про довговічність всіх, випущених, наприклад, за рік. Таку оцінку роблять за допомогою гамма-процентного ресурсу (R_γ). Для виключення випадків, що випадають із загальної закономірності, довговічність оцінюють по гамі відсотків (γ) виробів з числа випробуваних. Для тракторної техніки та основних складових частин комбайнів величину γ у зазвичай приймають рівною 0,8 - 0,9.

Ще одним показником довговічності, який часто застосовується, служить середній ресурс (R_{cp}), статистично пов'язаний з гамма-відсотковим ресурсом (R_γ):

$$R_{cp} = f_\gamma \cdot R_\gamma, \quad (2.2)$$

де f_γ - коефіцієнт, що залежить від величини γ і закону розподілу ресурсу.

Для більшості виробів тракторо- і комбайнобудування $f_{80} = 1,33 \dots 1,40$, а $f_{90} = 1,64 \dots 2,63$. У разі, якщо закон розподілу ресурсу невідомий, $f_{80} = 1,5$, а $f_{90} = 1,9$.

Графічне зображення залежності γ від напрацювання (рис.2.2), крива спаду, може бути використана для визначення R при будь-якому напрацюванні і визначенні ймовірності залишкового ресурсу машини або агрегату.

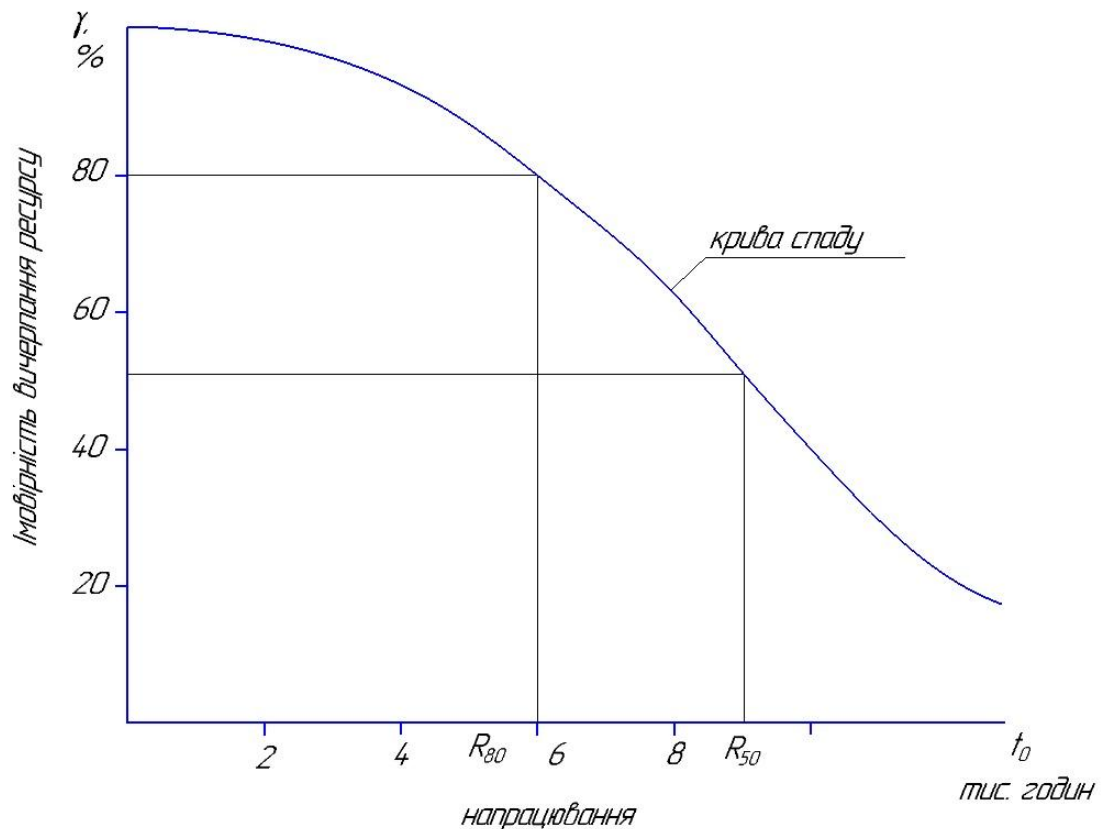


Рисунок 2.2 – Крива спаду.

2.2 Показники ремонтпридатності трактора на прикладі гідравлічної системи

Технічний стан агрегатів гідравлічних систем тракторів в процесі експлуатації підтримується проведенням комплексу робіт профілактичного і відновлювального характеру, які характеризуються значними витратами праці та матеріальних ресурсів. Як правило, ці витрати за час експлуатації трактора значно перевищують відповідні витрати на її виготовлення [33, 34].

Підтримання робоздатного стану агрегатів гідравлічної системи трактора в умовах експлуатації забезпечується системою технічного обслуговування, яка представляє собою сукупність робіт для підтримання справного стану і робоздатності трактора, при підготуванні його до використання, безпосередньо при використанні за призначенням, транспортуванні та зберіганні.

Таким чином, однією з основних вимог до гідравлічної системи трактора являється пристосованість її конструкції до робіт, які проводяться з метою підтримання і відновлення її роботоздатного стану в процесі експлуатації.

В відповідності до планово-запобіжної системи технічного обслуговування та ремонту машин, сукупність робіт по підтриманню та відновленню роботоздатного стану трансмісії та її ресурсу ділиться на технічне обслуговування та ремонт [33,35,36].

Для ефективного проведення технічного обслуговування і ремонту необхідно знати фактори, які на них впливають і можуть бути, як кількісними так і якісними.

Визначення показників технологічності гідравлічної системи трактора при технічному обслуговуванні (ТО) і ремонті - можливе при виявленні виду зв'язку між характеристиками технологічності і характеристиками факторів, які на неї впливають. Вся різноманітність показників технологічності ділиться на дві групи: основні (нормовані) і додаткові (ненормовані) показники.

В практиці проектування і експлуатації гідравлічних систем накопичено значний досвід в створенні конструкцій, які мають високий рівень технологічності при ТО і ремонті. Характерними признаками таких конструкцій являється блочний характер виконання, доступність для обслуговування і контролю технічного стану, довговічність конструктивних елементів, пристосованість конструкції в цілому і окремих її елементів до підтримання технічного стану та відновлення роботоздатності [33, 34, 35].

При цьому, по відношенню до гідравлічної системи трактора, яка включає в себе шестеренний насос, гідророзподільник, силові гідроциліндри, гідравлічні рукава, бак з фільтром, дане питання розглянуто не достатньо повно, на що вказують існуючі технологічні процеси з ТО та ремонту гідроагрегатів та їх матеріально-технічне забезпечення [36].

Найбільш поширеними показниками технологічності гідравлічної системи трактора при технічному обслуговуванні являються: середній час проведення i -го виду технічного обслуговування та ймовірність проведення i -го виду технічного обслуговування в заданий час; економічні показники: середня, сумарна і питома трудомісткість технічного обслуговування і середня, сумарна і питома вартість технічного обслуговування [35].

При цьому, для однієї і тій же марки трактора, при різних умовах експлуатації можна отримати різні значення технологічності. В нашу задачу входить оцінка пристосованості самої конструкції до виконання операцій з планового технічного обслуговування або усунення несправності і виявлення не технологічних місць з позиції доступу, тому експлуатаційні фактори повинні бути ідентичні. З цією метою трудомісткість робіт з технічного обслуговування та діагностування агрегатів гідравлічної системи трактора визначалась методом імітації, під яким розуміється точне відтворення всіх технологічних операцій, необхідних для проведення обслуговуючих робіт.

Середній час проведення i -го виду технічного обслуговування визначається за виразом [35]:

$$T_{TO,i} = \int_0^{\infty} t_{TO,i} \cdot f_{TO,i}(t) dt, \quad (2.3)$$

де $t_{TO,i}$ – випадковий час технічного обслуговування i -го виду;

$f_{TO,i}(t)$ – щільність ймовірності часу технічного обслуговування.

Статистичне значення середньої трудомісткості технічного обслуговування $T_{TO,i}$ визначається за виразом:

$$T_{TO,i} = \frac{1}{n_{t,i}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{t,i}} t_{TO,i}, \quad (2.4)$$

де $n_{t,i}$ – число технічних обслуговувань i -го виду за період експлуатації t_e ;

$T_{TO,i}$ – середня трудомісткість i -го виду технічного обслуговування.

Не важко бачити, що середній час проведення ТО в основному буде обумовлюватися трудомісткістю

залежати від виду робіт, доступністю до основних агрегатів, які обслуговуються.

Ймовірність проведення i -го виду технічного обслуговування в заданий час визначається за виразом [35]:

$$P_{TO,i}(t) = \int_0^{\infty} f_{TO,i}(t) dt, \quad (2.5)$$

Статистичне значення ймовірності проведення i -го виду технічного обслуговування в заданий час визначається за виразом [35]:

$$P_{TO}(t) = 1 - \frac{n_{необсл.} t + \Delta t}{N_{обсл.} t + \Delta t}, \quad (2.6)$$

де $n_{необсл.} t + \Delta t$ – число пристроїв, які не обслуговуються за проміжок часу від t до $t + \Delta t$);

$N_{обсл.} t + \Delta t$ – загальне число пристроїв, які підлягають обслуговуванню за проміжок часу від t до $t + \Delta t$).

Таким чином, статистичне значення ймовірності проведення технічних обслуговувань в заданий час буде обумовлюватися в першу чергу законом розподілу часу проведення технічного обслуговування, який буде залежати від конструктивних особливостей агрегатів гідравлічної системи трактора в цілому та умов проведення ТО.

Отже, технологічність проведення технічного обслуговування гідравлічної системи трактора буде залежати від забезпеченості доступності до основних агрегатів та їх складових, яка досягається оптимальним розміщенням агрегатів на тракторі, застосуванням розривних муфт в з'єднаннях гідравлічних рукавів, в швидко знімних панелей, кришок та технологічних різьбових отворів.

Доступність любого із об'єктів технічного обслуговування або ремонту може бути оцінена коефіцієнтом доступності, який розраховується за виразом [35, 36]:

$$K_D = 1 - \frac{T_{ДОД}}{T_{ДОД} + T_{ОСН}}, \quad (2.7)$$

де $T_{ДОД}$ – трудомісткість додаткових робіт, люд.-год.;

$T_{ОСН}$ – трудомісткість виконання основної(цільової) роботи люд.-год.

До додаткових робіт ($T_{ДОД}$) відносяться: демонтаж і монтаж поруч встановленого обладнання, яке не підлягає зніманню; зняття і установка технологічних кришок, панелей; та інше.

До основних (цільових) робіт відносяться контрольні, регулювальні, заправочні операції, промивочні, заміна фільтруючих елементів та ін...

Гідравлічна системи трактора (ЮМЗ-8244) обслуговується при проведенні наступних технічних обслуговувань: перше технічне обслуговування (ТО-1) через 125 мото-год.; друге технічне обслуговування (ТО-2) через 500 мото-год., третє обслуговування (ТО-3) через 1000 мото-год. [5]. Перше технічне обслуговування включає в себе в більшій мірі роботи пов'язані з контролем герметичності та усуненню підтікання робочої рідини, перевіркою рівня робочої рідини в баку. Друге технічне обслуговування включає в себе перелік робіт, які входять до (ТО-1) і крім того, промивання основного зливного фільтра, очистка і промивка сапуна масляного бака. При третьому технічному обслуговуванні (ТО-3) виконують операції попередніх обслуговувань, промивають гідравлічну систему і виконують заміну мастила. При проведенні третього технічного обслуговування перед поточним ремонтом проводять ресурсне діагностування, для виявлення технічного стану гідравлічних агрегатів і їх залишкового ресурсу до граничного значення.

При наявності даних з тривалості проведення номерних технічних обслуговувань, для складових гідравлічної системи, можна визначити значення коефіцієнта доступності для неї в цілому.

За результатами експериментальних досліджень, необхідна інформація з тривалості проведення робіт з технічного обслуговування ТО-3 гідравлічної

системи трактора (ЮМЗ-8244) по агрегатам та складовим наводиться в табл. 2.1. і представляється на (рис.2.3).

Таблиця 2.1 – Значення тривалості робіт при проведенні ТО-3 гідравлічної системи трактора ЮМЗ-8244 (за даними експериментальних досліджень)

Найменування агрегатів та складових трансмісії, які обслуговуються	Тривалість технологічних операцій, хв.			Коефіцієнт доступності K_d
	$T_{дод}$	$T_{осн}$	$T_{сум}$	
1. Насос шестеренний	0,4	0,8	1,2	0,67
2. Гідророзподільник	0,7	1,2	1,9	0,63
3. Силовий гідроциліндр	0,4	0,9	1,3	0,69
4. Гідравлічний бак	1,3	3,5	4,8	0,73
5. Гідравлічні рукава	1,4	2,0	3,4	0,60
Всього	4,2	8,4	12,6	0,67

В відповідності з виразом (2.7) для всієї гідравлічної системи трактора коефіцієнт доступності буде дорівнювати

$$K_d = 1 - \frac{4,2}{4,2 + 8,4} = 0,67$$

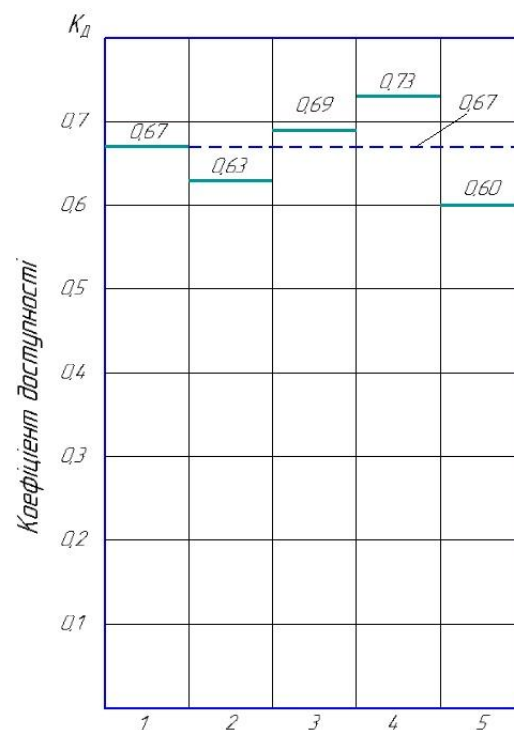


Рисунок 2.3 – Показники коефіцієнта доступності при проведенні технічного обслуговування ТО-3 для гідравлічної системи трактора ЮМЗ-8244: 1.- насос шестеренний; 2. - гідророзподільник; 3. - силовий гідроциліндр; 4. - гідравлічний бак; 5. – гідравлічні рукава.

Проведений аналіз показує, що в цілому отриманий коефіцієнт доступності для гідросистеми трактора становить ($K_D = 0,67$) і вказує на відносно високу технологічність роздільно агрегатної гідравлічної навісної системи трактора для проведення третього технічного обслуговування (ТО-3). Це обумовлюється мінімальними значеннями трудомісткості додаткових операцій, які становлять $T_{ДОД} = 4,2 \text{ хв.}$, і вказують на вдалі конструктивні рішення з розміщення основних агрегатів гідравлічної системи трактора.

Водночас необхідно врахувати, що при даному технічному обслуговуванні (ТО-3) не передбачалось проведення операцій з ресурсного діагностування основних агрегатів гідравлічної системи (гідронасоса, гідроциліндра, гідророзподільника) для виявлення їх дійсного технічного стану і залишкового ресурсу, які як правило виконуються при (ТО-3), що проводиться перед поточним ремонтом. Є очевидним, що проведення операцій ресурсного діагностування гідравлічних агрегатів приведе до зростання трудомісткості додаткових операцій ($T_{ДОД}$), в зв'язку з установкою і підготовкою діагностичних приладів, так як на сьогоднішній день для контролю технічного стану гідроагрегатів застосовується функціональна діагностика, яка характеризується розгерметизацією гідравлічної системи, для приєднання контрольних приладів.

На нашу думку, основним резервом зменшення трудомісткості додаткових операцій в процесі діагностування агрегатів гідравлічної системи трактора ($T_{ДОД} \rightarrow \min$), являється застосування прогресивних способів діагностування, які характеризуються встановленням накладних датчиків для контролю діагностичних параметрів, які визначають технічний стан гідроагрегату (наприклад швидкості наростання тиску або температури та ін.), що не потребує розгерметизації гідравлічної системи. Крім того, дані способи діагностування значно зменшать трудомісткість виконання основних операцій ($T_{ОСН} \rightarrow \min$), що буде відповідно впливати на зменшення такого

показника, як середній час проведення технічного обслуговування (), і в цілому покращить показники технологічності гідравлічної системи трактора.

Разом з тим, легкоз'ємність агрегатів гідравлічної системи трактора при технічному обслуговуванні буде обумовлюватися застосуванням мінімального набору спеціального інструменту, потрібного для проведення обслуговування, забезпеченням легкого доступу до агрегатів і елементів, які потребують частого огляду, встановленням розривних муфт. В цілому, даний коефіцієнт буде більш вагомим при розгляді ремонтної технологічності агрегатів гідравлічної системи трактора.

Проведені дослідження з визначення показників технологічності при проведенні технічного обслуговування гідравлічної системи трактора дають можливість зробити наступні висновки:

1. Отриманий коефіцієнт доступності ($K_D = 0,67$), вказує на відносно високу технологічність роздільно агрегатної гідравлічної навісної системи трактора для проведення третього технічного обслуговування (ТО-3), що обумовлюється мінімальними значеннями трудомісткості додаткових операцій, які становлять ($T_{\text{ДОД}} = 4,2 \text{ хв.}$), і вказують на вдалі конструктивні рішення з розміщення основних агрегатів гідравлічної системи трактора.

2. Покращення показників технологічності гідравлічної системи трактора при виконанні технічного обслуговування (ТО-3), яке проводиться перед поточним його ремонтом, можливе за рахунок зменшення трудомісткості додаткових операцій ($T_{\text{ДОД}} \rightarrow \min$) в процесі діагностування, застосуванням прогресивних способів діагностування, реалізація яких не потребує розгерметизації гідравлічної системи.

3. Впровадження прогресивних методів діагностування, оснований на контролю діагностичних параметрів, які визначають технічний стан гідроагрегату по таким параметрам, як швидкість наростання тиску або температури, значно зменшать трудомісткість виконання основних операцій

($T_{осн} \rightarrow \min$), що в цілому покращить показники технологічності гідравлічної системи трактора.

4. Легкоз'ємність агрегатів гідравлічної системи трактора при технічному обслуговуванні буде обумовлюватися застосуванням мінімального набору спеціального інструменту, потрібного для проведення обслуговування, забезпеченням легкого доступу до агрегатів і елементів, які потребують частого огляду. В цілому даний коефіцієнт буде більш вагомим при розгляді ремонтної технологічності гідравлічної трансмісії.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1 Відмови тракторів і комбайнів та їх значення для споживача

Відмови тракторів та комбайнів прийнято кваліфікувати по причинах їх виникнення, умовам проявлення, складності та вагомості наслідків. За причинами виникнення відмови діляться на: конструктивні, виробничі та

Конструктивні відмови виникають із-за недосконалої конструкції виробу в тому числі застосування матеріалів, які не відповідають діючим навантаженням.

Виробничі відмови виникають в результаті порушення технології виробництва або ремонту машини та її складових. Вони обумовлюються кваліфікацією фахівців та технічним станом основного обладнання та достатньою його наявністю.

Експлуатаційні відмови являються наслідком порушення правил експлуатації, не своєчасне і не якісне проведення номерних технічних обслуговувань, застосування не якісних мастил та палива, не дотримання правил зберігання машин, низькою кваліфікацією трактористів та комбайнерів. Зі зростанням терміну служби машин співвідношення конструктивних, виробничих та експлуатаційних відмов постійно змінюється (рис.4.1).

Аналіз графіків на рис.4.1 показує, що на початку експлуатації інтенсивно проявляють себе виробничі відмови, які обумовлюються якістю складання та регулювання вузлів та агрегатів машини при їх виготовленні або ремонті. При подальшій експлуатації їх кількість стабілізується і суттєво може змінитися після капітального ремонту машини.

Конструктивні фактори мають мінімальну кількість, а їх монотонне зростання в основному обумовлюється появою та поступовим природнього зношення деталей та накопиченням втоми матеріалів.

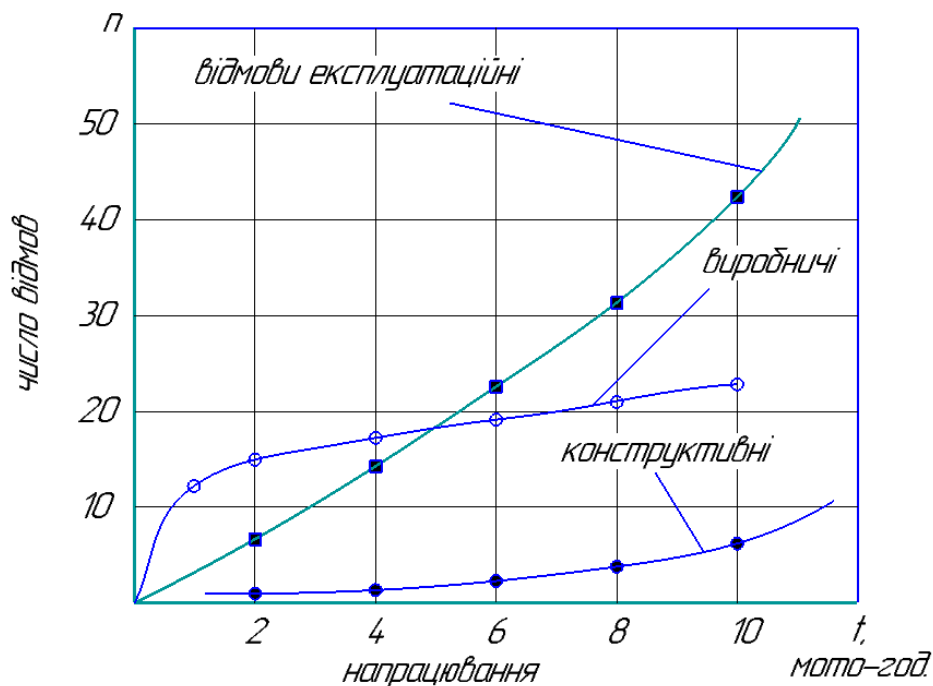


Рисунок 4.1 - Динаміка відмов з різних причин їх появи.

Число експлуатаційних відмов спочатку зростає пропорційно часу використання машини, а потім інтенсивність їх появи становиться більшою, а за наслідками більш складними.

По умовам появи відмови діляться на раптові, параметричні та поступові.

Раптова відмова, як правило має випадкову ймовірність, і характеризується втратою роботоздатності вузла або агрегату машини в силу різних причин, наприклад руйнування деталі та ін.

Параметричних відмови характеризуються виходом параметрів технічного стану вузла або агрегату за граничні значення, встановлені нормативно-технічною або експлуатаційною документацією.

В основу поступових відмов (ресурсних) лягли показники зміни структурних параметрів технічного стану деталей, які змінюють свої геометричні розміри в функціональній залежності від ресурсу машини.

Найбільшу складність, з точки зору їх виявлення, представляють параметричні та поступові відмови, які проявляються в умовах експлуатації коли машина втратила роботоздатність.

Для виявлення значимості відмов і причин, які їх обумовлюють, пропонується їх класифікація за трьома групами: I – малозначимі (не суттєві); II – суттєві; III – важкі (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Класифікація відмов тракторів і комбайнів

Фактори, що характеризують наслідки відмови	Показники	Групи значимості відмов		
		малозначимі	суттєві	важкі
Затрати на усунення наслідків відмов	Вартість запасних частин, % від вартості машини	Трактори		
		Менше 0,05	0,05-0,5	Більше 0,5
		Зернозбиральні комбайни		
		Менше 0,04	0,04-0,4	Більше 0,4
Збитки від простою машини	Тривалість прозвання, год.	Менше 1,0	1,0-5,0	Більше 5,0
Складність усунення наслідків відмови, (вимоги до ремонтної бази)	Необхідне обладнання	Штатний інструмент, ключі, універсальні знімачі	Комплект механіка, універсальне обладнання, зварювальний апарат	Спеціальне обладнання, контрольні-випробувальні стенди
Загроза безпеки	Ймовірність нещасного випадку	Несчастні випадки, обумовлені відмовою, невідомі і потенційно не можливі	Несчастні випадки відомі або потенційно можливі випадки нанесення шкоди людям	

Відмови II та III груп вважають значимими і при оцінці надійності допускається їх об'єднання.

Відмови I групи, не суттєво впливають на ефективність використання техніки і при розрахунках показників безвідмовності не враховуються.

Фактори по значимості представляють собою інтерес, як для споживача машини так і для виробника. Наприклад, зупинка комбайна із-за відмови обумовлює порушення строків збирання і знижує об'єм зібраного врожаю. В грошовому еквіваленті збитки можуть бути суттєвими. Крім того, потребуються додаткові витрати на ремонт.

Щоб уникнути даних негативних явищ споживач буде купувати більш надійну машину, а це приводить до зниження прибутку виробників техніки. Отже, нова класифікація відмов по групам значимості наслідків більш повніше, в порівнянні з класифікацією по складності, характеризує наносиму

шкоду і розповсюджується як на фірму-виробника так і на підприємство, що експлуатує техніку.

4.2 Комплексна оцінка рівня технічної експлуатації тракторів та зернозбиральних комбайнів

Під технічною експлуатацією розуміється сукупність робіт направлених на підтримання і відновлення роботоздатності виробів і включає їх технічне обслуговування, ремонт та зберігання.

В першу чергу необхідно було уточнити перелік основних факторів, що характеризують технічну експлуатацію і впливають на надійність машин, а також знову оцінити їх значимість в сучасних умовах.

На підставі зібраних матеріалів було відібрано понад 20 факторів, які діють в п'яти основних напрямках (технічне обслуговування, ремонт, якість використовуваних паливно-мастильних матеріалів, зберігання машин і характеристика механізатора) і потенційно впливають на надійність техніки.

За даними випробувань встановлено, що надійність комбайнів найбільше залежить від працездатності їх технологічного обладнання і значно меншою мірою від безвідмовності двигуна і шасі, в той час як у тракторів саме на ці агрегати припадає найбільша частина відмов (табл.4.2).

Таблиця 4.2 - Розподіл значущих відмов за основними агрегатів і систем

Агрегати, система	Частка відмов,% від загального числа		
	Трактори		Комбайни зернозбиральні
	колісні	гусеничні	
Двигун з допоміжним обладнанням	30-40	35-45	10-15
Шасі	40-50	45-55	10-15
Гідросистема	8-10	10-12	15-20
Електрообладнання і прибори	5-10	5-8	3-6
Технологічне обладнання з навіскою і приводом	2-4	3-5	50-60

Крім того, у комбайнів в порівнянні з тракторами в 6 - 8 разів менше річне завантаження і в 8 - 10 разів більше число відмов. Це також помітно впливає на величину деяких рангів.

Для остаточного вибору і ранжирування факторів застосовувався метод експертних оцінок. Максимальний ранг – одиниця, відповідав найбільшому впливу на технічну експлуатацію і надійність машини.

Стан фактора може бути визначено не тільки кількісними, а й якісними показниками. Зв'язок між ними багато в чому характеризується ступенем дотримання правил експлуатації (табл.4.3).

Таблиця 4.3 - Оціночні показники стану факторів технічної експлуатації тракторів та комбайнів

Кількісна оцінка, ω		Якісна оцінка	Ступінь дотримання правил експлуатації
середня	інтервал		
0,95	1,00-0,91	Високий	Правила експлуатації практично дотримуються.
0,80	0,90-0,71	Середній	Є окремі відхилення від правил експлуатації, які не викликають важких відмов.
0,60	0,70-0,51	Низький	Порушень правил експлуатації багато, через що виникають відмови, в тому числі важкі.
0,35	0,50-0,20	Дуже низький	Правила експлуатації порушуються систематично. Виникає багато важких відмов, в тому числі що вимагають капітального ремонту агрегатів. Скорочується термін служби трактора.

Рівень технічної експлуатації оцінювали за результатами обстеження господарств і опитування керівників інженерно-технічної служби. По кожному фактору респонденту пропонували вибрати одне з фіксованих станів, найбільш близьке до наявного в господарстві. Перелік факторів, їх станів і оціночні показники p і ω приведені в табл.4.4.

Таблиця 4.4 - Характеристики рівня технічної експлуатації тракторів і комбайнів

Фактор	Ранг фактора, ρ		Стан фактора	Середні коефіцієнти стану, ω
	Трактора	Комбайна		
1	2	3	4	5
1. Частка виконання операцій ТО, % від встановлених інструкцією заводу-виробника	1,0	1,0	1.1. Не менш 90%. Обов'язково виконуються всі операції з обслуговування двигуна і шасі трактора і основних агрегатів і вузлів технологічного устаткування, комбайна	0,95
			1.2. 75 - 90%, в т.ч. всі операції з обслуговування систем змащення, охолодження, подачі і очищення повітря, подачі палива двигунів; а також молотарки, жатки, приводних механізмів технологічного обладнання комбайна	0,80
			1.3. 60-75% операцій ТО, в т.ч. всі операції по п.1.2.	0,60
			1.4. Менш 60% і невиконання хоча б однієї операції двигуна або комбайна по п.1.2.	0,35
2. Відхилення від термінів виконання ТО, встановлених заводською інструкцією	0,7	0,8	2.1. Не більше 10%	0,95
			2.2. Від 10 до 30%	0,80
			2.3. Більше ніж на 30%	0,60
			2.4. Облік проведення ТО відсутній	0,35
3. Якість застосовуваних палива і масел	0,4	0,3	3.1. Нафтобаза типова. Відстій палива проводиться постійно. Паливо і масла відповідають заводській інструкції	0,95
			3.2. Нафтобаза пристосована. Відстій палива проводиться не регулярно. Є випадки порушення сортаменту ПММ	0,80
			3.3. Паливо зберігається в непристосованих резервуарах. За відстоєм палива не стежать. Сорти палива і масел не контролюються	0,60
			3.4. У паливі і маслах зустрічаються механічні домішки, вода	0,35

Продовження табл. 4.4.

1	2	3	4	5
4.Оснащення ремонтною базою	0,6	0,7	4.1. Типова ремонтна база, придатна для виконання складних ремонтів	0,95
			4.2. Пристосована ремонтна база, що має стенди для регулювання паливної апаратури і електрообладнання, верстат для шиномонтажу, зварювальний апарат, 2-3 металорізальних верстати і мийку	0,80
			4.3.Майстерня в неопалюваному приміщенні, має менше половини устаткування по п.4.2. і зварювальний апарат	0,60
			4.4. Рембаза відсутня. Машини ремонтують на відкритому майданчику	0,35
5.Виконавці ремонтів	0,9	1,0	5.1. Інженер-механік, постійний штат кваліфікованих фахівців, в т.ч. моторист, зварник, токар тощо.	0,95
			5.2. Механік, постійний штат робітників. Фахівців не вистачає.	0,80
			5.3. Механік, тракторист (комбайнер), випадкові слюсарі	0,60
			5.4. Складний в т.ч.капітальний ремонт виконують тракторист, випадкові слюсарі	0,35
6. Якість запасних частин	0,6	0,7	6.1. 90-100% нових	0,95
			6.2. 50-90% нових, інші були в експлуатації з великим залишковим ресурсом	0,80
			6.3. Нових менше 50%, решта були в експлуатації із залишковим ресурсом не менше ніж річне напрацювання	0,60
			6.4. Основна частина запчастин зі старих (списаних) машин. Контроль залишкового ресурсу не проводиться	0,35
7. Зберігання машин	0,3	0,8	7.1. У закритих утеплених приміщеннях, з дотриманням всіх правил зберігання	0,95
			7.2. На відкритому майданчику з дотриманням всіх правил зберігання	0,80
			7.3. На відкритому майданчику, без зняття вузлів і герметизації отворів	0,60
			7.4. З грубими порушеннями правил	0,35

Закінчення табл.4.4

1	2	3	4	5
8.Ставлення тракториста, комбайнера до праці	0,8	0,9	8.1. Гарне - більше 50%, Задовільне - від 30 до 50%	0,95
			8.2. Гарне - від 30 до 50%, Задовільне - більше 50%	0,80
			8.3. Задовільне - більше 70%	0,60
			8.4. Незадовільне - більше 50%	0,35

Показники, що характеризують рівень технічної експлуатації знаходять за такими формулами:

$$- \text{ оцінки стану } i - \text{ фактора} - \omega_i = \frac{1}{N} \sum \omega_{ij};$$

$$- \text{ рівень технічної експлуатації тракторів} - K_e = \frac{\sum p_i \cdot \omega_i}{\omega_{\max} \sum p_i} = 0,2 \sum p_i \cdot \omega_i;$$

$$- \text{ зернозбиральних комбайнів} - K_e = 0,17 \sum p_i \cdot \omega_i;$$

де ω_i - коефіцієнт стану i - фактора;

ω_{ij} - коефіцієнт стану i - фактора в j - господарстві;

N - число обстежених господарств;

K_e - коефіцієнт рівня технічної експлуатації;

p_i - ранг i - фактора;

ω_{\max} - максимальне значення стану (0,95 - див. табл. 4.4);

$\sum p_i$ - сума рангів (для тракторів - 5,3, для зернозбиральних комбайнів - 6,2).

Відповідно до обстежених господарств, розташованих в Запорізькій та Дніпропетровській областях, встановлено, що середній рівень технічної експлуатації тракторів становить 0,7 і знаходиться на межі низького і середнього. Дуже низький рівень відзначений у фактора «Зберігання машин», а середній - у чинників «Виконання операцій технічного обслуговування» і «Ставлення тракториста до праці» (табл.4.5). Решта п'ять факторів мали низький рівень. Це - несвоєчасне виконання технічного обслуговування,

Закінчення табл.4.4

1	2	3	4	5
8.Ставлення тракториста, комбайнера до праці	0,8	0,9	8.1. Гарне - більше 50%, Задовільне - від 30 до 50%	0,95
			8.2. Гарне - від 30 до 50%, Задовільне - більше 50%	0,80
			8.3. Задовільне - більше 70%	0,60
			8.4. Незадовільне - більше 50%	0,35

Показники, що характеризують рівень технічної експлуатації знаходять за такими формулами:

- оцінки стану i - фактора - $\omega_i = \frac{1}{N} \sum \omega_{ij}$;
- рівень технічної експлуатації тракторів - $K_e = \frac{\sum p_i \cdot \omega_i}{\omega_{\max} \sum p_i} = 0,2 \sum p_i \cdot \omega_i$;
- зернозбиральних комбайнів - $K_e = 0,17 \sum p_i \cdot \omega_i$;

де ω_i - коефіцієнт стану i - фактора;

ω_{ij} - коефіцієнт стану i - фактора в j - господарстві;

N - число обстежених господарств;

K_e - коефіцієнт рівня технічної експлуатації;

p_i - ранг i - фактора;

ω_{\max} - максимальне значення стану (0,95 - див. табл. 4.4);

$\sum p_i$ - сума рангів (для тракторів - 5,3, для зернозбиральних комбайнів - 6,2).

Відповідно до обстежених господарств, розташованих в Запорізькій та Дніпропетровській областях, встановлено, що середній рівень технічної експлуатації тракторів становить 0,7 і знаходиться на межі низького і середнього. Дуже низький рівень відзначений у фактора «Зберігання машин», а середній - у чинників «Виконання операцій технічного обслуговування» і «Ставлення тракториста до праці» (табл.4.5). Решта п'ять факторів мали низький рівень. Це - несвоєчасне виконання технічного обслуговування,

незадовільне оснащення ремонтної бази і недостатня робота з ремонтними кадрами. Саме ці причини погіршують експлуатаційну надійність і сприяють зниженню ефективності тракторів.

Таблиця 4.5 - Оцінки стану факторів технічної експлуатації тракторів

Фактори	Частка господарств з рівнем технічної експлуатації,%				Оцінка фактора	
	Високим	Середнім	Низьким	Дуже низьким	Кількісна	Якісна
1.Виконання обсягу ТО	15,2	41,4	33,6	10,9	0,71	середня
2.Відхилення термінів ТО	30,4	26,1	26,1	17,4	0,67	низька
3. Якість ПММ	26,1	21,7	26,1	26,1	0,67	низька
4.Оснащення ремонтної бази	21,7	30,4	34,9	13,0	0,70	низька
5.Виконавці ремонту	23,9	28,3	28,3	19,5	0,69	низька
6.Якість запчастин	6,5	17,5	30,4	45,6	0,54	низька
7.Зберігання машин	2,2	10,9	30,4	56,5	0,49	дуже низька
8.Ставлення тракториста до праці	19,6	39,1	34,8	6,5	0,73	середня

На основі отриманих результатів стану факторів технічної експлуатації трактора вдалося встановити взаємозв'язок між коефіцієнтом K_e рівня технічної експлуатації і числом значущих відмов тракторів результати якого представлені в табл. 4.6 і наведені на рис. 4.2.

Таблиця 4.6 – Взаємозв'язок між коефіцієнтом рівня технічної експлуатації трактора і числом значущих відмов.

Інтервал значень коефіцієнта рівня технічної експлуатації трактора, K_e	Марка трактора	Число значущих відмов трактора
0,60-0,65	МТЗ-892	3
	ХТЗ-17021	3
	ЮМЗ-8244	4
0,65-0,70	МТЗ-892	2
	ХТЗ-17021	3
	ЮМЗ-8244	4
0,70-0,75	МТЗ-892	2
	ХТЗ-17021	2
	ЮМЗ-8244	3

Закінчення табл. 4.6

0,75-0,80	МТЗ-892	1
	ХТЗ-17021	2
	ЮМЗ-8244	3
0,80-0,85	МТЗ-892	1
	ХТЗ-17021	1
	ЮМЗ-8244	2

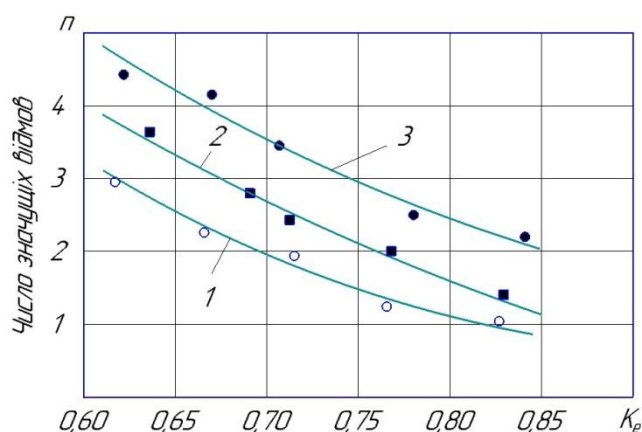


Рисунок 4.2 - Вплив рівня технічної експлуатації на безвідмовність тракторів: 1 - МТЗ-892; 2 - ХТЗ-17021; 3 - ЮМЗ-8244.

Проведений аналіз графіків показує, що при низькому рівні технічної експлуатації тракторів ($K_e = 0,65$) кількість значущих відмов тракторів знаходиться в інтервалі $n = 3 - 4$, що обумовлюється в основному станом ремонтно-обслуговуючої бази господарств для проведення операцій технічного сервісу. Зі зростанням рівня технічної експлуатації тракторів до ($K_e = 0,82$)- середній рівень, кількість значущих відмов тракторів скоротилась в 1,8 - 2,0 рази, що обумовлюється рівнем технічного сервісу, що проводиться в господарствах.

4.3 Обґрунтування раціональної стратегії ремонтів тракторів

4.3.1 Види та характеристики ремонтів

Ефективність складної сільськогосподарської техніки тісно пов'язана з якістю та обсягом ремонтів. До недавнього часу відновлення працездатності

сільськогосподарської техніки прийнято було ділити на усунення відмов, з застосуванням поточних та капітальних ремонтів.

В системі сільськогосподарського виробництва прийняті три способи відновлення працездатності машини: *за потребою* - при виході машини з ладу через технічні причини; *планове відновлення*, коли зміст, обсяг і періодичність ремонтів визначені нормативними документами і не залежать від технічного стану машини в даний момент; *відновлення за станом* - ремонт, що виконується за результатами діагностування виробу.

Перший спосіб виправданий, якщо ймовірність виникнення складних відмов за планований період мала, а витрати на їх усунення менше витрат на інші види ремонтів.

Головна перевага другого способу полягає в можливості виключити значні втрати, що виникають через простої. Для цього необхідно правильно спланувати час ремонту, його періодичність.

Третій спосіб передбачає проведення діагностування та за його результатами ремонту, призначеного для відновлення працездатного стану і ресурсу машини в цілому.

Оцінка ефективності капітальних ремонтів була виконана на прикладі тракторів МТЗ-892 та його модифікацій (МТЗ-80/82), за якими була найбільша інформація. Всього під наглядом в реальній експлуатації знаходилися 224 трактора, в тому числі 34 капітально відремонтованих. Крім того, в оброблювану вибірку було включено ще близько 60 тракторів, обстежених на ремонтних підприємствах. Максимальне напрацювання тракторів досягало 8 тис. мото-годин.

Результати середнього накопиченого числа відмов тракторів модифікації МТЗ в реальній експлуатації представлені в табл.4.7, а характеристики безвідмовності у вигляді кривих накопиченого числа відмов II і III груп складності (значущості) і їх суми представлені на рис. 4.3 для тракторів, які не проходили капітального ремонту і після його проведення

що вказує на зменшення часу з простоюванням трактора для усунення відмов.

Водночас, ефективність прийнятої стратегії буде визначатись матеріальними затратами на проведення ремонтів. При цьому, необхідно орієнтуватись на власну ремонтно-обслуговуючу базу, так як спеціалізовані підприємства проводять агрегатні методи ремонту з застосуванням покупних (нових) агрегатів, що значно збільшує собівартість ремонту тракторів.

4.4 Розроблення річного графіка завантаження майстерні

Графік завантаження ремонтної майстерні розроблюється з метою організації проведення ремонтно-обслуговуючих робіт на протязі року в господарстві і тим самим забезпечити своєчасну підготовку техніки для проведення агротехнічних робіт.

В основу визначення раціонального завантаження майстерні покладаються слідуючі матеріали: річний план проведення ремонтів і технічних обслуговувань машинно-тракторного парку; прийнята система спеціалізації і кооперації по ремонту і технічному обслуговуванню машин, вузлів та агрегатів; існуюча в господарстві ремонтно-обслуговуюча база та прийнята в господарстві організація ремонту та технічного обслуговування; рівномірне завантаження ремонтної майстерні на протязі року і готовність техніки за 20-25 днів до початку агротехнічних робіт. За основу завантаження ремонтної майстерні береться річний план проведення ремонтів та технічних обслуговувань (додаток А).

При загальному його формуванні слід врахувати, що основна доля ремонтних робіт, до яких належать поточні ремонти, проводиться в осінньо-зимовий період (близько 80 %), а більша доля робіт з технічного обслуговування проводиться в весняно-літній період (близько 60-80 %).

Ремонт зернозбиральних та спеціальних комбайнів рекомендується планувати рівномірно, починаючи зразу ж після закінчення агротехнічних

робіт. Рівномірне завантаження може бути досягнуте також за рахунок корегування термінів ремонту сільськогосподарських машин, а також додаткових робіт в осінньо-літній період. Враховуючи вище наведені рекомендації, розроблюється річний план проведення ремонтно-обслуговуючих робіт.

Після складання річного плану виконання ремонтно-обслуговуючих робіт будується графік завантаження майстерні таким чином, щоб по кожному виду робіт була зайнята однакова кількість робочих (рис. 4.8).

При побудові графіка завантаження по осі абсцис відкладають номінальні фонди часу робочого по місяцям, а по осі ординат – розрахункову кількість робочих, які потрібні для виконання відповідного типу робіт.

Перш ніж почати побудову графіку завантаження складається календарний річний план проведення ремонтно – обслуговуючих робіт.

Для вибору масштабу визначають середньорічну кількість робочих за формулою [12]:

$$P_{cp} = \frac{T_z}{\Phi_{н.р.}}, \quad (4.17)$$

де T_z - загальна трудомісткість робіт, що передбачається провести в майстерні, люд.-год. ($T_z = 12348,1$ люд.-год.) додаток В;

$\Phi_{н.р.}$ - номінальний річний фонд часу робочого, год. ($\Phi_{н.р.} = 2070$ год.).

$$P_{cp} = \frac{12348,1}{2070} = 5,9 \text{ роб.}$$

Середню кількість робочих відкладаємо на графіку у вигляді пунктирної лінії.

По місяцям чисельність робочих по кожному виду робіт визначається за виразом [12]:

$$P_i = \frac{T_i}{\Phi_{н.1.}}, \quad (4.18)$$

де T_i - трудомісткість проведення і-того виду робіт, люд.-год.;

$\Phi_{н.1.}$ - номінальний місячний фонд часу робочого, год.

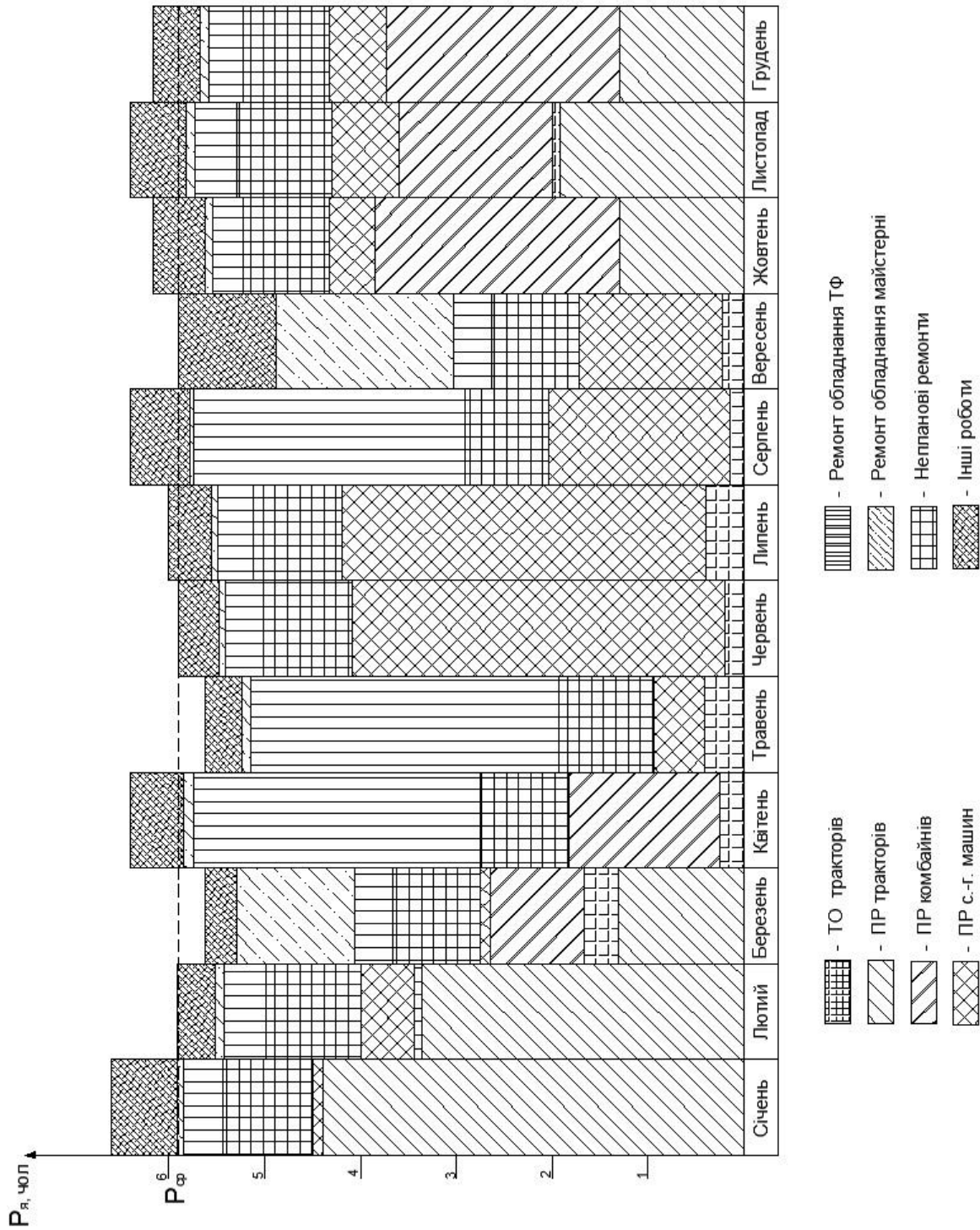


Рис.4.8 – Річний графік завантаження майстерні

Складається річний календарний план ремонтно-обслуговуючих робіт майстерні. На основі якого проводиться побудова графіка завантаження майстерні, таким чином, щоб кожному виду робіт була зайнята однакова кількість робітників. При побудові графіка завантаження майстерні на осі абсцис відкладають номінальні фонди часу робітника по місяцям, а по осі ординат – розрахункову кількість робочих, які потрібні для виконання відповідного типу робіт.

По місяцям, котрі на графіку обмежують вертикальними лініями, визначають чисельність робочих по кожному виду робіт на підставі попереднього їх розподілення по строкам проведення.

Реалізація річного графіка проводиться в ремонтній майстерні, яка як правило розробляється за типовими проектами в залежності від потужності майстерні.

Розроблення річного графіка завантаження майстерні дає можливість рівномірно завантажити ремонту майстерню на протязі року, а також своєчасно підготувати сільськогосподарську техніку для проведення планових агротехнічних робіт, що в цілому підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

Висновки по розділу.

1. Для виявлення значимості відмов і причин, які їх обумовлюють, пропонується їх класифікація за трьома групами: I – малозначимі (не суттєві); II – суттєві; III – важкі, які по по значимості представляють собою інтерес, як для споживача машини так і для виробника.

2. Отриманий взаємозв'язок між коефіцієнтом K_e рівня технічної експлуатації і числом значущих відмов тракторів показує, що при низькому рівні технічної експлуатації тракторів ($K_e = 0,65$) кількість значущих відмов тракторів знаходиться в інтервалі $n = 3 - 4$, що обумовлюється в основному станом ремонтно-обслуговуючої бази господарств для проведення операцій технічного сервісу. При значенні ($K_e = 0,82$)- середній рівень, кількість

значущих відмов тракторів скоротилась в 1,8 - 2,0 рази, що обумовлюється рівнем технічного сервісу, що проводиться в господарствах.

3. При напрацюванні за 3000 мото-год середнє число складних відмов зростає з 12 для тракторів, які не проходили капітальний ремонт до 23 для тракторів, після капітального ремонту, тобто майже в два рази, що вказує на низьку якість капітальних ремонтів в технічному сервісі тракторів. Найбільша кількість відмов припадає на двигун - 7,2% та коробку передач - 5,5%. При цьому, дані агрегати обумовлюють втрату роботоздатності трактора також в поєднанні з іншими агрегатами.

4. Для варіанту експлуатації тракторів без капітального ремонту спостерігається суттєве зростання відмов при напрацюванні від 5 тис. мото-год., і при подальшій експлуатації число відмов стрімко зростає, усунення яких обумовлює зростання часу простоювання машини. При застосуванні двох капітальних ремонтів в життєвому циклі трактора, спостерігається зменшення появи відмов в післяремонтний період експлуатації трактора після першого ремонту на 11,5% в порівнянні з варіантом без капітального ремонту, і на 16,7% після другого капітального ремонту.

5. Застосування трьох профілактичних ремонтів в життєвому циклі трактора, дає можливість зменшити кількість відмов в порівнянні з безремонтним варіантом на 26%, і в порівнянні з варіантом з застосуванням двох профілактичних ремонтів, близько 5%. При цьому, профілактичні ремонти підприємства здатні виконувати на потужностях власної ремонтної бази, що значно зменшить собівартість ремонту та час простоювання трактора в ремонті.

6. Застосування в життєвому циклі трактора одного капітального та одного профілактичного ремонту дає можливість зменшити кількість відмов на початку післяремонтного періоду експлуатації до 9%, а в кінці до 11,4%, в порівнянні з безремонтним варіантом, що вказує на зменшення часу з простоюванням трактора для усунення відмов.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці в ФГ «Тікич» Київської області

Роль охорони праці на виробництві полягає в тому, щоб визначити найоптимальніші параметри умов праці людини, враховуючи потреби існуючого технологічного процесу, контролювати існуючі умови праці, навчати працівників вірно діяти в умовах виробництва [40].

За охорону праці в товаристві з обмеженою відповідальністю «Тікич» відповідають посадові особи – керівник підприємства, головний інженер, головний спеціаліст, керівники виробничих підрозділів. Їх обов'язки і права з охорони праці на підприємстві визначені “Положенням по організації робіт з охорони праці”.

Керуючись цим положенням, керівник підприємства повинен забезпечити створення небезпечних умов праці на робочих місцях, правил і норм з охорони праці та протипожежного захисту, впровадження передового досвіду та системи керування охороною праці.

Керівник повинен щорічно своїм наказом призначати із числа посадових лиць відповідаючих за стан і організацію роботи з охорони праці та попередженню пожег в кожному підрозділі виробництва.

До їх обов'язків входить укомплектування служби з охорони праці в відповідності за типовим штатом, безпосереднє керування цією службою, затвердження планів її роботи.

Крім того, керівник підприємства повинен регулярно перевіряти стан охорони праці на виробничих дільницях і об'єктах та забезпечувати проведення паспортизації їх санітарно-технічного стану.

Керівники виробничих дільниць безпосередньо приймають участь в розробленні і виконанні заходів по покращенню умов і безпеки праці,

безаварійному застосуванню транспорту, проведення паспортизації санітарно-технічного стану дільниць, відділень, цехів та ін.

5.2 Аналіз умов праці та пожежної безпеки в ремонтній майстерні

В даній дипломній роботі розглядаються питання з дослідження експлуатаційної надійності тракторів і комбайнів та обґрунтування стратегії відновлення їх роботоздатного стану з застосуванням ремонтно-обслуговуючої бази господарства.

Основний об'єм ремонтних робіт для відновлення роботоздатного тракторів і комбайнів проводиться в відділеннях майстерні (з ремонту двигунів, агрегатів трансмісії, агрегатів гідравлічної системи, механічної дільниці, ремонтно-монтажної та ін).

Для проведення основних операцій, які передбачені програмою досліджень, на дільницях майстерні встановлено основне обладнання, яке застосовується для проведення очисних операцій, розбирально-складальних, обкатувально-випробувальних. Обладнання на дільницях розміщується з дотриманням технічних вимог в відповідності до ДБН В.2.2-28:2010 [41].

Майстерня оснащена утепленими воротами, а також загальною припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує необхідний температурний режим в виробничому підрозділі, та чистоту повітря в відповідності до загальних санітарно-гігієнічних вимог згідно ДБН В.2.5-67:2013 [42].

В зв'язку з тим, що в процесі ремонту основних агрегатів тракторів і комбайнів (двигун, коробки передач, агрегати гідравлічної трансмісії та ін.), що мають вагу в інтервалі 35...700 кг., то умови роботи на дільниці можна віднести до III категорії згідно ДСН 3.3.6.042-99 [43]. До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль. Наприклад, установка тракторного двигуна на стенд для обкатки та випробування.

У зв'язку зі специфікою виробничої діяльності ремонтної майстерні, направленої на відновлення роботоздатного стану машинно-тракторного парку, на ній мають місце небезпечні виробничі та шкідливі фактори.

При виконанні ремонтних робіт в майстерні мають місце фізичні та хімічні небезпечні виробничі фактори.

В відповідності до ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 [44] до фізичних небезпечних факторів на дільницях майстерні відносяться: падіння агрегатів (двигуна, коробки передач, гідравлічних агрегатів та ін.) зі спеціальних підставок; не ефективний захист рухомих частин пресового обладнання, стендів для обкатки двигунів, коробок передач, гідравлічного обладнання; осколки металу або деталі, які відлітають при проведенні пресових операцій; гострі кромки деталей, вузлів, агрегатів, інструмента і пристосування; та ін.

До шкідливих виробничих факторів відносяться: наявність у повітрі парів гасу, бензину, миючих розчинів; шуми та вібрації від роботи верстатів, механізованих стендів, та інструменту, агрегатів, які працюють при проведенні обкатувально-випробувальних робіт та ін. [44].

Гранично допустима концентрація токсичних речовин, а також клас безпеки речовин на дільницях з ремонту двигунів, гідравлічних агрегатів, агрегатів паливної апаратури та ін. не перевищує норми в відповідності з ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 [44] і ГОСТ 12.1.005-88 [45].

Джерелами шуму та вібрацій на дільницях майстерні є: верстатне обладнання з механічної обробки деталей, пересувні компресори, пневматичні преси, стенди для обкатки та випробовування відремонтованих агрегатів та ін. Рівень звукового тиску на дільницях майстерні не перевищує 80 дБА, що відповідає вимогам ДСН-3.3.6.037-99[46].

Виробничі процеси на дільницях майстерні за вибуховою, вибухово-пожежною та пожежною безпекою, згідно НАПБ Б.03.002-2007 [47] відносяться до категорії «В - Пожежнонебезпечна», так як в приміщенні знаходяться легкозаймаючі, горючі і важкогорючі речовини і матеріали, питома пожежна навантаження кожного з яких перевищує 180 МДж/м² на

окремих ділянках площею не менше 10 м².

Пожежі на ділянках можуть виникнути в результаті: спалаху паливно-мастильних матеріалів при попаданні на них іскр електричного механічного походження, дія тепла від нагрітих предметів, під впливом відкритого вогню (клас пожежі - В); спалаху електроустаткування при перевантаженнях, перегрівих і коротких замиканнях (клас пожежі - Е); самозаймання промасленого дроту (клас пожежі - А).

5.3 Заходи поліпшення умов праці в майстерні

Для покращення умов праці робочих і запобіганню травматизму на робочих місцях ділянок майстерні: забезпечити місцевою витяжною вентиляцією робочі місця з миття агрегатів і деталей та обкатки двигунів; забезпечити ефективний захист рухомих частин пресового обладнання, стендів для обкатки двигунів, коробок передач та ін., установити консольно-поворотні крани на робочі місця з розбирання та складання двигунів та коробок передач; забезпечити зберігання основних агрегатів ремонтного фонду (двигуни, коробки передач, агрегати трансмісії та ін.) на спеціальних підставках для усунення їх падіння; провести повне заземлення користувачів електроенергії; установити віброізоляційні амортизатори на обладнання, яке являється підвищеним джерелом рівня вібрації і шуму в процесі роботи; забезпечити робочі місця з розбирання та складання двигунів, коробок передач, гідравлічних агрегатів достатньою кількістю контейнерів, корзин, спеціальних підставок для складання вузлів та деталей; забезпечити зберігання паливно-мастильних матеріалів та технічних рідин в спеціальній тарі для зменшення викидів шкідливих парів; виконати технологічне планування робочих місць в відповідності до вимог з їх організації.

Для ділянки з обкатки і випробовування двигунів та ремонтно-монтажної ділянки, в зоні робочого поста з миття та очищення вузлів та деталей, висуваються особливі вимоги до вентиляції та освітлення. Такий

стан справи обумовлюється значною кількістю відпрацьованих газів двигуна в процесі його випробовування та парів лужних миючих розчинів, що виділяють мийні машини.

Для забезпечення місцевої вентиляції на даних виробничих підрозділах проведемо перевірочні розрахунки вентиляції.

Визначимо величину повітрообміну для загально обмінної вентиляції за формулою [40]:

$$W_{\Pi} = V \cdot \kappa, \quad (5.1)$$

де W_{Π} - повітрообмін для загальнообмінної вентиляції, $m^3/год.$;

V – об'єм приміщення m^3 , ($V = 570m^3$ - для розбирально-мийної дільниці, $V = 135m^3$ - для обкатки та регулювання двигунів);

κ – кратність повітрообміну ($\kappa = 2..3$).

Тоді

$$W_{\Pi} = 705 \cdot 2 = 1410m^3 / год.$$

Величина повітрообміну для місцевих витяжних вентиляційних установок розраховується за виразом [40]:

$$W = V_3 \cdot F \cdot 3600, \quad (5.2)$$

де W_3 – повітрообмін для місцевої вентиляції типу «Зонт» $m^3/г.$;

V_3 – середня швидкість в приймальній частині «Зонта» $m/с$, ($V_3 = 0,15..0,25$);

F – площа приймальної частини «Зонта», m^2 ($F_1 = 1,2m^2$ - для обкатки та регулювання двигунів, $F_2 = 1,1m^2$ - для розбирально-мийної дільниці).

А повітрообмін для місцевої вентиляції:

для дільниці з обкатки та випробування двигунів

$$W_M^1 = 0,2 \cdot 1,2 \cdot 3600 = 864 \text{ м /год.}$$

для розбирально-мийної дільниці

$$W_M^2 = 0,2 \cdot 1,1 \cdot 3600 = 792 \text{ м /год.}$$

Визначимо потужність електродвигунів для приводу вентилятора за формулою [40]:

$$N_e = 1,2..1,5 \cdot \frac{W \cdot H_n}{3600 \cdot 10^2 \cdot \zeta_B \cdot \zeta_H}, \quad (5.3)$$

де H_n – тиск повітряного потоку, Н/м^2 , ($H_n = 68 \text{ Н/м}^2$);

ζ_B – коефіцієнт корисної дії вентилятора, $\zeta_B = 0,55$;

ζ_H – коефіцієнт корисної дії передач, $\zeta_H = 0,4$;

1,2..1,5 - коефіцієнт, враховуючий втрати напору повітряного потоку.

Для місцевої вентиляції дільниці з обкатки та випробування двигунів

$$N_e = \frac{864 \cdot 68}{3600 \cdot 0,55 \cdot 0,4 \cdot 10^2} \approx 0,7 \text{ кВт}$$

Для місцевої вентиляції розбирально-мийної дільниці

$$N_e = \frac{792 \cdot 68}{3600 \cdot 0,55 \cdot 0,4 \cdot 10^2} \approx 0,67 \text{ кВт}$$

Таким чином для місцевих витяжних установок типу «Зонт» необхідно застосувати електричні двигуни потужністю до 1,0 кВт.

Для забезпечення нормальних умов праці та зниження шкідливих і небезпечних факторів при ремонті агрегатів трансмісії нами розроблена організаційно-технологічна карта з охорони праці, яка представлена в вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Організаційно-технологічна карта з охорони праці при проведенні розбирально-складальних робіт

<p>1. Характеристика умов праці.</p> <p>1. Місце роботи – ремонтна майстерня. 2. Вид робіт – ремонт коробок передач. 3. Кваліфікація – слюсар-ремонтник. 4. Умови праці нормальні.</p>	<p>2. Вимоги технічних умов забезпечення.</p> <p>1. Застосовувати засоби індивідуального захисту. 2. Освітленість робочого місця – 200 лк. 4. Підлога у робочих місць обладнана дерев'яними решітками.</p>	<p>3. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці.</p> <p>1. Комбінезон. 2. Робоче взуття із захисною пластиною. 3. Рукавиці. 4. Захисні окуляри.</p>
<p>4. Показники технологічного режиму і міри безпеки</p> <p>1. Робочій тиск рідини в гідроциліндрі системи 10.0 МПа. 2. Наявність захисних кожухів.</p>	<p>Планування робочого місця</p> 	<p>5. НВФ та ШВФ на робочому місці.</p> <p>1. Перевірити стан стану перед початком роботи. 2. Температура повітря в приміщенні повинна бути в межах 18..20 °С</p>
<p>3. Заземлення стендів. 4. Забороняється кручення або перегин гідравлічних рукавів.</p>	<p>1 – стенд; 2 – урна для сміття; 3 – планшет для креслень; 4 – шафа для інструментів; 5 – лоток для інструментів; 6 – решітка; 7 – смітник для масла; 8 – стіл.</p>	<p>3. Вузли та агрегати масою більше 20 кг транспортувати за допомогою ПТМ.</p>
<p>6. Охорона праці при поточному ремонті.</p> <p>1. Вимоги безпеки відповідно до ДНАОП 01.41-1.01-01. 2. До виконання робіт з поточного ремонту допускаються особи, які ознайомлені під розпис з інструкцією охорони праці, пройшли медичний огляд та мають відповідну кваліфікацію. 3. Забороняється проведення пресових робіт при несправній гідравлічній системі стану.</p>		

Розроблена організаційно-технологічна карта дозволяє зменшити шкідливі і небезпечні виробничі фактори на робочому місці, покращити умови праці робітників і зменшити небезпечність робіт при роботі на станді для розбирання та складання коробок передач.

5.4 Вимоги з охорони праці для слюсаря по ремонту і обслуговуванню паливної апаратури

В процесі ремонту машинно-тракторного парку роботи з ремонту і обслуговування паливної апаратури вимагають високої кваліфікації слюсарів виконавців, що обумовлює необхідність розгляду заходів з охорони праці при виконанні робіт даного виду.

Загальні положення. Слюсар по ремонту і обслуговуванню паливної апаратури машин (далі - слюсар) інструктується перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж). Результати інструктажу заносяться в «Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці», в журналі після проходження інструктажу повинні. До роботи слюсарем по ремонту і обслуговуванню паливної апаратури допускаються особи віком не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання і мають посвідчення на право виконання робіт, пройшли медичне обстеження, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж по пожежній безпеці.

Слюсар повинен знати будову, основні несправності паливної апаратури різних систем; способи усунення несправностей; способи якісного регулювання паливної апаратури. Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку та тільки ту роботу, яка доручена керівником робіт та по якій він проінструктований. Користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту. Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які діють на слюсаря: незахищені рухомі частини виробничого обладнання; захаращеність робочого місця; відсутність спеціальних пристосувань, інструмента, обладнання; підвищені чи понижені температура, вологість, рухомість повітря робочої зони; підвищені шум і вібрація; недостатня освітленість робочої зони.

При роботі на верстатах, а також з електро-пневмоінструментом слюсар повинен пройти навчання по правилах безпечної їх експлуатації та інструктаж.

Робочий інструмент повинен бути справним. Необхідно слідкувати, щоб:

гайкові ключі не мали виробки зівів і точно відповідали розмірам гайок та штуцерів; бойки молотків і голівки зубил, крейцмейселів не мали задирок; довжина зубил, крейцмейселів і вибивачів була не менше 150 мм; лещата мали справні губки і затискний гвинт; під час паяння паливо проводів, паливних баків тощо слюсар повинен бути проінструктований по інструкції для мідника.

Перед початком роботи. Слюсар має отримати завдання від керівника робіт. Одягнути спецодяг, застібнути обшлага рукавів. Уважно оглянути своє робоче місце, прибрати всі предмети, що заважають роботі. Підготувати до роботи інструмент та пристрої, розмістити їх у зручному і безпечному для користування порядку, переконатися в тому, що вони справні і відповідають вимогам охорони праці.

Перевірити наявність достатньої кількості засобів для знешкодження випадково розлитого етилованого бензину (гас, хлорне вапно, тирса, пісок, ганчір'я).

Під час ремонту паливної апаратури на машині прийняти заходи по попередженню іскроутворення шляхом зняття клем акумулятора чи відключення його спеціальним пристроєм.

Вимоги безпеки під час виконання роботи. Обслуговування і ремонт системи живлення двигунів, працюючих з антидетонаційними присадками, необхідно виконувати після повної нейтралізації складальних одиниць системи живлення.

Робоче місце тримати в чистоті і не захламлювати сторонніми предметами. Ширина проходу під час виконання ремонтних робіт повинна бути 0,7-0,8 м.

Забороняється: користуватися гострозубцями, кліщами, плоскогубцями із спрацьованими лезами, губками або спрацьованим шарніром; знімати і ставити карбюратор та паливний насос тільки тоді, коли двигун охолов; відкручувати штуцери паливопроводів, гайки кріплення фланців за допомогою гайкових ключів; відкручувати гайки, штуцери за допомогою плоскогубців, зубила і молотка забороняється; знімати нагнітач повітря з дизельних двигунів і ставити його на двигун за допомогою підйомно-транспортних механізмів, що обладнані захватними пристроями і гарантують безпеку виконання робіт.

Забороняється: приступати до обслуговування і ремонту паливної апаратури в випадках виявлення підтікання палива з паливного бака, паливопроводів і приладів системи живлення; приступати до обслуговування і ремонту паливної апаратури при виявленні витікання газу при перекритих кранах на газобалонному автомобілі; користуватися відкритим вогнем в приміщенні, де виконується ремонт і регулювання паливної апаратури.

Після закінчення роботи. Упорядкувати робоче місце. Зняти спецодяг, засоби індивідуального захисту, прибрати в призначене для них місце. Помити руки, обличчя теплою водою з милом; при можливості прийняти душ. Застосовувати для миття рук етилований бензин забороняється. Доповісти керівнику робіт про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Евакуація населення у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій

Залежно від обстановки, що склалася під час надзвичайної ситуації, проводиться загальна або часткова евакуація населення тимчасового або безповоротного характеру [40].

Обов'язковій евакуації підлягає населення у разі виникнення загрози аварії з викидом радіоактивних і небезпечних хімічних речовин, катастрофічного затоплення місцевості та землетрусів, масових лісових і

торф'яних пожеж, зсувів, інших геологічних та гідрогеологічних явищ і процесів, збройних конфліктів.

Загальна евакуація населення проводиться із зон радіоактивного та хімічного забруднення, катастрофічного затоплення населених пунктів у разі руйнування гідротехнічних (гідрозахисних) споруд, хвиля прориву яких може досягнути зазначених населених пунктів менше ніж за чотири години.

Часткова евакуація населення проводиться на підставі рішення місцевої держадміністрації або посадової особи, яка має повноваження щодо прийняття такого рішення.

Для проведення загальної евакуації населення залучаються наявні транспортні засоби відповідної адміністративної території, а в разі виникнення безпосередньої загрози життю або здоров'ю населення - додатково транспортні засоби суб'єктів господарювання та громадян.

Часткова евакуація населення проводиться з використанням транспортних засобів, що експлуатуються згідно з графіком роботи.

Залучення додаткових транспортних засобів під час проведення часткової евакуації населення здійснюється за рішенням місцевої держадміністрації або посадової особи, яка має повноваження щодо прийняття такого рішення.

Суб'єктові господарювання або громадянину, транспортні засоби яких залучалися для здійснення заходів з евакуації населення, компенсується вартість наданих послуг і розмір фактичних (понесених) витрат за рахунок коштів, що виділяються з відповідного бюджету на ліквідацію загрози виникнення надзвичайної ситуації або наслідків надзвичайної ситуації у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

Працівник суб'єкта господарювання, власник, користувач, водій транспортного засобу, які відмовилися від надання послуг з перевезення населення, яке підлягає евакуації, несуть відповідальність відповідно до закону.

Евакуація матеріальних і культурних цінностей проводиться у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій, які можуть заподіяти їм шкоду, за наявності часу на її проведення, що визначається на підставі інформації суб'єктів моніторингу, спостереження, лабораторного контролю та прогнозування надзвичайних ситуацій.

Обсяги та черговість проведення евакуації матеріальних і культурних цінностей, їх детальний перелік визначаються органами державної влади, суб'єктами господарювання, громадськими об'єднаннями та/або громадянами, в управлінні, віданні або власності яких перебувають зазначені цінності, та враховуються під час планування заходів з евакуації.

Приймання, перевезення, розміщення, облік та зберігання евакуйованих матеріальних і культурних цінностей здійснюється органом, відповідальним за організацію проведення евакуації, у визначеному законодавством порядку.

Висновок по розділу.

Розроблення заходів з охорони праці для технологічно перепланових дільниць майстерні дасть можливість покращити умови праці на робочих місцях, а розроблення організаційно-технологічної карти дозволяє зменшити шкідливі і небезпечні виробничі фактори на робочому місці, покращити умови праці робітників і зменшити небезпечність робіт при роботі на стенді для проведення робіт з розбирання та складання коробок передач.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ

Вихідними даними для роботи був існуючий проект ремонтної майстерні господарства. В процесі впровадження передових методів організації та технології робіт, переважно направлених на збільшення робіт з технічного сервісу для тракторів, в майстерні було виконане її технологічне перепланування, в результаті якого більш повніше використовуються її площі, добавлене нове обладнання.

Для організації загального технологічного процесу з ремонту і обслуговування машино-тракторного парку (МТП) передбачається придбати додаткове обладнання. Економічна ефективність проекту оцінюється по рівню планового прибутку та рентабельності виробництва робіт з поточного ремонту МТП.

Вихідні дані для обґрунтування економічної ефективності роботи наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності роботи

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
Обсяг ремонтних робіт, ум.рем.	25	42
Кількість основних робітників, осіб	2	3
Середньомісячна заробітна плата робітника, грн.	8000	8000
Вартість діючого обладнання для проведення ремонтів, грн.	150000	-
Вартість придбаного обладнання, грн.	-	120000
Річні витрати електроенергії, кВт/год	27000	53000
Ціна 1 кВт/год. Електроенергії, грн.	1,68	1,68
Прейскурантна вартість (ціна) од. ум. ремонту, грн.	20000	20000

Для проведення економічної оцінки роботи необхідно визначити наступні показники:

1. Вартість проведених ремонтів.

Вартість проведених ремонтів розраховується з врахуванням річної програми ремонту та вартості одного умовного ремонту за виразом:

$$B_{\text{ПР}} = \eta \cdot B_{\text{ОР}}, \quad (6.1)$$

Де $\eta^{\text{Б}}, \eta^{\text{П}}$ - відповідно базова і проектна річна програма поточного ремонту в умовних ремонтах ($\eta^{\text{Б}} = 25 \text{ ум.рем.}$, $\eta^{\text{П}} = 42 \text{ ум.рем.}$);

$B_{\text{ОР}}$ - вартість одного умовного ремонту, грн. ($B_{\text{ОР}} = 20000 \text{ грн.}$).

$$B_{\text{ПР}}^{\text{Б}} = 25 \cdot 20000 = 500000 \text{ грн.},$$

$$B_{\text{ПР}}^{\text{П}} = 42 \cdot 20000 = 840000 \text{ грн.},$$

2. Експлуатаційні витрати (ЕВ) визначаються за виразом:

$$\text{ЕВ} = ЗП + А + B_{\text{ЕЛ}} + B_{\text{РЕМ}} + ІВ, \quad (6.2)$$

де $ЗП$ – заробітна плата з нарахуванням, грн.;

$А$ – амортизаційні відрахування, грн.;

$B_{\text{ЕЛ}}$ – вартість електроенергії, грн.;

$B_{\text{РЕМ.}}$ – витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування приміщення та обладнання, грн.;

$ІВ$ – інші витрати складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат, грн.

Заробітна плата основних робочих для базового і проектного варіанту з нарахуваннями визначається за виразом:

де $ЗП_{CP}$, - середньомісячна заробітна плата робітника, грн.

$$(ЗП_{CP}^B = ЗП_{CP} = 8000 \text{грн.});$$

K_{IP} , - кількість основних робітників, чол. (для базового варіанту $K_{IP}^B = 2 \text{чол.}$, для проектного варіанту $K_{IP}^П = 3 \text{чол.}$);

$ЗП_H$ - нарахування на зарплату, грн. ($ЗП_H = 0,22 \cdot ЗП$).

$$ЗП^B = 8000 \cdot 2 \cdot 12 = 192000 \text{грн.},$$

$$ЗП^П = 8000 \cdot 3 \cdot 12 = 288000 \text{грн.},$$

Відповідно нарахування на зарплату визначаються:

$$ЗП_H^B = 0,22 \cdot 192000 = 42240 \text{грн.}$$

$$ЗП_H^П = 0,22 \cdot 288000 = 63360 \text{грн.},$$

Тоді заробітна плата з нарахуваннями буде становити:

$$ЗП^B = 192000 + 42240 = 234240 \text{грн.},$$

$$ЗП^П = 288000 + 63360 = 351360 \text{грн.},$$

Амортизаційні відрахування включають в себе витрати на амортизацію обладнання і приміщення.

Витрати на амортизацію обладнання розраховуються за формулою:

$$A_{обл} = \frac{B_{об.} \cdot H_A}{}, \quad (6.4)$$

де $B_{OB.}$ – балансова вартість обладнання, грн. (базового $B_{OB.} = 150000$ грн. проектного $B_{OB.}^{\Pi} = B_{OB.}^{\Pi} + B_{OB.}^B = 150000 + 120000 = 270000$ грн.);

H_A – норма амортизації, % ($H_A = 21,93\%$).

$$A_{OB.}^B = \frac{150000 \cdot 21,93}{100} = 32895 \text{ грн.}$$

$$A_{OB.}^{\Pi} = \frac{270000 \cdot 21,93}{100} = 59211 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію приміщення визначаються за формулою:

$$A_B = \frac{B_B \cdot H}{100}, \quad (6.5)$$

де B_B – балансова вартість будівлі, грн. ($B_B = 1200000$ грн. за даними фінансової звітності господарства);

H_{σ} – нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань на приміщення, ($H_{\sigma} = 7,76\%$).

Тоді

$$A_B = \frac{1200000 \cdot 7,76}{100} = 93120 \text{ грн.}$$

Загальна вартість амортизаційних відрахувань складе:

$$A = A_{OB.} + A_B, \quad (6.6)$$

Тоді

$$A^B = 32895 + 93120 = 126015 \text{ грн.},$$

$$A^II = 59211 + 93120 = 152331 \text{ грн.},$$

Витрати на електроенергію визначаються, виходячи із загальної потужності обладнання і часу його роботи на рік, а також потужності освітлювальних приладів, які працюють на протязі всього робочого дня за виразом:

$$B_{EL} = Q_{EL} \cdot C_{EL}, \quad (6.7)$$

Де Q_{EL} - річні витрати електроенергії, кВт/год. (для базового варіанту $Q_{EL}^B = 27000 \text{ кВт/год.}$, для проектного варіанту $Q_{EL}^{II} = 53000 \text{ кВт/год.}$),
 C_{EL} - ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.. ($C_{EL} = 1,68 \text{ грн.}$)

$$B_{EL}^B = 27000 \cdot 1,68 = 45360 \text{ грн.},$$

$$B_{EL}^{II} = 53000 \cdot 1,68 = 89040 \text{ грн.},$$

Витрати (B_{PEM}) на поточний ремонт (ПТ) та технічне обслуговування (ТО) складають 30 % від суми амортизаційних відрахувань і визначаються за виразом:

$$B_{PEM} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (6.8)$$

Тоді

$$B_{рем}^{\delta} = \frac{126015 \cdot 30}{100} = 37804,5 \text{ грн}$$

$$B_{рем}^{np} = \frac{152331 \cdot 30}{100} = 45699,3 \text{ грн}$$

Інші витрати (ІВ) включають в себе витрати на спецодяг, інструменти, заходи з охорони праці, протипожежні заходи і складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{ЗП + A + B_{ЕЛ} + B_{РЕМ.} \cdot 3}{100}, \quad (6.9)$$

$$IB^{\delta} = \frac{234240 + 126015 + 45360 + 37804,5 \cdot 3}{100} = 13302,6 \text{ грн}$$

$$IB^{np} = \frac{351360 + 152331 + 89040 + 45699,3 \cdot 3}{100} = 19152,9 \text{ грн}$$

Тоді експлуатаційні витрати згідно виразу (6.2) складуть:

$$EB^{\delta} = 234240 + 126015 + 45360 + 37804,5 + 13302,6 = 456722,1 \text{ грн}$$

$$EB^{np} = 351360 + 152331 + 89040 + 45699,3 + 19152,9 = 657583,2 \text{ грн}$$

3. Повна собівартість проведених ремонтів (ПС) визначиться за виразом:

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (6.10)$$

$$ПС^{\delta} = 456722,1 \cdot 1,02 = 465856,5 \text{ грн.},$$

$$ПС^П = 657583,2 \cdot 1,02 = 670734,9 \text{ грн.},$$

4. Загальний прибуток (П) визначиться за виразом:

$$П = B_{ПР} - ПС, \quad (6.11)$$

$$П^Б = 500000 - 465856,5 = 34143,5 \text{ грн.},$$

$$П^П = 840000 - 670734,9 = 169265,1 \text{ грн.},$$

5. Додатковий прибуток (ДП) визначиться за виразом:

$$ДП = П^П - П, \quad (6.12)$$

$$ДП = 169265,1 - 34143,5 = 135121,6 \text{ грн.}$$

6. Рівень рентабельності (Р) буде дорівнювати:

$$R = \frac{П}{ПС} \cdot 100\%, \quad (6.13)$$

$$R^Б = \frac{34143,5}{465856,5} \cdot 100\% = 7,3\%,$$

$$R^П = \frac{169265,1}{670734,9} \cdot 100\% = 25,2\%,$$

7. Додаткові капітальні вкладення (Б) визначаються:

$$B = B_{\text{ПР}} - B_{\text{Д}}, \quad (6.14)$$

де $B_{\text{ПР}}$ - вартість обладнання придбаного і діючого, грн.,

($B_{\text{ПР}} = 270000 \text{ грн.}$);

$B_{\text{Д}}$ - вартість діючого обладнання, грн., ($B_{\text{Д}} = 150000 \text{ грн.}$).

$$B = 270000 - 150000 = 120000 \text{ грн.},$$

8. Термін окупності додаткових вкладень (T_o) буде дорівнювати:

$$T_o = \frac{B}{\text{ДП}}, \quad (6.15)$$

$$T_o = \frac{120000}{135121,6} \approx 0,9 \text{ року}$$

Основні результати розрахунку представлені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Економічна ефективність роботи

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	25	42
Кількість основних робітників, чол.	2	3
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	-	120000
Експлуатаційні витрати всього, грн.:	456722,1	657583,2
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	234240,0	351360,0
- амортизаційні відрахування, грн.	126015	152331,0
- вартість електроенергії, грн.	45360	89040,0
- витрати на ПР та ТО, грн.	37804,5	45699,5
- інші витрати, грн.	13302,6	19152,9
Повна собівартість продукції, грн.	465856,5	670734,9
Загальний прибуток, грн.	34143,5	169265,1
Додатковий прибуток, грн..	-	135121,6
Рівень рентабельності, %	7,3	25,2
Термін окупності додаткових вкладень, років	-	0,9

Висновок по розділу.

Впровадження запропонованих організаційно-технологічних заходів направлених на удосконалення робіт з технічного сервісу тракторного парку господарства дозволить збільшити річну програму ремонтно-обслуговуючих робіт забезпечити додатковий річний прибуток в розмірі 135121,6 грн., рівень рентабельності в розмірі 25,2 % при цьому термін окупності додаткових вкладень складає близько 0,9 року, що підтверджує актуальність проведених досліджень.

ВИСНОВКИ

1. Для оцінки безвідмовності сільськогосподарської техніки більш інформативним буде середнє число відмов за обумовлений період роботи машин ніж середнє напрацювання на відмову, так як при збільшенні напрацювання трактора з двох до чотирьох тисяч годин, число відмов зростає в 2,2 рази, в той час як напрацювання на відмову знижується лише на 8%.

2. Отриманий коефіцієнт доступності ($K_d=0,67$), вказує на відносно високу технологічність роздільно агрегатної гідравлічної навісної системи трактора для проведення третього технічного обслуговування (ТО-3), що обумовлюється мінімальними значеннями трудомісткості додаткових операцій, які становлять ($T_{\text{дод}}=4,2\text{хв.}$), і вказують на вдалі конструктивні рішення з розміщення основних агрегатів гідравлічної системи трактора.

3. Покращення показників технологічності гідравлічної системи трактора при виконанні технічного обслуговування (ТО-3), яке проводиться перед поточним його ремонтом, можливе за рахунок зменшення трудомісткості додаткових операцій ($T_{\text{дод}} \rightarrow \min$) в процесі діагностування, застосуванням прогресивних способів діагностування, реалізація яких не потребує розгерметизації гідравлічної системи.

4. Легкоз'ємність агрегатів гідравлічної системи трактора при технічному обслуговуванні буде обумовлюватися застосуванням мінімального набору спеціального інструменту, потрібного для проведення обслуговування, забезпеченням легкого доступу до агрегатів і елементів, які потребують частого огляду.

5. Для визначення факторів, які впливають на рівень технічної експлуатації тракторів, застосовувався метод експертних оцінок, із-за складності отримання достовірної інформації та значної тривалості самого процесу.

6. Для виявлення значимості відмов і причин, які їх обумовлюють, пропонується їх класифікація за трьома групами: I – малозначимі (не

бази, що значно зменшить собівартість ремонту та час простоювання трактора в ремонті.

7. Застосування в життєвому циклі трактора одного капітального та одного профілактичного ремонту дає можливість зменшити кількість відмов на початку післяремонтного періоду експлуатації до 9%, а вкінці до 11,4%, в порівнянні з безремонтним варіантом, що вказує на зменшення часу з простоюванням трактора для усунення відмов.

8. Розроблення річного графіка завантаження майстерні дає можливість рівномірно завантажити ремонту майстерню на протязі року, а також своєчасно підготувати сільськогосподарську техніку для проведення планових агротехнічних робіт, що в цілому підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

9. Розроблення заходів з охорони праці для технологічно перепланових ділянок майстерні дасть можливість покращити умови праці на робочих місцях, а розроблення організаційно-технологічної карта дозволяє зменшити шкідливі і небезпечні виробничі фактори на робочому місці, покращити умови праці робітників і зменшити небезпечність робіт при роботі на стенді для проведення робіт з розбирання та складання коробок передач.

10. Впровадження запропонованих організаційно-технологічних заходів направлених на удосконалення робіт з технічного сервісу тракторного парку господарства дозволить збільшити річну програму ремонтно-обслуговуючих робіт забезпечити додатковий річний прибуток в розмірі 135121,6 грн., рівень рентабельності в розмірі 25,2 % при цьому термін окупності додаткових вкладень складає близько 0,9 року, що підтверджує актуальність проведених досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ivanovs S., Bulgakov V., Nadykto V., Kuvachov V. Theoretical investigation of turning ability of two-machine sowing aggregate. Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17, pp. 314-322.
2. Bulgakov V., Ivanovs S., Adamchuk V., Nowak J. Theoretical investigation of steering ability of movement of asymmetric swath header and tractor aggregate. Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17, pp. 301-308.
3. Bulgakov V., Pascuzzi S., Nadykto V., Ivanovs S. A mathematical model of the plane-parallel movement of an asymmetric machine and tractor aggregate. Journal of Agricultural Engineering. Vol. 49, No 1, 2018, pp. 258-271.
4. Bulgakov V., Nikolaenko S., Holovach I., Ivanovs S., Vartukapteinis K. Theoretical investigations of oscillations of root crop head cleaner hanged on integral row-crop tractor. Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, pp. 1395-1408.
5. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents. Environmental Chemistry Letters, vol. 16, 2018, pp. 79-84.
6. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal, vol. 19, 2017, pp. 158-163.
7. Viba J., Lavendelis E. Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME, 22 April 2006. Tallinn, Estonia, pp. 95-98.
8. Gorobets V.G., Trokhaniak V.I., Rogoskii I.L., Titova L.L., Lendiel T.I., Dudnyk A.O., Masiuk M.Yu. The numerical simulation of hydrodynamics and mass transfer processes for ventilating system effective location. INMATEH. Agricultural Engineering. Bucharest. Romania, vol. 56, No 3, 2018, pp. 185-192. Scopus. WoS.
9. Pinzi S., Cubero-Atienza A.J., Dorado M.P. Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. Journal of Sound and Vibration, vol. 266 (3), 2016, pp. 407-441.
10. Voinalovych A.V., Motrich M.N. Control of the technical state of agricultural aggregates by facilities of fault detection. Mechanization in agriculture. Sofia. Bulgaria, Year LXI, ISSN 0861-9638, issue 12, 2015, pp. 29-31.

11. Dubbini M, Pezzuolo A, De Giglio M, Gattelli M, Curzio L and Covi D 2017 Last generation instrument for agriculture multispectral data collection *CIGR Journal* 19 158-163
12. Yata V K, Tiwari B C and Ahmad I 2018 Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents *Environmental Chemistry Letters* 16 79-84
13. Miu V 2016 Combine harvesters: theory, modeling and design *CRC* 6 208-224
14. Rogovskii I, Titova L, Novitskii A and Rebenko V 2019 Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters *Engineering for rural development* 18 291-298
15. Smejtkova A, Vaculik P and Prikryl M 2016 Rating of malt grist fineness with respect to the used grinding equipment *Research in Agricultural Engineering* 62(3) 141-146
16. Aldoshin N and Didmanidze O 2018 Harvesting lupines albus axial rotory combine harvesters *Research in Agricultural Engineering* 64(4) 209-214
17. Bawatharani R, Jayatissa D N, Dharmasena D A and Bandara M H 2013 Impact of reel index on header losses of paddy and performance of combine harvesters *Tropical Agricultural Research* 25(1) 1-13
18. Partko S A and Sirotenko A N Self-oscillation in agricultural mobile machine units 2020 *Journal Physics* 1515 042084
19. Hevko B M, Hevko R B, Klendii O M, Buriak M V, Dzyadykevych Y V and Rozum R I 2018 Improvement of machine safety devices *Acta Polytechnica* 58(1) 17-25
20. Markov V A, Sokolova V A, Rzhavtsev A A and Voinash S A 2019 Research of wear resistance of the composite coverings applied by a method of electric contact sintering *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 315 32060
21. Molenda M, Horabik J, Thompson S and Ross I 2004 Effects of grain properties on loads in model silo *International Agrophysics* 18 329-332
22. Šotnar M, Pospíšil J, Mareček J, Dokukilová T and Novotný V 2018 Influence of the combine harvester parameter settings on harvest losses *Acta Technologica Agriculturae* 3 105-108
23. Isaac N, Quick G, Birrell S, Edwards W and Coers B 2006 Combine harvester econometric model with forward speed optimization *Applied Engineering in Agriculture* 22 25-31
24. Rogovskii I, Titova L, Trokhaniak V, Trokhaniak O and Stepanenko S 2019 Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera *Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering* 12(61) 117-128
25. Kutzbach H D 2000 Trends in power and machinery *Journal of Agricultural Engineering Research* 76(3) 237-247
26. Ivanov A, Konovalov V, Lyandenbursky V, Rodionov Y and Zakharov Y 2020 Diesel engine diagnostic training program *E3S Web of Conferences* 164 12009

27. Masek J, Novak P and Jasinskas A 2017 Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions *Engineering for rural development* 16 1180-1185
28. Spokas L and Steponavicius D 2011 Fuel consumption during cereal and rape harvesting and methods of its reduction *Journal of Food Agriculture & Environment* 9(3-4) 257-263
29. Biaou O, Moreira J, Hounhouigan J and Amponsah S 2016 Effect of threshing drum speed and crop weight on paddy grain quality in axial-flow thresher (ASI) *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology* 3(1) 3716-3721
30. Mráz M, Urbanovičová O, Findura P and Prístavka M 2019 Use of information systems to support decision making according to analysis machines *Agricultural Machinery* 2 89-93
31. Mashkov S, Ishkin P, Zhiltson S and Mastepanenko M 2019 Methods of determining the need for agricultural machinery *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 403 012079
32. Bulgakov V, Pascuzzi S, Nadykto V and Ivanovs S 2018 A mathematical model of the plane-parallel movement of asymmetric machine aggregate *Agriculture* 8(10) 151-157
33. Almosawi A, Alkhafaji A and Alqazzaz K 2016 Vibration transmission by combine harvester to the driver at different operative conditions during paddy harvest *International Journal of Science and Nature* 7(1) 127-133
34. Sarwar M, Ullah S, Farooq U and Durrani M 2017 Engine idling: a major cause of CO emissions & increased fuel costs *Journal of Operations and Logistics Management* 6(2) 44-54
35. Szpica D 2019 New Leiderman–Khlystov coefficients for estimating engine full load characteristics and performance *Chinese Journal of Mechanical Engineering* 32(1) 94-107