

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ___ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: **«РОЗРОБЛЕННЯ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СЕРВІСНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ
АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО
РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

31МЗД.065.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ спе-
ціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія

_____ Валерій ПАРШИН

Керівник доц. _____

Консультант проф. _____

Нормоконтроль доц. _____

Рецензент, інж. _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2021**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут, факультет МТ Кафедра Машиновикористання в землеробстві
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 208 Агроінженерія
ОПП Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МВЗ
доцент _____ Володимир КУВАЧОВ
“ ____ ” _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВО

Паршин Валерій Ігорович

1 Тема роботи: «Розроблення нової технології сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки агропромислових підприємств Мелітопольського району Запорізької області»

керівник проекту

затверджена наказом ректора університету від “ 13 ” жовтня 2020 р. № 1428-С.

2 Строк подання здобувачем ВО роботи 06.02.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи Практичні результати, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

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

1. Проаналізувати актуальність теми роботи та проблеми, поставити задачі до виконання досліджень та/або розробки інновацій

2. Аналіз та обґрунтування технології сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки агропромислових підприємств

3. Розробити та дослідження технологій сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки агропромислових підприємств

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінити економічну ефективність прийнятих рішень та інновацій

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Напрямки вирішення проблем сервісного обслуговування

2. Аналіз стратегій сервісного обслуговування

3. Розробка методики вибору стратегії сервісного обслуговування

4. Теоретичні основи корегування системи сервісного обслуговування

5. Оптимізація системи сервісного обслуговування машин

6. Визначення показників ефективності використання стратегій ТО

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 13.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан проблеми та постановка задач дослідження	13.10.2020 р.- 12.11.2020 р.	
2	Технічний сервіс в сільськогосподарському виробництві	13.11.2020 р.- 15.12.2021 р.	
3	Дослідження стратегій технічного обслуговування машин	16.12.2021р. - 18.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.01.2021р. - 25.01.2021 р.	
5	Техніко-економічні показники проведених досліджень та інновацій	26.01.2021 р.- 01.02.2021 р.	

Здобувач ВО

_____ Валерій ПАРШИН
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис) (ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ аркуша	Примітка
	A4	31МЗД.065.000000ПЗ	Пояснювальна записка	75		
	A1	31МЗД.065.101000	Напрямки вирішення проблем			
			сервісного обслуговування	1	1	
	A1	31МЗД.065.201000	Аналіз стратегій сервісного обслуговування	1	2	
	A1	31МЗД.065.301000	Розробка методики вибору стратегії сервісного обслуговування	1	3	
	A1	31МЗД.065.302000	Теоретичні основи керування системи сервісного обслуговування	1	4	
	A1	31МЗД.065.303000	Оптимізація системи сервісного обслуговування	1	5	
	A1	31МЗД.065.501000	Визначення показників ефективності використання стратегій ТО	1	6	

					31МЗД.065.000000ВДР		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	Дипломна робота		
Розроб.	Паршин						
Перев.							
Н. контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	1
					ТДАТУ, 2021		
					4		

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 75 сторінок машинопису, 5 розділів, 17 таблиць, 9 рисунка, 28 джерел літератури

Графічна частина роботи – 6 листів формату А1

Мета роботи – дослідження факторів, які суттєво впливають на систему технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки.

Об'єкт дослідження – процес функціонування планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту комплексу сільськогосподарських машин.

Предмет досліджень – закономірності впливу показників на ресурсозбереження при технічному обслуговуванні машинно-тракторних агрегатів.

Для дослідження поставленої мети було вирішено такі задачі:

- розроблено математичну модель теоретичної корекції стратегій технічного обслуговування машин;
- запропоновано практичні рекомендації щодо коректування режимів технічного обслуговування та ремонту техніки;
- наведено практичний приклад застосування методики розрахунків показників надійності комплексів машин на прикладі господарства.

Розроблено та обґрунтовано заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при технічному обслуговуванні техніки..

Проведено техніко-економічну оцінку розробленої попереджувальної системи технічного обслуговування.

Ключові слова: СЕРВІС, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, БЕЗВІДМОВНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ, НАДІЙНІСТЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ПЕРІОДИЧНІСТЬ, СТРАТЕГІЯ, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Стан питання.....	10
1.2 Існуючі проблеми при виробництві і експлуатації машин і обладнання.....	16
1.3 Постановка задач дослідження.....	21
2 ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	22
2.1 Забезпечення технічної експлуатації на основі підвищення безвідмовності машин.....	22
2.2 Проблема паливної економічності машин в технічній експлуатації...	25
2.3 Підвищення ремонтпридатності машин – основа трудовбереження в сфері експлуатації машин.....	31
2.4 Ресурсозбереження при технічному сервісі в АПК.....	32
3 ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН.....	37
3.1 Стратегія технічного обслуговування.....	37
3.2 Методика оптимізації періодичності технічного обслуговування машин.....	40
3.3 Оптимізація періодичності ТО машин з урахуванням параметра поточу відмов.....	42
3.4 Результати оптимізації періодичності ТО машин.....	44
3.5 Коректування режимів ТОР машин з урахуванням зональних умов їхнього використання.....	49
3.6 Удосконалювання режимів ТО збиральної техніки.....	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55

4.1 Аналіз стану охорони праці	55
4.2 Проектні рішення з охорони праці	58
4.3 Надзвичайна ситуація на пункті технічного обслуговування тракторів, заходи її попередження	59
4.4 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних аварійних ситуацій на виробництві	60
5 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	63
5.1 Методика оцінки та її застосування при розрахунку показників надійності технологічних комплексів	63
5.2 Результати розрахунків показників надійності технологічних комплексів	70
5.3 Техніко-економічна оцінка розроблених рішень.....	71
ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	73

ВСТУП

Сервісне обслуговування – це комплекс заходів спрямований на попередження поломки сільськогосподарської техніки агропромислових підприємств шляхом проведення своєчасної діагностики й профілактики при регламентованому використанні технічних засобів за призначенням.

Для забезпечення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції необхідно систематично знижувати трудові, матеріальні і енергетичні витрати при її виробництві. Тому надлишкові витрати при усуненні раптових відмов чи втрати коштів від простою техніки, з цієї точки зору, не припустимі.

Витрати трудових і матеріальних ресурсів при виробництві сільгосппродукції залишаються високими. Виробництво сільгосппродукції в Україні в 4...5 разів більш енерго- і матеріаломістке, ніж в США. Питома вага матеріальних і енергетичних витрат в собівартості продукції в АПК зросло з 4...10 до 20...35%. Тому в АПК України повинна бути розроблена чітка програма відновлення сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки агропромислових підприємств, що включає в себе його правові, економічні, організаційні, науково-технічні основи і механізми їх реалізації.

Програма повинна передбачувати вирішення наступних задач:

- створення умов для надійного і раціонального сервісного обслуговування на стадіях розробки і експлуатації машин і обладнання;
- розробка і введення в дію системи заходів по сервісному обслуговуванню при використанні машин і обладнання в рослинництві, тваринництві, переробці продукції, в сфері технічного сервісу;
- забезпечення на стадії створення техніки для села екологічності двигунів внутрішнього згоряння і економної витрати масла, використання енергоємних

технологій, машин і обладнання, нетрадиційних джерел енергії (сонця, вітру, малих рік і т.д.), а також альтернативних видів палива, місцевих і вторинних енергоресурсів;

- створення ефективних систем обліку енергоресурсів, зниження втрат при транспортуванні, зберіганні і заправці паливно-мастильними матеріалами;

- забезпечення паливної економічності двигунів внутрішнього згорання шляхом підвищення організаційно-технічного рівня технічного сервісу в АПК.

Концепція сервісного обслуговування при створенні і експлуатації машин і обладнання в АПК повинна включати:

- створення структури регіонального і галузевого органів управління сервісним обслуговуванням;

- розробку нормативно-правового механізму сервісного обслуговування, що включає в себе закон про сервісне обслуговування с.-г. техніки, регіональні нормативи, систему їх контролю, стандартизації, енергетичного обладнання і технологій, послуг по технічному обслуговуванні і ремонту;

- формування фондів сервісного обслуговування і розробку економічного механізму, що б забезпечувало реалізацію цінової, кредитної і пільгової політики, формування диференційованих тарифів на послуги, стимулювання сервісного обслуговування на всіх стадіях виробництва і експлуатації машин і обладнання.

1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Стан питання

Технічне обслуговування (ТО) – це комплекс робіт по підтриманню працездатності машин при їх використанні, зберіганні і транспортуванні. Мета ТО – створення найбільш сприятливих умов роботи машин і своєчасне попередження появи несправностей.

Питання системи ТО і ремонту (ТОР) в Україні набуває дуже важливого значення. Сьогодні система ТОР потребує значних змін. Вона застаріла і не відповідає вимогам сучасних господарств. Правильна організація і висока якість технічного обслуговування парку машин – один із головних факторів, що забезпечує високу технічну готовність й ефективність використання машин, необхідних для виконання робіт по виробництву сільськогосподарської продукції.

Тому необхідно дуже серйозно підходити до вирішення цього питання, ретельно синтезувати існуючі системи ТОР, враховуючи стан сучасних господарств, для того, щоб розробити нову систему технічного обслуговування і ремонту, яка б відповідала всім вимогам сучасних господарств.

В попередні роки машинно-тракторний парк (МТП) господарств не поновлювався новою технікою, парк машин старіє, знижується технічний ресурс машини, як наслідок, збільшується навантаження на машини. Спостерігається різке погіршення стану підготовки техніки до сільськогосподарських робіт, скрутний фінансовий стан власників техніки не дає можливості своєчасно оновлювати засоби виробництва та проводити їх ТО [14].

Забезпечити високу якість обслуговуючих робіт і підтримати техніку в працездатному стані можливо лише шляхом проведення докорінної організаційної перебудови існуючих структур, технічного переоснащення всіх ланок ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ), організації і технології ремонтно-обслуговуючих робіт.

Проблеми ТО машин сільськогосподарського призначення.

Сьогодні існують і використовуються системи ТО:

1) Регламентна – технічне обслуговування здійснюється або тільки через визначені, твердо встановлені проміжки часу роботи машини, або календарно, незалежно від часу роботи і фактичного стану машини. Машина обслуговується тільки заплановані моменти часу. Регламентне ТО призначається для усунення відмов машин, що не мають чітко виражених інформаційних параметрів, що прогнозують ознаки відказу. Відмови, що виникають між ТО, не усуваються і не впливають на інтенсивність виникнення непередбачуваних відмов.

2) При використанні стратегії обслуговування “за потребою” машина обслуговується за результатами діагностування або при виникненні відказів.

3) Комбінована стратегія обслуговування допускає використання перерахованих стратегій в різних поєднаннях.

4) Стратегія планово-попереджувального обслуговування допускає усунення наслідків відказів у частини машин “за потребою”, в момент проведення ТО і в профілактичному порядку. Стратегія планово-попереджувального обслуговування чітка і в багатьох випадках забезпечує найменші витрати. Наявність перерахованих переваг даної стратегії і є основною причиною її широкого застосування.

Вище вказані стратегії не виключають змін в допустимих межах встановленої тривалості роботи до проведення регламентних робіт. Змінювати тривалість роботи між ТО допускається в тих випадках, коли виникає необхідність в їх проведенні раніше запланованого моменту часу. В деяких випадках необхідність в зміні моменту часу постановки машини на ТО виникає у зв'язку з відсутністю або наявністю великого обсягу сільськогосподарських робіт в даний момент часу [1],[5],[13],[16]

Найбільш доцільною стратегією ТО машин в агропромисловому комплексі (АПК) є обслуговування “за потребою” з урахуванням результатів діагностування.

Досвід експлуатації МТП, накопичений за останні роки, показує, що система ТО машин в сільському господарстві потребує удосконалення. Основними причинами цього є: зниження експлуатаційної надійності машин, збільшення середнього віку парка з 5,2 до 10-15 років при залишковій гідності 30-40%, відсутність у 50-70% сільськогосподарських товаровиробників матеріально-технологічної бази, ремонтно-технічного оснащення, паливно-мастильних матеріалів (ПММ) і т.д., зниження ролі інженерної служби по ТОР машин.

Існуючі види технічного обслуговування тракторів і сільськогосподарських машин приведені в таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1 - Види технічного обслуговування тракторів і сільськогосподарських машин

Види технічного обслуговування	Трактори і самохідні шасі	Комбайни, складні самохідні і причіпні машини, складні стаціонарні машини	Посівні і садильні машини, жатки і підбирачі, машини для захисту рослин	Ґрунто-обробні машини, причепи, візки, простіші машини для обробки культур
1	2	3	4	5
Технічне обслуговування при експлуатаційній обкатці	+	+	+	+
Щозмінне технічне обслуговування (ЩТО)	+	+	+	+
Перше технічне обслуговування (ТО-1)	+	+	+	+
Друге технічне обслуговування (ТО-2)	+	+	-	-
Третє технічне обслуговування (ТО-3)	+	-	-	-
Сезонне технічне обслуговування - при переході до весняно-літнього періоду експлуатації (СТО-ВЛ);	+	-	-	-
- при переході до осінньо-зимового періоду експлуатації (СТО-ОЗ);	-	+	+	+

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
Технічне обслуговування перед початком сезону роботи (ТО-Е) для машин сезонного використання	-	+	+	+
Технічне обслуговування в особливих умовах експлуатації (піщані, кам'янисті і болотисті ґрунти, пустелі, низькі температури і високогір'я)	+	-	-	-
Технічне обслуговування при зберіганні	+	+	+	+

Примітка. Знак "+" означає наявність технічного обслуговування у тракторів і машин даної групи, а знак "-" - відсутність.

Проблеми ТО автомобілів.

В останні часи для підтримки автомобілів в працездатному стані, зменшення інтенсивності зношування деталей, виявлення і попередження відказів і несправностей домінуюче місце займала планово-попереджувальна система ТО і ремонту автомобілів. Вона представляє собою профілактичний захід, що проводився в плановому порядку в обсязі прийнятого переліку операцій через відповідні пробіги або під час роботи [2],[15].

Операції ТО і ремонту проводяться як з попереднім контролем, так і без нього. Основним методом контролю є діагностика, що дозволяє визначити технічний стан автомобілів без розбирання.

При діагностуванні визначається дійсна потреба в виконанні робіт при наступному ТО і прогнозування моменту виникнення відказу або несправностей.

ТО автомобілів за періодичністю, переліку і трудомісткості виконуваних робіт підрозділяються на: щоденне обслуговування – ЩО; перше технічне обслуговування – ТО-1; друге технічне обслуговування – ТО-2; сезонне обслуговування – СО.

Але впровадження планово-попереджувальної системи ТОР автомобілів можливо лише за наявності відповідної виробничо-технічної бази.

ТО станків і обладнання підприємств.

Для станків і обладнання на різних видах підприємств також існує своя система ТО і ремонту.

Вона представляє собою організацію і виконання робіт по ТО і ремонту обладнання з метою зберігання протягом обумовленого часу при заданих умовах експлуатації виробництва, точності та інших показників продуктивності.

До технічного обслуговування відносяться роботи по підтриманню працездатності станків і машин при зберіганні, транспортуванні, підготовки до використання і використанні (включаючи нагляд за виконанням правил технічної експлуатації обладнання при зберіганні, транспортуванні і використанні)[3],[1]

Для здійснення ТО обладнання існує типова система ТО, яка передбачає:

- склад обов'язкових регламентних операцій обслуговування;
- періодичність їх виконання за відпрацьованим оперативним часом;
- розподілення обов'язків між виконавцями;
- трудомісткість і вартість кожної регламентної операції;
- трудомісткість і вартість непланового обслуговування;
- організація виконання обслуговування і контролю його якості;
- технологічна і матеріальна підготовка;
- підготовка кадрів, тарифікація робіт і форми оплати робітників;
- організація планування, врахування виконання і аналізу результатів ТО;
- організація нагляду за виконанням правил технічної експлуатації станків і машин.

ТО обладнання починається задовго до здачі його з монтажу і навіть до постачання на підприємство і триває аж до списання і здачі в лом.

Тривале зберігання обладнання працездатним і зменшення суми витрат на її підтримання і втрат основного виробництва, пов'язаних з простоями облад-

нання через несправності, потребує раціональної організації і обов'язкового виконання комплексу робіт по його ТО.

На підприємствах ТО обладнання повинно стояти на першому місці. Раціональна організація технічного обслуговування потребує чіткої регламентації і планування по можливості всіх робіт, що до нього входять, по їх утриманню і періодичності виконання, а також розподілення їх серед різних виконавців.

Однак регламентуючи весь обсяг робіт, що входить в склад ТО станків і машин практично неможливо, так як для цього необхідно безперервно спостерігати за виникненням відказів, що мають випадковий характер, всіх швидкозношуваних деталей і порушень всіх невідповідальних рухомих спряжень і нерухомих роз'ємних з'єднань.

Організація такого безперервного спостерігання є економічно неефективною. Тому разом з регламентними (плановими) обов'язковими роботами ТО включає випадкові роботи, що виконуються за потребою.

Система ТО залізничного транспорту.

Для підтримання залізничного транспорту в справному стані передбачена планово-попереджувальна система ТО. Технічне обслуговування ставить перед собою задачу профілактичного характеру – попередити виникнення несправностей, зменшити зношення деталей, знизити темп погіршення технічного стану і властивостей окремих елементів конструкції і системи транспортування.

Система ТО залізничного транспорту передбачає такі види технічного обслуговування:

1) Технічне обслуговування ТО-1 виконується бригадами у відповідності з переліком робіт, що входять до ТО-1.

2) Технічне обслуговування ТО-2 виконується висококваліфікованими слюсарями в пункті ТО, обладнаному необхідним обладнанням, інструментом і забезпеченим технологічним запасом деталей і матеріалів.

3) При технічному обслуговуванні ТО-3 виконують в більш повному обсязі огляд, перевірку стану і надійності кріплення елементів, особливо пов'язаних з безпекою руху, перевіряють і регулюють апаратуру, наявність змащення і т.п.

ТО комплексом профілактичних робіт різного обсягу дозволяє уповільнювати природний знос або старіння деталей.

1.2 Існуючі проблеми при виробництві і експлуатації машин і обладнання

Дослідженнями встановлено, що внаслідок механізації і електрифікації галузей економіки і біту споживання енергії (Е) в останнє десятиріччя зростає по залежності [11]:

$$E = E_0 \cdot e^{kt},$$

де E_0 - значення Е на початку відліку часу, тобто $t=0$;

k – коефіцієнт, що залежить від технічного рівня розвитку регіону, країни в цілому.

Дане рівняння діє на певний період, так як запаси енергоресурсів на землі обмежені.

В теперішній час основним джерелом енергії є вугілля, нафта і газ(96%). Ресурси нафти у світі складають близько 500 млрд. т у.т. (1 т у.т. – 8140 кВт ч), і к 2050-2060 рр. Вона може зійти зі сцени як промислове джерело енергії.

Забезпечення промислової безпеки країни вимагатиме збільшити потребу в енергоресурсах в перспективі на 15-20%. Зросте частка використання газу і електроенергії, що призведе до структурної зміни енергобалансу [6].

Енерговитратні технологія і техніка, відсутність організаційно-економічного механізму реалізації заходів по енергопостачанню АПК України обумовили паливно- і енерговитратне виробництво сільгосппродукції.

Енергоємність виробництва продукції сільського господарства в Україні в 1,5-2 рази вище, ніж в США та інших розвинутих країнах світу.

Ресурсозбереження при виробництві й експлуатації машин і обладнання повинна включати:

створення структури державного, регіонального й галузевого органів керування ресурсозбереження при виробництві й експлуатації машин і обладнання в АПК;

розробку нормативно-правового механізму, що включає закон про ресурсозбереження, регіональні нормативи енергоспоживання й енергоємності, систему стандартизації засобів і технологій у різних сферах АПК;

розробку економічного механізму ресурсозбереження, принципів формування, диференційованих по регіонах і змінам тарифів на енергоресурси;

розробку програми, що передбачає використання поновлюваних джерел енергії, альтернативних видів палива й місцевої сировини, вторинних енергоресурсів, а також зон їхнього застосування.

Основні напрямки ресурсозбереження в АПК дані на рисунку 1.1.

Загальні принципи системного забезпечення ресурсозбереження

Державні й галузеві стандарти й інші нормативні документи (НД) по відпрацюванню конструкцій машин повинні утримувати як невід'ємну складову частину правила й вимоги по відпрацюванню конструкцій на ресурсозбереження (РЗ).

Базові оціночні показники РЗ вибираються з урахуванням призначення, режимів експлуатації й рівня втрат від простою машин. Вибір оптимального варіанта конструктивного рішення за умовами доцільності застосування методів РЗ є дотриманням умови [6]:

$$\frac{C_m + C_3(t_{mo})}{t_{mo}} \geq \frac{C_{omp} + C_3(t_m)}{t_m}, \quad (1.1)$$

де C_m , $C_{отр}$ — ціни нового й відновленого ресурсів машин, грн.;

$C_3(t_{mo})$, $C_3(t_m)$ — витрати на підтримку машини в працездатному стані в до ремонтному і міжремонтному періодах, грн.

Якщо ця умова не дотримується, то за інших рівних умов впровадження заходів щодо забезпечення ресурсозбереження є недоцільним.

Вони включають сфери рослинництва й технічного сервісу.

У рослинництві
<p>Шляхом підвищення: безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності, зберігаємості, транспортабельності, ергономічності, екологічності, продуктивності, паливній економічності, уніфікації й стандартизації Шляхом створення блочно-модульних конструкцій, модульних енерготехнологічних засобів, ДВЗ, що працюють на альтернативних паливах (рідке й газоподібне паливо з деревини й рослинних відходів, біо-газ, зріджений і стиснений газ і ін.), підвищення ККД енергозберігаючих робочих органів машин, висіваючих апаратів вібраційного типу; комбінованих плугів, багатоцільових фронтальних машин, конструкцій, що дозволяють знизити металоємність енергонасиченої техніки; автоматизації процесів живлення й зрошення культур за допомогою ЕОМ; автоматизації процесів подачі палива, контролю технічного стану, тиску повітря в шинах, швидкісного й енергетичного режимів, зниження енергоємності приводів.</p>

У сфері технічного сервісу
<p>Шляхом удосконалювання: режимів ТО й ремонту, ремонтно-технологічного встаткування, засобів контролю й діагностування, процесів відновлення деталей, методів економії ПММ (зниження їхніх втрат при транспортуванні, зберіганні, заправленні й експлуатації) Шляхом використання вторинних ресурсів техніки, енергоекономічного обладнання, енергоекономічних процесів ТО і ремонту, забезпечення збереженості техніки, підвищення ефективності машиновикористання (організація МТС, міні-МТС, механізованих загонів, внутрішньогосподарське й міжгосподарське використання) Шляхом застосування: змінних вузлів, агрегатів, методів діагностування машин (стаціонарні й пересувні агрегати), підтримки оптимальних теплових режимів ДВЗ, регулювання ПНВТ, форсунок, удосконалювання методів і засобів контролю й випробувань ДВЗ, КП, мостів, гідропневмосистем. повнокомплектних машин.</p>

Економія паливно-мастильних матеріалів
Економія електроенергії
Економія металу й матеріалів
Скорочення трудомісткості й витрат часу
Підвищення продуктивності і її збереженості
Поліпшення здоров'я працівників
Поліпшення захисту навколишнього середовища
Збереження природних ресурсів
Збільшення прибутку господарств і підприємств

Рисунок 1.1- Проблеми технічної експлуатації в сільському господарстві

Ресурсозбереження при технічній експлуатації машин забезпечується, у першу чергу, їхньою пристосованістю до ТОР. РЗ машин при ТОР виробляється за критерієм мінімальних питомих витрат на виготовлення, експлуатацію й ремонт. Важливий етап забезпечення оптимального рівня пристосованості до ТОР машин - випробування макетних і досвідчених зразків, настановних партій при виникаючій або створюваній необхідності, а також комбіновані випробування з кількісною оцінкою досягнутого рівня.

Пристосованість конструкції машини до ТОР забезпечується по заздалегідь розробленій програмі, зміст якої визначається складністю, призначенням і конструктивними її особливостями, умовами й режимом експлуатації і яка в загальному випадку охоплює всі етапи створення машини. Програма забезпечення пристосованості машин до ТОР на стадіях проектування й виготовлення являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, викладених відповідно до прийнятого переліку стадій розробки нових зразків, і є основною частиною програми забезпечення надійності машини

У сфері проектування й виготовлення ресурсозбереження забезпечується, а в сфері експлуатації реалізується й підтримується.

Ресурсозбереження при технічній експлуатації машин у загальному випадку досягається також використанням виробів при розробці машини з високими показниками безвідмовності, довговічності, зберігаємості, що забезпечують безпеку роботи, зниження потреби в ТОР без зниження ресурсу, раціональним виконанням конструкції й конструктивно-компоновочних схем, що забезпечують технологічність машини при підготовці до застосування, ТОР, а також при транспортуванні й зберіганні, підвищенням контролепригодності, доступності, блочності, легкоз'ємності, взаємозамінності, уніфікації й стандартизації деталей, наступності технологічних процесів ТОР, обмеженням кількості й номенклатури матеріалів, інструмента, допоміжного устаткування й пристосувань, необхідних для ТОР. Обмеження вимог до кваліфікації виконавців, що здійснюють ТОР, досягається шляхом автоматизації контролю працездатності машин і

якості виконуваного технологічного процесу, а також механізації робіт з монтажу, чіткості в позначеннях місць контролю технічного стану машини, змазування, регулювання, кріплення, послідовності й зручності виконання операцій, виключення можливості неправильного виконання монтажних-демонтажних операцій, лаконічності викладу правил по монтажі, а також транспортуванню й зберіганню машини.

В РЗ при технічній експлуатації машин важливе місце займає питання раціонального використання змінюваних деталей. Забезпечення раціонального використання деталей спрямовано на підвищення ефективності використання машини, зниження витрат при її експлуатації й ремонті.

Технологічність взаємопов'язаних деталей забезпечується в наступній послідовності: деталі, що є головними конструктивними елементами й впливають на якість виконання робочих функцій машини в експлуатації; деталі, найбільш дорогі у виготовленні, швидкозношувані й уразливі при впливі умов експлуатації й зовнішнього середовища; інші деталі.

У процесі технічної експлуатації досягнутий рівень РЗ підтримується системою організаційних і технічних заходів, основу якої становить планове ТОР.

Для забезпечення єдиного методичного підходу до рішення проблеми підвищення показників ресурсозбереження розглянуті конструктивно-технологічні ознаки, аналіз яких дозволяє затверджувати, що проектування, виготовлення, експлуатація разом з керуючими ними конструкторами, технологами, експлуатаційниками й ремонтниками утворюють складну єдину систему. Її реалізація повинна здійснюватися шляхом підвищення рівня безвідмовності машини, збільшення періодичності виконання операцій ТОР і доступності при їхньому виконанні, легкоз'ємності при демонтажі-монтажі, скорочення кількості складальних одиниць, що вимагають обслуговування, стандартизації й уніфікації деталей і експлуатаційних матеріалів, скорочення номенклатури й типорозмірів кріпильних деталей, підготовки й внесення змін у конструкторську документацію.

Таким чином, аналізуючи існуючі проблеми експлуатації техніки, ми бачимо, що проблеми ресурсозбереження при ТО невід'ємно пов'язані з техніч-

ною експлуатацією машин. Їх не можна відокремлювати і вирішувати одну проблему без урахування іншої.

1.3 Постановка задач дослідження

1) Розглянути існуючі проблеми технічного обслуговування в сільськогосподарському виробництві, зокрема, забезпечення сервісу на основі підвищення безвідмовності машин, вплив паливної економічності машин на ресурсозбереження в сільськогосподарському виробництві, а також проблеми при технічному сервісі в АПК.

2) Проаналізувати результати досліджень в сфері створення і експлуатації машин і обладнання в АПК, розкрити технічні, технологічні, організаційно-економічні основи і резерви технічного обслуговування, розглянути шляхи і способи їх реалізації для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

3) Дослідити проблеми при технічному обслуговуванні машин: існуючі види і стратегії технічного обслуговування, методику оптимізації періодичності технічного обслуговування машин, а також з урахуванням параметра потоку відмов; запропонувати доцільний варіант стратегії технічного обслуговування.

4) Провести коректування режимів технічного обслуговування і ремонту машин з урахуванням зональних умов їхнього використання, а також удосконалення режимів технічного обслуговування сільськогосподарської техніки.

2 ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

2.1 Забезпечення технічної експлуатації на основі підвищення безвідмовності машин

Встановлено, що частка витрат на технічний сервіс машин досягає 20-25% від їхньої балансової вартості. У цілому в галузі щорічні витрати на ТО й ремонт машин становлять 7,5% вартості валової продукції сільського господарства. Приблизно 50% цих витрат становить вартість запасних частин [6].

Таблиця 2.1- Структура витрат на ТОР машин

Машини	Частка витрат на ТОР, %					
	КР	ТР	ТО	заміна шин (гусениць)	зберігання	усього
Трактори	15-19	38-42	10-18	22-31	2-3	100
Комбайни	11-30	56-65	2,5-3,0	5-8	7-12	100

Витрати на ремонт техніки закордонного виробництва трохи менше й становлять 6,7-10,5% від балансової вартості (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 - Нормативи витрат на ремонт техніки у відсотках від балансової вартості

Машини	Річне завантаження, год			Збільшення витрат на кожні 100 год додаткового завантаження, %
	трактори			
	750	100	1500	
	машини			
	100	150	200	
Трактори	6,7	8,0	10,5	0,5
Самохідні комбайни	2,5	3,5	4,5	2,0
Плуги, культиватори, борони	8,0	11,0	14,0	6,0
Косарки, роторні культиватори	7,0	9,5	12,0	5,0
Дискові борони, картоплесадильні машини	5,5	7,5	9,5	4,0
Сівалки, сіноперекидачі	4,5	6,5	8,5	4,0
Сівалки кукурудзяні	4,0	5,5	7,0	3,0

Наведені дані показують, що пріоритетним напрямком ресурсозбереження при технічній експлуатації сільськогосподарських машин є підвищення безвідмовності машин [13].

З урахуванням досягнутого рівня безвідмовності тракторів і загальних закономірностей її зміни визначені показники, що рекомендуються, на найближчу перспективу (табл.2.3).

Таблиця 2.3 - Рекомендовані показники безвідмовності тракторів

Трактори	Тяговий клас, кН	Марка типового трактора	Наробіток на відмову II і III груп складності в умовах експлуатації	
			реальної	номінальної
Колісні	6	T-25	300-400	650-700
	9	ЛТЗ-55(Т-40А)	260-300	550-600
	14	МТЗ-80, -82	250-300	450-500
	20	ЛТЗ-155	250-280	430-470
	30	T-150К	200-250	400-450
	50	К-701М	200-250	100-450
Гусеничні	20	T-70СМ	150-200	300-350
	30	ДТ-75Н	160-220	320-380
	40	T-4А	120-160	250-280

Показники безвідмовності тракторів і їхніх двигунів. За розглянутий період показники безвідмовності тракторів К-701, К-701М, Т-25А, Т-40М, Т-40АМ трохи підвищилися, і їхній середній наробіток на відмову, а також на складну відмову відповідає вимогам нормативів і становить відповідно 175, 225 і 184 (по відмовах I, II і III груп складності) при нормативі 136, 158, 170 і 441, 1364, 476 (по відмовах II і III груп складності) при нормативі 333, 588 і 455 мото-год. По тракторах К-701М, Т-25А и Т-40АМ загальна кількість відмов не перевищує відповідно 4,3, 2,2 і 4 при нормативі 9, 5,1 і 6,6. По тракторах К-701, К-701М забезпечене зниження відмов III групи складності в 5,3 рази (з 1,6 до 0,3), двигунам ЯМЗ-8423 (К-701 М) - в 3,5 рази (з 0,8 до 0,3).

Продукція ряду тракторних заводів стала менш надійної. У тракторів Т-150 середній наробіток на складну відмову за останні п'ять років знизилася в 1,7 рази (з 517 до 300 мото-год), тракторів ДТ-75Н, ДТ-75М відмови III групи склад-

ності зросли в 9 разів (з 0,3 до 2,7), тракторів МТЗ-80 і МТЗ-82 відмови II і III групи складності знизилися в 1,7 рази (з 500 до 366 мото-год).

З урахуванням відмов виробничого характеру, що виникають на виробках власного виробництва, їхня частка по тракторах досягає до 54 (МТЗ-80, МТЗ-82)-77,9% (Т-28х4М-А). Питома тривалість усунення наслідків відмов тракторів у середньому становить 13,6..51 год за 1000 мото-год їхньої роботи (табл. 2.4).

Питома трудомісткість усунення наслідків відмов тракторів за 1000 мото-год їхньої роботи в середньому становить 19,7 (Т-16М) люд.-год. Показники безвідмовності тракторів не відповідають вимогам особливо у тракторів ДТ-175С (127 при нормативі 319 мото-год), ЮМЗ-6Л (375 і 667 мото-год) [6].

Таблиця 2.4 - Питомі тривалість і трудомісткість усунення наслідків відмов тракторів

Марка трактора	Питома тривалість усунення наслідку відмов, год/1000 мото-год		Питома трудомісткість усунення наслідку відмов, люд.-год/1000 мото-год	
	діапазон зміни	середнє значення	діапазон зміни	середнє значення
Т-16М/МГ	10,3-29,3	18,9	10,3-30,1	19,7
Т-28Х4М-А	14,9-44,8	25,0	15,0-49,0	27,8
МТЗ-80, -82	4,0-20,3	13,6	12,0-94,0	33,6
Т-70С	18,3-25,4	22,9	20,0-30,0	25,3
Т-150К	24,6-48,2	32,9	37,0-48,4	43,1
ДТ-175С	18,0-89,1	51,0	20,0-104,0	62,0
ДТ-75МЛ	8,4-33,9	26,6	8,0-48,6	31,0
К-701 701Р	27,0-57,3	38,3	34, 0-62,0	45,3

Трактори працюють із підтіканням мастил, палива, несправною світловою й звуковою сигналізацією. Більшість відмов (76%) усуваються в господарствах, близько 18% - у майстерних господарств (в основному відмови III групи складності) і лише невелика частина відмов, пов'язаних з розстикуванням або заміною основних агрегатів на ремонтно-технічному підприємстві (РТП). Таким чином, необхідність усунення наслідків відмов у господарствах вимагає постій-

ного вдосконалювання ремонтних засобів, а також поліпшення пристосованості тракторів до ТОР.

Найбільш характерні прояви відмов виражаються в руйнуванні неметалічних виробів (14%), тріщинах (9%), а також зависаннях, повертанні, деформаціях, вигинах. У результаті вдосконалювання операцій ТО, а також поліпшення експлуатації знижуються відмови, викликані розрегулюванням форсунок, гальм, зчеплення.

Удосконалювання ТО, поліпшення пристосованості тракторів до його проведення, частковий перехід до централізованого ТО, забезпечення господарств необхідними асортиментами ПММ - резерви зниження відмов по експлуатаційних причинах.

Усувають відмови в основному заміною складових частин і деталей (68%) і відновленням деталей, що відмовили (20%). У цьому плані в господарствах необхідно мати достатній обмінний фонд запасних частин, що може й повинен поповнюватися не тільки новими деталями із заводів, але і якісно відновленими на РТП. Варто також поліпшувати пристосованість тракторів до ТР, впроваджувати раціональні прийоми пошуку відмов, розробляти й впроваджувати пристосування, що знижують трудомісткість ремонту, що сприяє підвищенню технічної готовності й ефективності використання машин.

2.2 Проблема паливної економічності машин в технічній експлуатації

Значення паливної економічності машин. Витрати на ТОР техніки в АПК за останні роки зросли з 4,5 до 7.5% від собівартості валової продукції сільського господарства, що в свою чергу залежить від зростання цін на нафтопродукти.

В цих умовах пріоритетним направленням в ресурсозбереженні є забезпечення паливної економічності двигунів внутрішнього згорання (ДВС) при їх проектуванні і виготовленні.

Резерви економії паливно-мастильних матеріалів. Втрати ПММ розрізняють кількісні, якісні й змішані. Кількісні втрати залежать від конструктивних, технологічних, експлуатаційних і організаційних факторів. Оцінка якості по-

ставляють в АПК ПММ показує, що близько 28% їх не відповідає вимогам що заявляє, а близько 25% поставляється без належної апробації їхньої придатності до застосування [6]. Фактори, що впливають на економію ПММ зведені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Фактори, що впливають на економію ПММ

Фактори, що впливають на економію ПММ			
Конструктивні	Технологічні	Експлуатаційні	Організаційні
Удосконалювання робочих процесів двигунів. Автоматизація швидкісного й енергетичного режимів. Створення шин з автоматичним регулюванням тиску повітря на ходу. Зниження енергоємності приводів. Зниження маси машин. Удосконалювання ходових систем. Застосування нових видів робочих органів. Застосування нових матеріалів. Створення багатопаливних двигунів	Рівень удосконалювання технологій: застосування нульовий обробки; суміщення операцій; оптимізація розміщення культур; обробка ґрунту без обертання шару; прямий посів, застосування активних органів. Перенос мобільних процесів на стаціонар. Дотримання агротехнічних строків. Скорочення використання тракторів на транспортних роботах. Введення сівозмін для відділень і бригад	Якість регулювання паливного насоса високого тиску (ПНВТ), форсунок, механізму газорозподілу, систем живлення, охолодження й висвітлення, тиски в шинах робочих органів, муфт зчеплення гальм, підшипників. Спосіб заправлення ПММ. Стан засобів заправлення, радіатора, деталей циліндропоршневої групи (ЦПГ), повітроочисника. Температурний режим двигунів. Підвищена в'язкість масла. Кваліфікація механізатора. Робота двигуна вхолосту. Течі ПММ. Використання переднього ведучого мосту на транспортних роботах у гарних дорожніх умовах	Неправильний вибір довжини гонів. Непрямолінійність робочих ходів машинно-тракторного агрегату (МТА). Необґрунтовані холості переїзди МТА. Раціональність системи заправлення ПММ. Холоста робота двигунів через організаційні причини. Форма використання МТА, облік, нормування витрати ПММ, види заохочення за економію ПММ

Конструктивні фактори містять у собі заходи щодо вдосконалювання конструкцій машин: зниження їхньої маси, удосконалювання двигунів, їхніх

робітників процесів і ходової системи, створення шин з автоматичним регулюванням тиску повітря на ходу, трансмісій з перемиканням передач на ходу й автоматизації швидкісного й енергетичного режимів, поліпшення геометрії й гостроти робочих органів машин, покриття їх малофрикційними матеріалами, підвищення твердості рам, зменшення енергоємності приводів, застосування нових видів робочих органів і ін.

Технологічні фактори. До технологічних факторів ставиться вдосконалювання виробничих процесів і технологій оброблення сільськогосподарських культур: мінімальна обробка ґрунту, прямий посів, заміна відвальної обробки ґрунту чизельною, дискуванням, сполученням окремих операцій.

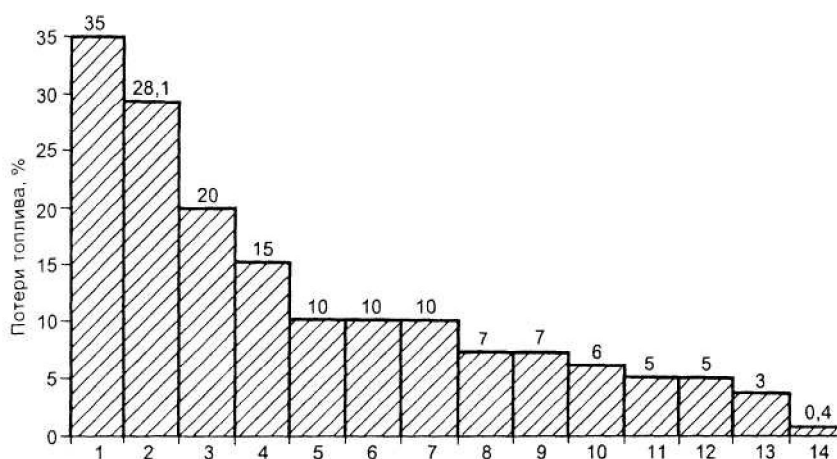
Витрати енергії можна скоротити застосуванням азотфіксуючих культур і мікроорганізмів, що дозволяють зменшити дози мінеральних азотних добрив, а також нових технологічних процесів, що виключають або знижує витрати паливної енергії при сушінні, зберіганні й обробці сільськогосподарських культур і ін.

Мінімальна обробка ґрунту спрямована на зниження механічних впливів робочих органів машин і ущільнюючого впливу ходових систем на ґрунт, збереження родючості й зниження витрат на ПММ. Характерний приклад мінімальної обробки ґрунту - посів сівалкою, обладнаної спеціальними сошниками, у неопрацьований ґрунт, що, крім економії ПММ, запобігає ерозії ґрунту.

Експлуатаційні фактори. До експлуатаційних факторів відносяться заходи щодо поліпшення якості ТОР, забезпеченню заданих регулювань машин, вибору оптимальних режимів роботи й составів МТП і ін. Найбільш актуальними стають впровадження засобів діагностування, якісне виконання регулювань, особливо систем живлення, охолодження й механізму газорозподілу двигуна, великий вплив на витрати енергії робить стан робочих органів: гострота лез, наявність виступів, товщина лемешів і т.д.

Основні причини втрат палива пов'язані з технічним станом і використанням МТА, обраною технологією, організацією заправлення, нормуванням витрат ПММ (рисунок 2.1). Середні загальні втрати палива при роботі тракторів досягають 10%.

Основні показники втрат паливної економічності - питома й погектарна витрата, які залежать від технічного стану двигуна, фізико-механічних характеристик ґрунту, типу конструкції й стану ходової системи, робочих машин і знарядь, способу агрегування трактора, організації використання МТА. Паливна економічність багато в чому залежить від технічного стану двигуна, у першу чергу, ПНВТ, форсунок, механізму газорозподілу, системи охолодження.



1- несправність однієї форсунки; 2 – закоксовування соплових отворів розпилювачів форсунок — до 28%; 3 – завантаження двигунів на 50-70%; 4 – неправильне регулювання муфт зчеплення, гальм, підшипників; 5 – зниження температури охолодної рідини до 440-500°С; 6 – використання переднього ведучого мосту не по призначенню; 7 – застосування в трансмісії масла підвищеної в'язкості; 8 – неправильне використання всережимного регулятора; 9 – накип у радіаторі більше 1 мм; 10 – неправильний вибір довжини гонів; 11- неправильна установка ПНВТ; 12 – засмічення повітроочисника; 13 – непрямо-лінійність робочих ходів МТА; 14 – підтікання паливо проводів, баків

Рисунок 2.1 – Резерви економії палива:

Істотний вплив на витрату ПММ робить раціональне агрегування машин. Раціонально скомплектований МТА забезпечує необхідну кількість виконуваної роботи при високій продуктивності й найменшій витраті палива.

Витрата ПММ при роботі техніки залежить не тільки від її технічного стану й організації експлуатації, але й від кваліфікації механізаторів і водіїв. Кваліфіковані працівники заощаджують більше ПММ і забезпечують надійну пра-

цездатність машин. Установлено, що на тракторах, які обслуговують трактористи першого й другого класів, витрата ПММ на 10-12% менше, ніж у трактористів третього класу. В однакових умовах водії різної кваліфікації також витрачають неоднакову кількість палива, різниця досягає 20-25%.

Організаційні фактори. До організаційних факторів відносяться вибір форм використання техніки, організація роботи й обслуговування МТА в польових умовах, облік і нормування споживання ПММ, види заохочення за його економію й ін.

Зниження витрати ПММ за рахунок кращого використання техніки може бути досягнуто впровадженням оренди, підряду, а також створенням чіткої системи обліку витрати ПММ і заохочення за їхню економію й ін.

Навіть при повному завантаженні тракторів на основних роботах неминуча перевитрата палива, коли МТА працює на погано підготовлених загонах з великими переїздами. Якщо борозна непрямолінійна, то збільшується тяговий опір, на 2-3% росте витрата палива. На довгих загонах скорочується час на повороти й заїзди агрегату, і тому при довжині гонів, наприклад, 300 м, витрата палива буде на 15-20% вище, ніж при гонах 1500 м. Неприпустимо використовувати на коротких гонах потужні трактори.

Зниження витрати ПММ, підвищення ефективності використання техніки неможливі без грамотної організації роботи МТА: вибору машин, підготовки їх для виконання різних операцій, складання схеми руху, розрахунку потрібної кількості машин і забезпечення їхньої погодженої роботи із сільськогосподарською технікою (трактори, збиральні, посівні агрегати), найбільшої механізації вантажно-розвантажувальних робіт, організації своєчасний ТОР.

Питома витрата палива вітчизняних ДВС сягає 244,6-264,9 г/кВт·год. (табл.2.6) Досягнення питомої витрати палива 106,7-114,1 г/кВт·год для вітчизняних двигунів, адаптованість к альтернативним його видам, допустима екологічність відпрацьованих газів, надійність повинні дозволити моторобудуванню вийти на високі світові параметри.

Таблиця 2.6 - Показники паливної економічності основних марок ДВЗ

Марка двигуна	Ефективна потужність N_e , кВт	Питома витрата палива g_e , г/кВт·год	Витрата масла на угар від витрати палива G_M , %	Досягнуті показники в світовому двигунобудуванні	
				Питома витрата палива g_e , г/кВт·год	Витрата масла на угар G_M , %
ЯМЗ-240Б	198,5	256,8	1-1,5	190-200	0,35
СМД-31А	162,0	244,6			
СМД-72	147,0	251,4			
СМД-62	128,8	251,4			
СМД-64	110,0	251,4			
А-01М	96,0	251,4			
СМД-17К	74,0	251,4			
Д-41	66,0	244,6			
СМД-14	58,8	251,4			
Д-240,					
Д-240Л	55,1	244,6			
Д-144-07	44,1	255,4			
Д-65Н	43,0	250,7			
Д-50, Д-50Л	40,4	264,9			

Рішення проблеми паливної економічності ДВЗ закордонними фірмами. Система живлення дизелів закордонних фірм оснащена паливними насосами двох провідних фірм, що представляють 70% насосів світового ринку – «Robert Bosh» (ФРН) і CAV (Англія).

У конструкцію регулятора вводяться блок додавання сил, з яким взаємодіють пристрої, що коректують подачу палива залежно від тиску наддування або зміни атмосферного тиску, а також механізм відключення подачі палива з електричним, пневматичним і гідравлічним приводом.

Насос комплектується автоматичною муфтою випередження упорскування й при необхідності – пристроєм для регулювання кута випередження упорскування при пуску. За даними фірми, на насос може бути встановлений електронно-керований виконавчий орган із системою датчиків, що підсумує всі сигнали, що коректують циклову подачу палива, і передає на рейку насоса.

У насосі застосовуються регулятори звичайної конструкції, змонтовані зі збірних елементів і які забезпечують автоматичне збагачення пускової подачі палива. Крім цього, насоси можуть укомплектовуватися коректором (наддування, висотним, температурним). На всережимному регуляторі встановлюється механічний коректор, що обмежує подачу палива по межі тиску на низьких і швидкісних режимах і забезпечує запас крутного моменту в зоні робочих режимів. Все це забезпечує скорочення витрати палива на 15-20%.

2.3 Підвищення ремонтпридатності машин – основа трудозбереження в сфері експлуатації машин.

Проблема підвищення ремонтпридатності машин носить комплексний характер, є складовою частиною загальної проблеми ресурсозбереження на основі підвищення якості й технічного рівня машин. Для успішної реалізації проблеми необхідний системний підхід, що передбачає послідовне рішення наступних завдань:

- розробка вимог і нормативів по складовій ремонтпридатності;
- пристосованість до ТО, діагностування, поточного ремонту (ПР) і капітального ремонту (КР);
- визначення состава нормованих показників ремонтпридатності, їхнього прогнозування, нормування по оперативного й загального складової, включення в агротехнічні вимоги, технічні завдання на розробку нових і модернізацію серійних машин;
- розробка методів забезпечення необхідного рівня ремонтпридатності машин з техніко-економічним обґрунтуванням оптимального варіанта конструкторсько-технологічних рішень;
- розробка комплексу нормативних документів для проведення випробувань машин на ремонтпридатності і їхні складові;
- оцінка пристосованості машин до ТО, технічному діагностуванню, усуненню наслідків відмов і КР;

- розробка раціональної системи ТОР для підтримки машин у працездатному стані із забезпеченням оптимальної реалізації досягнутого рівня ремонтпридатності. Оптимізація періодичності ТО і діагностування, ремонтних і міжремонтних ресурсів і повного строку їхньої служби;

- удосконалювання обладнання, оснащення й приладів, а також технології ТОР;

- створення постійно діючих галузевих і міжгалузевих систем збору, обробки й узагальнення інформації про ремонтпридатності складних машин у сфері експлуатації, розробка на цій основі вимог до перспективних машин, своєчасне інформаційне забезпечення машинобудівників;

- систематичне вивчення, аналіз і узагальнення інформації про підвищення ремонтпридатності сільськогосподарської техніки закордонними фірмами, розробка рекомендацій із впровадження такого досвіду у вітчизняне машинобудування.

2.4 Ресурсозбереження при технічному сервісі в АПК

В останні роки проводилося реформування інженерно-технічних структур, але це не дало очікуємого позитивного результату і не призвело до оживлення економіки АПК. Навпаки, темпи його розвитку, підвищення ефективності виробництва і енергоозброєності праці уповільнювалися, у зв'язку з чим виробництво сільськогосподарської продукції не забезпечувалося в достатніх розмірах. При відсутності активно діючих агро інженерних структур з'явилася стійка тенденція спаду виробництва сільськогосподарської продукції, однією з причин якого було значне послаблення інженерно-технічного забезпечення АПК в результаті відсутності єдиного координаційного центру по розробці і реалізації технічної політики, припинення використання досягнень науково-технічного прогресу в багатьох сільськогосподарських галузях, що мало негативний вплив на продуктивність праці і сільськогосподарського виробництва. В результаті господарства відставали від передових фірм найбільш розвинених країн по продуктивності праці з розривом в 6-9 разів і це відставання щорічно зростало. Виробництво сільгосппродукції всіх видів стало ще більше погіршуватися і

внаслідок появи нових негативних тенденцій: безперервного скорочення посівних площ і поголів'я худоби, подальшого зниження продуктивності основних видів сільгосппродукції.

Аналіз подальших тенденцій спаду виробництва сільгосппродукції разом з іншими причинами пояснюється різким послабленням технічного потенціалу села, значним зниженням рівня енергоозброєності праці і технологічного забезпечення сільгоспвиробництва, внаслідок обвального скорочення за різними причинами поставок селу техніки і підвищення розмірів її вибракування і передчасного списання через незадовільний технічний стан, що перевищують розміри поставок на порядок.

Погіршення технічного стану машин відбувається, перед усім, через грубі порушення основних положень наукових основ технічної експлуатації, зниження матеріальної зацікавленості обслуговуючого персоналу і т.д.

Аналіз рівня технічної озброєності села показує, що скорочення виробництва і поставок селу техніки, погіршення забезпечення її запасними частинами призвели до недопустимого скорочення кількості багатьох видів основних машин. Збільшувалися витрати засобів на підтримання техніки в працездатному стані, а також на ПММ, ціни на які різко зросли.

За останні роки спостерігалось різке зміщення основних обсягів ремонтних робіт зі спеціалізованих ремонтних підприємств в прості майстерні товаровиробників, не забезпечених необхідними кадрами і комплексами ремонтно-технологічного оснащення.

Незадовільний стан інженерної служби спостерігається у сільських товаровиробників, що є причиною низької врожайності і високої трудомісткості виробництва. Низький рівень інженерного забезпечення пояснюється, перед усім, недостатністю інвестицій в створення РОБ. Більшість господарств не забезпечені типовими майстернями, необхідними для оперативного ремонту техніки і фермери також не мають ремонтних ділянок.

Дослідженнями встановлено, що для стабілізації і розвитку сільськогосподарського виробництва в умовах існуючого і досягнутого технічного рівня про-

дукції сільськогосподарського машинобудівництва необхідно реалізувати комплекс першочергових і довготривалих заходів.

В першу чергу, для всіх товаровиробників, незалежно від форм власності і розмірів їх виробництва, необхідно відродити інженерну, в тому числі сервісну діяльність, і створювати матеріально-технічні умови, необхідні для підтримання і відтворення споживчих властивостей машин шляхом забезпечення основних показників їх стану:

- технічна справність і екологічна безпечність машин;
- технологічна справність машин і засобів контролю якості технологічних процесів, що ними виконуються;
- безвідмовність техніки, особливо в пікові періоди польових робіт;
- забезпечення номінальних енергетичних показників і нормованих значень їх використання;
- паливно-енергетична економічність, нормована за обсягом виходу сільгосппродукції;
- ресурсозбереження при використанні техніки за призначенням, скорочення якісних і кількісних втрат сільгосппродукції.

Розширене і уточнене саме поняття технічний сервіс (ТС). Якщо раніше під ним розуміли лише ТОР, то сьогодні він охоплює всю сукупність послуг, враховуючи виробництво машини, запасних частин, ПММ з доведенням їх до сільських товаровиробників. Обов'язкова і необхідна умова ТС – наявність матеріально-технічної бази. Вона включає розгалужену мережу РОП і виробництв, передбачує прогресивну організацію і технологію ефективного використання і усунення несправностей і наслідків відказів машин і обладнання, на основі розроблених систем нормативів, технологій, РТО і оснащення, що забезпечують раціональне використання машин з моменту їх випуску і до списання і утилізації.

Економічний аналіз процесів машиновикористання показує, що втрати товаровиробників від простою техніки значно перевищують їх витрати на ТОР.

Необхідне створення певної сервісної інфраструктури у вигляді вдосконалення засобів інформації і зв'язку, створення резервних запасів складових частин, машин, формування транспортних засобів для доставки їх до місць використання техніки, а також створення кваліфікованого складу ремонтно-обслуговуючих кадрів, які повинні мати більш високе матеріальне забезпечення.

Особливу значимість в організації економічно вигідного для товаровиробників технічного сервісу, особливо для фермерських господарств, має виробничо-технологічне обслуговування сільськогосподарського виробництва, що спонукало до створення нових форм використання техніки.

Форми організації машиновикористання мають традиційні основи. За кордоном більшість фермерів переважно використовують для виконання трудомістких процесів зусилля сторонніх підприємців з високовиробничими машинами для виконання багатьох, в тому числі збиральних робіт в короткі строки. Максимальний збір врожаю сільськогосподарських культур без втрат існуючої біомаси зі зберіганням поживної цінності кормових культур, вважають вони, набагато компенсує витрати на аренду складної і дорогокоштуючої техніки.

РОБ, або база технічного сервісу АПК, представляє собою систему спеціалізованих регіональних ремонтних заводів, підприємств матеріального забезпечення, районних ремонтно-технічних, постачальних, транспортних, меліоративних, монтажних-наладжувальних та інших підприємств, а також відповідних ремонтно-обслуговуючих цехів, виробництв, власників техніки - виробників сільгосппродукції та інших підприємств в сільському господарстві.

Вона є важливою ланкою галузі і забезпечує сільськогосподарські підприємства технічними засобами промислового виготовлення, справність і працездатність МТП і обладнання, ефективне використання їх на підприємствах АПК протягом всього періоду експлуатації.

Система ТОР техніки в сільському господарстві за останні роки потерпала суттєвих змін як в частині упорядкування підсистеми ремонтно-обслуговуючих дій на машини, так і по відношенню складу підсистеми РОБ:

- відказ від повно комплектного КР складних машин, розвиток модернізації складних машин, відхід від одноманіття видів ТО, що визначаються виробниками машин, і т.д.
- реформування ремонтних заводів і спец майстерень повнокомплектного КР складних машин, переорієнтація їх і станцій ТО і ПР тракторів, автомобілів, цехів по ремонту комбайнів.

Представляється необхідним розробити нову концепцію системи ТОР сільськогосподарських машин і обладнання АПК для умов ринкових принципів економіки.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН

3.1 Стратегія технічного обслуговування

Загальні положення. У сільськогосподарському виробництві застосовуються наступні стратегії ТО (рис. 3.1)

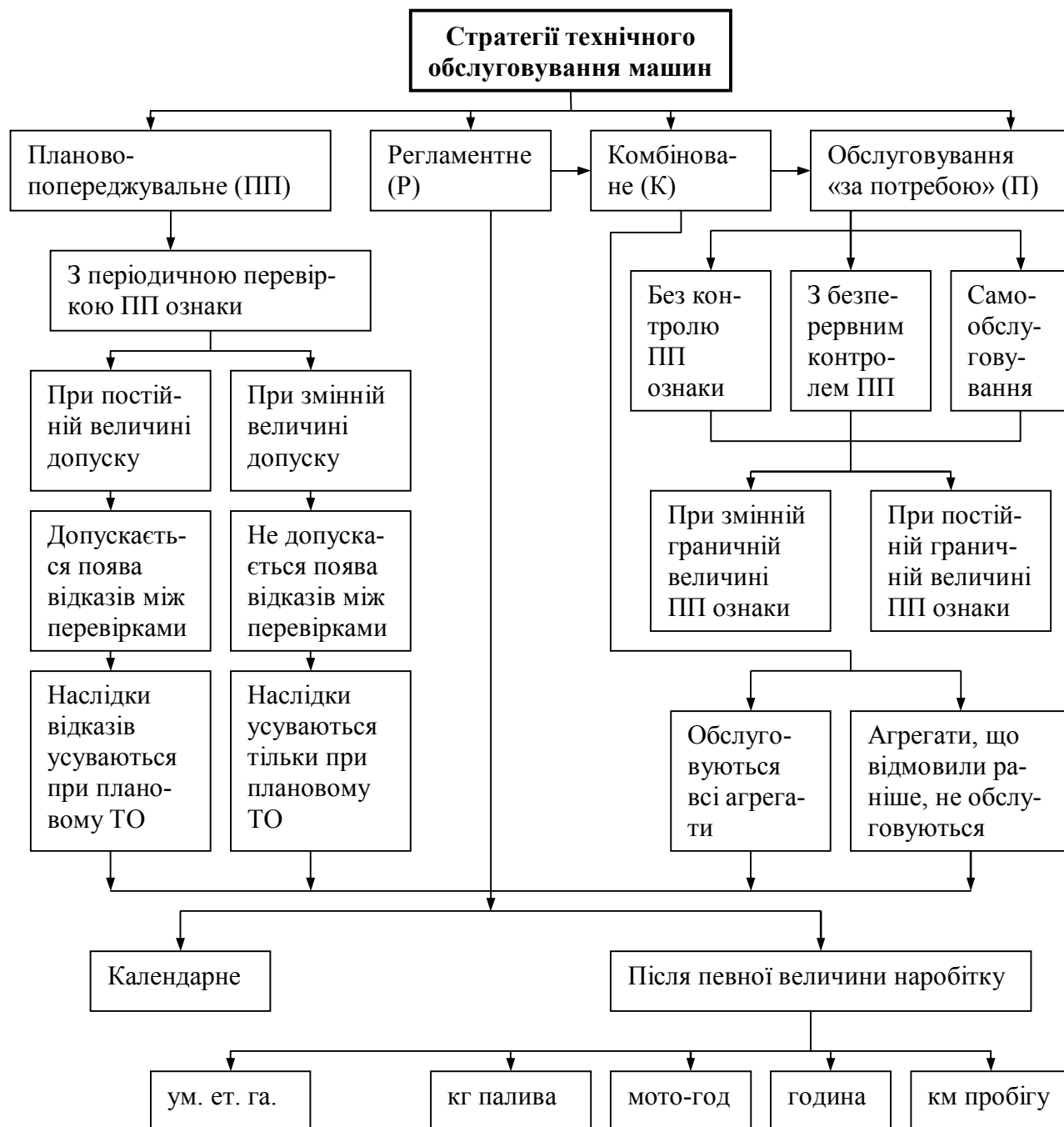


Рисунок 3.1- Класифікація стратегій технічного обслуговування машин

Ці стратегії не виключають зміни в припустимих межах установленої тривалості роботи до проведення регламентних робіт. Змінювати тривалість роботи між ТО допускається в тих випадках, коли виникла необхідність у їхньому проведенні раніше запланованого моменту часу. У ряді випадків необхідність у зміні моменту часу постановки машини на технічне обслуговування виникає у зв'язку з відсутністю або наявністю великого обсягу сільськогосподарських робіт у цей момент часу. Найбільш доцільною стратегією ТО машин в АПК є обслуговування "за потребою" з урахуванням результатів діагностування[6].

Досвід експлуатації МТП, накопичений за останні роки, показує, що система ТО машин у сільському господарстві має потребу в удосконаленні. Основними причинами цього є: зниження експлуатаційної надійності машин, збільшення середнього віку парку з 5,2 до 10-15 років при залишковій придатності 30-40%, відсутність в 50-70% сільськогосподарських товаровиробників матеріально-технологічної бази, РТО, ПММ і т.д., зниження ролі інженерної служби по ТОР машин.

У результаті більшість робочих параметрів машин має серйозні відхилення від норми. Дизелі в 20-50% випадків працюють при ненормальній якості й рівні масла, а 17% мають у масляному картері домішки дизельного палива, 43% - завищену подачу палива, 46% - посиленій або слабкий натяг ременів, в 20% застачені повітряні фільтри. В 44% тракторів у коробці передач (КП) порушені ущільнення, 69% мають порушення герметичності гальмових камер, в 31% підтікає гідросистема. До 90% акумуляторних батарей через перезарядження й недолив дистильованої води в 1,2-2 рази частіше виходять із ладу.

Дослідження показують, що діючій системі ТО існує альтернатива. Вона полягає в скороченні обсягу профілактичних робіт без зменшення сумарного обсягу ремонтно-обслуговуючих впливів. При цьому варто дотримуватися певних правил, заснованих на ранжируванні операції ТО по значимості з виділенням ключових, враховуючих надійність трактора й фінансових можливостей власника, кліматичні умови.

Пропонується наступна стратегія виконання операцій ТО машин: z_1 - за ре-

зультатами постійного контролю технічного стану; z_2 - за результатами періодичного контролю технічного стану; z_3 - по заданій періодичності; z_4 - за графіком; z_5 - після втрати працездатності.

Таблиця 3.1- Варіант стратегії ТО машин

Стратегії ТО	Операції ТО, обслуговування складових частин, контрольовані параметри	Краще сполучення варіантів стратегій	Виконавець робіт з ТО
z_1 - за результатами постійного контролю технічного стану	Рівень масла й палива, гальмової й охолоджувальної рідини, тиск масла у ДВС, засміченість фільтрів	У сполученні з будь-яким варіантом (z_2 - z_3)	Власник трактора
z_2 - за результатами періодичного контролю технічного стану	Рульове керування, гальма, клапанний механізм, форсунок, система пуску ДВС, тиск у шинах, контроль і заміна масла	У сполученні з варіантами: $z_1, z_2; z_1, z_3$	При (див. формулу): $0 \leq \eta \leq 0,3$ - власник машин
z_3 - по заданій періодичності	Змащення підшипникових вузлів	У сполученні з варіантами: $z_1, z_2; z_1, z_4$	$0,3 < \eta < 0,6$ - спільно власник машин і сервісна служба
z_4 - за потребою	Дострокове проведення ключових операцій ТО (очищення й заміна масел, фільтрів, форсунок і ін.) Прилади, електроустаткування, заміна приводних ременів, усунення наслідків відмов складових частин	У сполученні з варіантами: z_1, z_2	$0,6 \leq \eta \leq 1,0$ - сервісна служба (МТС, РТП, сервісний центр)

Пропонована стратегія ТО машин залежить від фінансових можливостей власника техніки, надійності й складності машини, виробничий ситуації для конкретної машини. Стратегія має багатоваріантність у часі. При цьому показником вибору варіанта або сполучення варіантів служить коефіцієнт η :

$$\eta = 1 - (56N + 0,23Q + 10R)10^{-3}, \quad (3.1)$$

де N - число місць міжзмінної стоянки;

Q - річний обсяг робіт, мото-год.;

R - середній радіус території господарства (ферми), км.

Залежно від коефіцієнта η можуть бути реалізовані різні сполучення варіантів стратегії ТО машин (табл. 3.1).

Реалізація наведеної стратегії ТО, у якій посилена індивідуалізація підходу до кожної машини з виконанням основних ключових груп операцій ТО, безпосередньо пов'язаних з контролем і відновленням робочих властивостей масел, видаленням нагару з деталей ЦПГ дизеля, проведенням мийно-очисних робіт, дозволить заощаджувати від 20 до 60% трудових витрат при 90% імовірності відсутності відмов вузлів і на 15-20% зменшити витрата засобів на ТО, заощадити до 30% ПММ.

3.2 Методика оптимізації періодичності технічного обслуговування машин

По мірі підвищення рівня безвідмовності машин періодичність виконання основних операцій і режими ТО повинні регулярно переглядатися. У зв'язку із цим виникає проблема оптимізації періодичності ТО. Оптимізація періодичності окремих операцій і встановлення структури технічного обслуговування по машині в цілому - трудомістка робота. На практиці більше прийнятною є методика, що дозволяє одночасно оптимізувати періодичність всіх операцій ТО із застосуванням ЕОМ. Пошук оптимального рішення завдання здійснюється в мінімальному й максимальному можливому інтервалах [7]:

$$[t_{j1\min}, t_{j1\max}], [t_{j11\min}, t_{j11\max}], [t_{j111\min}, t_{j111\max}]$$

$$\text{с дотриманням обмеження } t_{j1} = A_1 \cdot t_{j11}, t_{j11} = A_2 \cdot t_{j111},$$

де $t_{j1}, t_{j11}, t_{j111}$ - періодичність ТО-1, ТО-2, ТО-3 у мото-ч;

A_1 і A_2 - кратні між собою позитивні числа.

Експертним шляхом встановлюються можливі мінімальні й максимальні значення величини періодичності ТО-1 (рис. 3.2). Потім експериментально встановлюється зміна витрат на усунення наслідків відмов при різній величині періодичності ТО.

Для скорочення обсягу експериментальних робіт зміна витрат на усунення наслідків відмов C_{yo} визначають при двох періодичностях t_j^1 і t_j^2 . Коли витрати збільшуються в міру підвищення t_j по лінійній залежності, для довільної періодичності t_j , витрати обчислюються по формулі[6]:

$$C_{yo} = C_{yo2} + (C_{yo1} - C_{yo2}) \cdot (t_j - t_j^2) / (t_j^1 - t_j^2), \quad (3.2)$$

де C_{yo1} і C_{yo2} - витрати по усуненню наслідків відмов при періодичності t_j^1 і t_j^2 , грн.

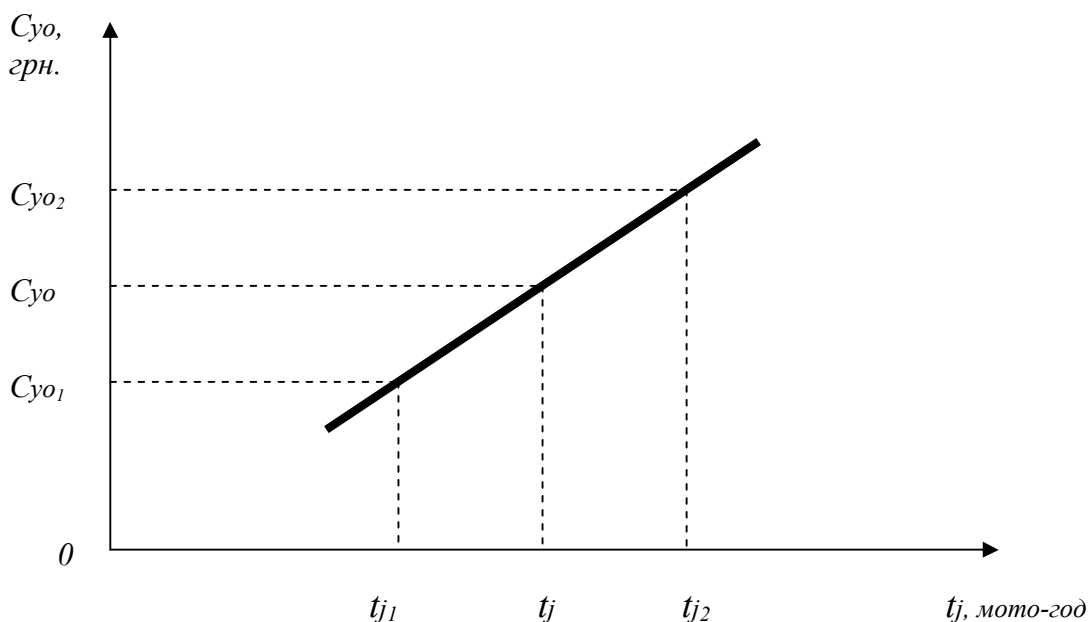


Рисунок 3.2 - Зміна витрат на усунення наслідків відмов залежно від періодичності ТО машин

При оптимальній періодичності ТО-1, ТО-2, ТО-3 досягається глобальний мінімум функції (рис. 3.3),

$$C(t_{jI}, t_{jII}, t_{jIII}) = \frac{T_o}{t_{jI}} \cdot C_{тоI} + \frac{(t_{jII} - t_{jI})}{t_{jII} \cdot t_{jI}} \cdot C_{тоII} \cdot T_o + \frac{(t_{jIII} - t_{jII})}{t_{jIII} \cdot t_{jII}} \cdot C_{тоIII} \cdot T_o + \sum_{i=1}^{nTT} \sum_{i=1}^{nTT} \left(\frac{C_{yoi}^{i1} \cdot t_j^1 - C_{yoi}^{j2} \cdot t_j^2 + C_{yoi}^{i1} - C_{yoi}^{j2}}{t_j^2 - t_j^1} \right) \rightarrow \min \quad (3.3)$$

де C_{yoi}^{j1} і C_{yoi}^{j2} - відповідно вартість усунення наслідків відмов і групи складності при шуканій періодичності ТО t_j^1 і t_j^2 , грн.;

$C_{тоI}, C_{тоII}, C_{тоIII}$ - відповідно середня вартість разового проведення ТО-1,

ТО-2, ТО-3, грн.;

$n_{ТО}, n_{от}$ - загальна кількість видів ТО й груп складності відмов;

T_0 - термін служби машини, мото-ч.

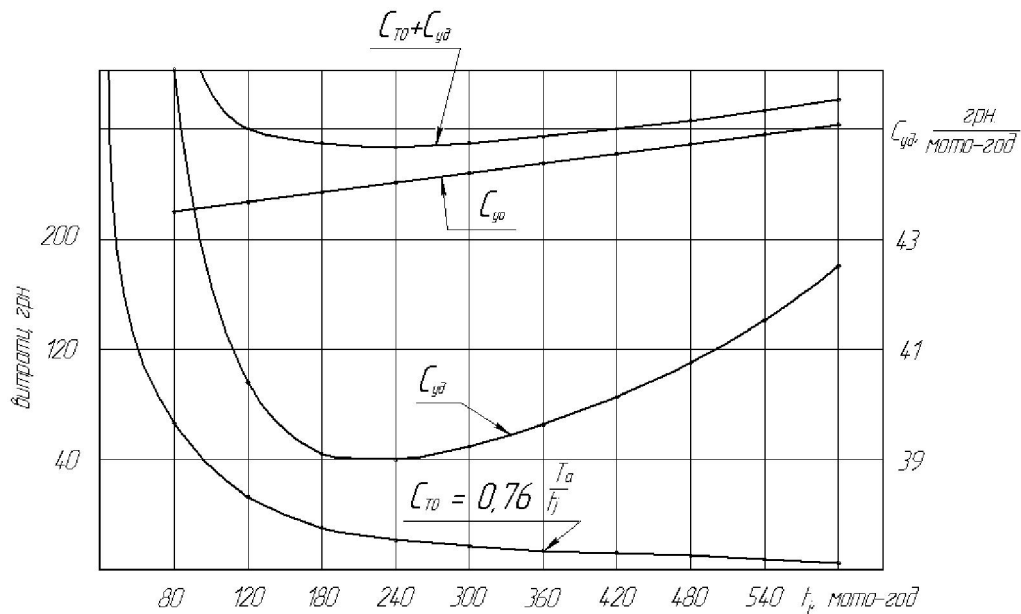


Рисунок 3.3 - Оптимізація періодичності ТО машин

По мірі збільшення періодичності ТО витрати на усунення наслідків відмов підвищуються по статечній залежності, для цього випадку отримана математична модель оптимізації його періодичності. За мінімальним значенням питомих витрат на усунення наслідків відмов і ТО визначають оптимальну періодичність ТО машини.

3.3 Оптимізація періодичності ТО машин з урахуванням параметра потоку відмов

У зв'язку зі складністю точного визначення оптимального режиму ТОР спочатку встановлюються оптимальні значення технічних вимог, відхилень структурних і діагностичних параметрів стану агрегатів машин. Вони оптимізуються разом як взаємозалежні параметри: при зміні періодичності T_{03} і сталості зношування, що допускається, остання величина виявиться далеко не оптимальною.

Цільова функція оптимізації, що враховує критерій мінімуму питомих витрат, має вигляд [9]:

$$G = \left[\frac{C_o + A_i \cdot H_{\Pi}(y) + A'_i \cdot H_B(y) + C_i \cdot H_3(y) + B_i \cdot H_K(y) + H_c \cdot P_c}{T_c} + C_H \right] \rightarrow \min$$

$$0 < D_{TO}, D_{TP}, D_{KP} \leq U'; 0 < T_{TO}, T_{TP}, T_{KP} < T_c; i=1, \dots, N;$$

$$Y = f(\alpha, V_z, \Delta \Pi, D_{KP}, D_{TP}, D_{TO}, U', U'', K_B, P_o, P_B, T_{TO}, T_{TP}, T_{KP}, T_c, T_o, v_{U'}, v_{U''}, v_{TO}, v_{TP}, v_{KP}, v_C, v)$$

де $\alpha, V_z, \Delta \Pi$ - показники ступеня, негладкості функції, відхилення параметра складової частини і її приробітки;

C_o, H_c - середні витрати, пов'язані із придбанням і списанням складової частини, грн.;

A_i, A'_i, C_i, B_i - середні витрати, пов'язані з усуненням наслідків поступових, раптового відмов і складовій частини, її попереджувальним ремонтом, діагностуванням, грн.;

$H_{\Pi}(y), H_B(y), H_3(y), H_K(y)$ - числа відновлення відповідно при поступових, раптовому відмовах, попереджувальному ремонті (заміні), діагностуванні складової частини (рис. 3.4);

D_{KP}, D_{TP}, D_{TO} - допускаємі відхилення, параметра при капітальному, поточному ремонті й ТО, од. параметра;

U', U'' - граничні відхилення параметра, що обумовлюють поступовий і раптовий відмови складової частини, од. параметра;

K_B, P_H, P_o, P_c, P_B - ступінь відновлення номінального значення параметра, імовірність заміни складової частини на нову, імовірність виявлення відмови складової частини протягом міжконтрольного періоду, імовірність списання, імовірність повернення після помилок діагностування першого роду;

T_{TO}, T_c, T_o - середня періодичність ТО, наробіток до списання об'єкта, де перебуває складова частина, і середній ресурс її по параметрі, од. наробітку;

$v_{U'}, v_{U''}, v_c, v$ - коефіцієнти варіації відповідно граничного значення параметра, що обумовлює поступову і раптову відмови, наробітки до списання, ре-

сурсу складової частини по параметру.

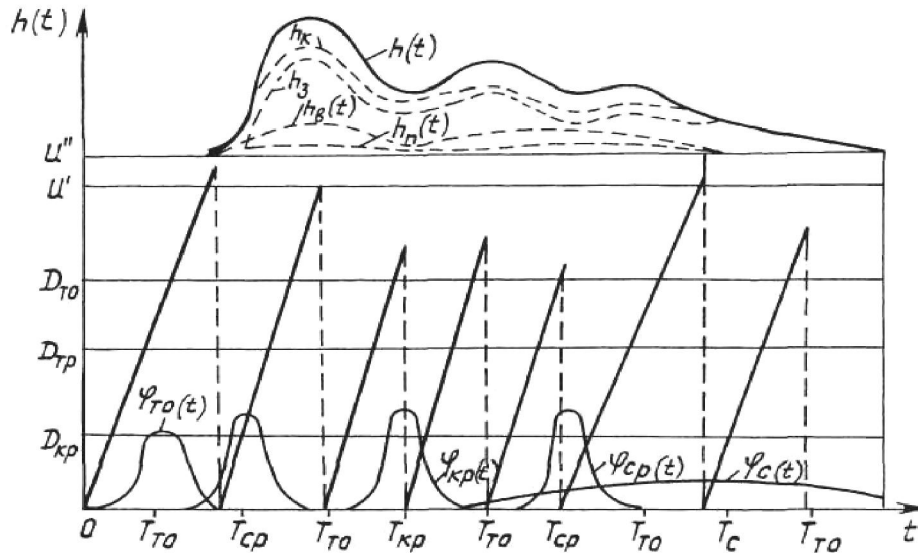


Рисунок 3.4 - Реалізація параметра, щільності відновлення, розподілу наробітку до й між ремонтами, а також до списання машин [9]

При оптимізації періодичності й значень параметрів, що допускаються, необхідно враховувати як поступові, так і раптові відмови. При раптових відмовах економічна характеристика B_j і величина P_{cj} дорівнюють нулю (застосовуються перша й друга стратегії ТО й ремонту).

При оптимізації періодичності й значень параметрів, що допускають, з метою пошуку мінімальних питомих витрат варто варіювати наступними показниками:

- а) $T_{TO1}, T_{TO2}, T_{TO3}, T_{TP}, T_{KP}, T_C$; б) D_{TO}, D_{TP}, D_{KP} .

3.4 Результати оптимізації періодичності ТО машин

Структуру ТО машин визначає періодичність мастильних, регулювальних і кріпильних операцій. Ці роботи із трудомісткості займають велику питому вагу у витратах праці й засобів на ТО, тому для включення тієї або іншої операції в певний вид ТО потрібне ретельне обґрунтування.

Таблиця 3.2 - Класифікація операцій ТО машин по їхній значимості

Вплив операції	Найменування операцій ТО	Критерій установлення періодичності ТО
На безпеку роботи	Регулювання: люфту кермового колеса; збіжності передніх коліс; вільного ходу педалі, муфти зчеплення; осьового зазору підшипників маточин коліс; гальм і механізмів пневмосистеми; ходу важелів керування; тормозка карданної передачі; установка фар перемикачів світла й стоп-сигналу	Технічний, по заданій імовірності безпечної роботи
На безвідмовність роботи	Змазування підшипників котків, підтримувальних роликів і напрямних коліс, а також регулювання генератора, компресора, гусениць, вільного ходу педалі муфти зчеплення, муфт зчеплення ПД, УКМ і тормозка УКМ, натяг ременя вентилятора	Технічний, по заданій імовірності безвідмовної роботи
На економічність роботи	Регулювання форсунок, кута випередження подачі палива на дизель і карбюратор ПД, теплового зазору клапанного механізму	Техніко-економічний
На охорону навколишнього середовища	Регулювання ТНВД, форсунок, кута випередження подачі палива, усунення течі палива, масла, гідрорідин. Регулювання тиску повітря в камерах коліс	Екологічна безпека

Всі види операцій ТО можуть бути віднесені до тих, що забезпечують безпеку, безвідмовність, економічність роботи й охорону навколишнього середовища (табл. 3.2).

Доцільність включення регульовальних, кріпильних і мастильних операцій у той або інший вид ТО визначається виходячи з їхнього призначення й значимості. Якщо несвоєчасне виконання операцій викликає відмову складальної одиниці і його наслідки призводять до небезпеки для життя персоналу, то задана ймовірність $P(t)$ своєчасного виконання операції приймається $P(t) > 0,98$, при високих витратах відмови машин $P(t)$ - не менш, ніж 0,95.

При відсутності особливих вимог до операції рівень $P(t)$ установлюється на підставі техніко-економічних розрахунків за критерієм мінімальних питомих витрат.

$$C_{\text{пит}} = \left(\sum_{i=1}^{\Pi_1} S_{\text{ТО}i} \cdot \Pi_1 \cdot K_1 + \sum_{j=1}^{\Pi_2} Q_{\text{ТО}j} \cdot \Pi_2 \cdot K_2 + \sum_{\eta=1}^{\Pi_3} t_{\text{ТО}\eta} \cdot C_{\text{зб}} + \right. \\ \left. + \sum_{l=1}^{\Pi_4} S_{\text{P}l} \cdot \Pi_1 \cdot K_1 + \sum_{k=1}^{\Pi_5} Q_{\text{P}k} \cdot \Pi_2 \cdot K_2 + \sum_{\beta=1}^{\Pi_6} t_{\text{P}\beta} \cdot C_{\text{зб}} \right) / W_{\text{ц}} \rightarrow \min$$

де $C_{\text{пит}}$ - питомі витрати на підтримку машини в працездатному стані (грн./мото-ч);

K_1, K_2 - коефіцієнти, що враховують накладні витрати на заробітну плату й матеріали;

$S_{\text{ТО}}, S_{\text{P}}, t_{\text{ТО}}, t_{\text{P}}$ - трудомісткість і тривалість ТО й усунення наслідків відмов (люд.-год.);

$Q_{\text{ТО}}, Q_{\text{P}}$ - витрата матеріалів і запасних частин при ТО й усуненні наслідків відмов за цикл ТО (кг і комплектів);

Π_1, Π_2 - годинна тарифна ставка виконавця й вартість 1 кг комплекту палива або комплекту запасних частин (грн/год. ; грн/кг. ; грн/комплект.);

$C_{\text{зб}}$ - збитки за 1 ч простою трактора, грн.;

$W_{\text{ц}}$ - наробіток машини за цикл ТО, мото-ч;

$P(t)$ - задана ймовірність (більше або менше);

i, l - число видів робіт, виконуваних при ТОР;

j, k - число видів матеріалів, що використовуються при ТОР;

η, β - число видів простоїв при ТОР;

Π_1, Π_2 - число видів ТО і матеріалів;

Π_3 - число простоїв при ТО.

За мінімальним значенням питомих витрат установлюється оптимальна величина періодичності виконання операцій ТО.

За цією методикою проведені роботи з дослідження режимів ТО серійних тракторів і їхніх дизелів. Результати встановлення раціональної періодичності

t_j виконання основних операцій тракторів ДТ-75, ДТ-75М, Т-40АМ дані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Статистичні характеристики періодичності ТО тракторів і їхніх дизелів

Контрольовані параметри	Значення параметрів					Періодичність	
	t_{cp} , мо- то-ч.	ε , %	$P(t)$	σ_x , мо- то-ч.	v_x	існуюча	запропо- нована
1	2	3	4	5	6	7	8
Дизель СМД-14НГ							
Рівень масла в редукторі пускового двигуна	802	15	0,80	320	0,40	240	500
Натяг ременя вентилятора	589	20	0,90	311	0,53	240	250
Теплові зазори в клапанному механізмі	449	15	0,90	157	0,35	480	500
Відкладення в роторі центрифуги	575	15	1,00	172	0,30	240	500
Тиск на початку підйому голки форсунки	942	15	0,80	217	0,23	480	500
Дизель А-41							
Теплові зазори в клапанному механізмі	724	15	0,90	160	0,22	480	500
Відкладення в роторах центрифуги	840	10	1,50	252	0,30	480	500
Тиск на початку підйому голки форсунки	1179	15	0,90	141	0,12	960	1000
Шасі тракторів ДТ-75 і ДТ-75М							
Зазори в головній муфті зчеплення СМД-14НГ	651	18	0,90	264	0,40	240	250
Зазори в головній муфті зчеплення А-41	496	15	0,90	65	0,13	240	250
Вільний хід важелів керування гальмами	516	15	0,90	84	0,16	240	500
Вільний хід педалей зупинних гальм	894	15	0,90	172	0,19	240	500

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Рівень масла в КП і заднього мосту	632	15	0,80	103	0,16	240	500
Рівень масла в корпусах кінцевих передач	726	15	0,80	132	0,18	240	500
Рівень масла в корпусах підшипників напрямних коліс	423	15	0,90	112	0,12	60	250
Рівень масла в підшипниках опорних котків	418	15	0,90	98	0,23	60	250
Рівень масла в підшипниках підтримувальних роликів	282	15	0,90	65	0,23	60	250
Рівень масла в порожнинах цапф кареток	382	15	0,90	61	0,16	60	250
Трактор Т-40АМ							
Натяг ремня вентилятора	459	10	0,90	80	0,07	120	250
Теплові зазори в клапанному механізмі	640	5	0,90	160	0,25	480	500
Вільний хід педалі муфти зчеплення	815	15	0,90	285	0,35	240	500
Вільний хід педалі гальм	750	15	0,90	286	0,35	240	500
Тиск упорскування палива	538	25	0,90	338	0,63	960	500
Люфт кермового колеса	1371	15	0,90	306	0,22	240	500
Сходження керованих коліс	602	25	0,90	316	0,52	960	500
Відкладення в роторі центрифуги	425	15	0,90	65	0,15	480	500
<p>Примітка. У табл. 3.3 прийняті умовні позначки: t_{cp} - середня періодичність виконання операцій ТО; ε - точність розрахунків; $P(t)$ - задана ймовірність; σ_x - середнє квадратичне відхилення; v_x - коефіцієнт варіації.</p>							

Величини t_j установлені на основі закономірностей реалізації показників контрольованих параметрів технічного стану. Отримані залежності й запропонований метод реалізовані у вигляді програми в операційній системі ОСЕС і апробовані при встановленні оптимальної періодичності ТО різних сільськогосподарських машин. Результати розрахунків використані при уточненні струк-

тури ТО машин, впровадження якої дозволило скоротити витрату ресурсів на ТО на 15-20% без зниження їхніх показників безвідмовності

3.5 Коректування режимів ТО машин з урахуванням зональних умов їхнього використання

При коректуванні режиму ТО використовують ряд коефіцієнтів, що враховують, у першу чергу, ґрунтово-кліматичні умови роботи машин. Такі поправочні коефіцієнти до періодичності, технічним вимогам і питомій трудомісткості ТО наведені в табл. 3.4.

Значення показників устанавлюються шляхом множення середнього нормативу на поправочний коефіцієнт. Наприклад, у жаркому й сухому регіоні з високою агресивністю навколишнього середовища періодичність ТО-3, рівна 1000 мото-ч (середній норматив), повинна бути помножена на поправочний коефіцієнт $0,8:1000*0,8 = 800$ мото-год.

При коректуванні технічних вимог на поправочний коефіцієнт множать допускають зношування, натяг, відхилення параметрів технічного стану деталі, вузла, агрегату й машини в цілому. Якщо параметр стану із плином наробітку не збільшується, як зношування з'єднання, а зменшується, наприклад, тиск масла в головній масляній магістралі двигуна, то технічні вимоги не множать, а ділять на поправочний коефіцієнт. Характеристика кліматичних умов регіону представлена в табл. 3.5.

Враховуючи, що строки служби машини до списання різні по регіонам, необхідно враховувати і цей показник, що має вплив на систему ТО. При невеликому строку служби потік відказів буде нестационарним, при великому – він складатиметься з двох ділянок: нестационарної і стационарної, що відобразиться на середній вірогідності відказу за певний період.

Таблиця 3.4 - Поправочні коефіцієнти до показників режиму ТОР машин, що враховують природно-кліматичні умови регіонів

Клімат регіону	Агресивність навколишнього середовища	Поправочні коефіцієнти		
		періодичність ТОР	технічні вимоги ТОР	питома трудомісткість
Помірний	Невисока	1,0	1,0	1,0
	Висока	0,9	0,9	1,1
Помірковано теплий, теплий, вологий	Невисока	1,0	1,0	1,0
	Висока	0,9	0,9	1,2
Жаркий, сухий	Невисока	0,9	1,0	0,9
	Висока	0,8	0,8	1,0
Помірковано холодний	Невисока	0,9	1,0	0,9
	Висока	0,8	0,8	1,0
Холодний	Невисока	0,9	0,9	0,8
	Висока	0,8	0,8	0,9

Таблиця 3.5 - Характеристика кліматичних умов регіону

Кліматичні райони	Середня місячна температура повітря, °С		Середня місячна відносна вологість повітря в липні в 13 год дня, %	Число днів геліою в 13 ч рвалам, %	
	січень	липень		80 год. і більше	30 год. і менше
Помірний	Від-15 до-8	Від 8 до 25	Менше 80	-	-
Помірковано теплий, теплий, вологий	Від-8 до -4	Від 16 до 25	70 і більше	133	3
Жаркий, сухий	Від-15 до 2	Від 25 до 30	20-40	36	163
Помірковано холодний	Від-15 до-8	Від 8 до 25	Менше 80	120	12
Холодний	Від-30 до-15	Від 2 до 25	-	24	55

При обробці ґрунту значний вплив на показники технічної експлуатації робить її питома опір (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Вплив питомого опору ґрунту на показники технічної експлуатації машин

Показники	Поправочні коефіцієнти в залежності від ґрунту		
	слабкі (2,5-5,2*10 ⁻²), МПа	середні (5,3-7,1*10 ⁻²), МПа	міцні (7,2-9,3*10 ⁻²), МПа
Змінна продуктивність	1,18	1,00	0,75
Питома витрата палива	0,73	1,00	1,30
Питомі енерговитрати	0,70	1,00	1,40

Строк служби машини враховується величинами його середнього значення T_c і коефіцієнта v_c . У зв'язку зі складністю точного визначення регіонального режиму ТОР розглядають спочатку визначення оптимальної періодичності й технічних вимог (допустимих зносів і розмірів деталей і з'єднань, відхилень структурних і діагностичних параметрів стану агрегатів машин). Їх необхідно оптимізувати разом, тому що вони зв'язані між собою. В іншому випадку, наприклад, при зміні періодичності T_{O3} і сталості зношування, що допускає, остання величина виявиться далеко не оптимальною.

3.6 Удосконалювання режимів ТО збиральної техніки

В ГОСНИТИ протягом ряду років була проведена робота з удосконалювання існуючої системи ТО збиральної техніки на прикладі комбайнів "Дон-1500" [8].

За результатами виконаної роботи розроблена система попередження відмов - СПО "Дон", сутність якої складається в збільшенні обсягу профілактичних робіт у неробочий час комбайнів до виходу їх у поле.

Проаналізовано всі види відмов комбайнів. За даними спостережень за досвідченими й серійними комбайнами встановлено, що найбільше число відмов мають жнивна частина з похилою камерою, молотарка, механічні передачі, гідравліка, ДВС і т.д. (рис. 3.5).

Зі всієї номенклатури відмов при аналізі виділялися поступові, тобто такі,

як зношування деталей, ослаблення кріплень, порушення герметичності, витяжка й деформація, регулювання, усталостні руйнування. Більшість поступових відмов, що становлять 50% і більше від загального числа, може бути попереджене при контролі відповідних частин комбайна під час проведення ТО на збиранні.



Рисунок 3.5 - Діаграма розподілу відмов вузлів по вузлах і агрегатах комбайнів "Дон-1500" за результатами випробувань у господарствах

Розподіл відмов по наробітку комбайна показало, що їхнє число зростає в інтервалах 20-30 і 50-60 год. основної роботи, перед якими варто підсилювати профілактичні операції ТО.

Зіставлення операцій ТО, передбачених заводською інструкцією, з номенклатурою відмов показало, що більшість операцій неконкретні й не націлені на попередження відмов. Більше 75% оперативного часу ЩТО, обмеженого по тривалості 0,38 ч, затрачається на очищення комбайна.

СПО "Дон" передбачає виконання комплексу профілактичних робіт з попередження відмов комбайнів "Дон-1500" перед і в період їхньої безпосередньої експлуатації.

На підставі проведеного аналізу відмов розроблений розширений перелік операцій ТО комбайнів "Дон-1500" (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Рекомендований зміст і періодичність операцій щоденного обслуговування комбайнів "Дон-1500" [6]

Зміст робіт	Періодичність ЩТО-1		Трудомісткість ЩТО, люд.-год.	
1	2		3	
<i>Основний обсяг</i>				
Очищення:				
конденсатор кондиціонера, МКШ*	ЩТО		0,02	
кабіна, повітроочисника кабіни*	2 ЩТО		0,03	
капот дизеля, площадка обслуговування	ЩТО	4 ЩТО	0,20	0,01
кришка молотарки й похилої камери, панелі	6 ЩТО		0,1	
каменевловлювач**				
При очищенні усунути течію масла, води	ЩТО	4 ЩТО	-	0,04
Перевірити рівень і дозаправити:				
масло в дизель, воду в радіатор	ЩТО	ЩТО	0,03	0,03
масло в бак ГСТ і основної гідросистеми	4ЩТО		0,01	
Перевірити натяг ланцюгів і ременів	ЩТО	ЩТО	0,06	0,12
Змазати щічки привода ножа	-	-	0,03	0,03
На холостому ходу перевірити роботу двигуна, виконавчих вузлів гідросистеми, показання приладів, при необхідності усунути виявлені недоліки	-	-	0,02	0,51
<i>Додатковий обсяг</i>				
Очистити:				
фільтри повітреочисник, блок радіаторів	-	ЩТО	-	0,09
підшипники, що транспортують органи	-	4 ЩТО	-	0,05

Продовження таблиці 3.7

1	2	3
Перевірити:		
МКШ, електроустаткування й АСК, кріплення зовнішніх складальних одиниць	- ЩТО	- 0,33
підшипникові вузли, транспортер похилої камери	- 4 ЩТО	- 0,03
рівень електроліту в акумуляторній батареї*	- 4 ЩТО	- 0,02
*При роботі на бур'янистій масі й температурі навколишнього середовища вище 25°C - періодичність операцій скоротити в 2 рази.		
** Операції виконувати при роботі на полях, сильно засмічених каменями.		

Аналіз результатів проведених протягом трьох років випробувань показав, що ефективність СПО "Дон" залежить, насамперед, від якості ТО, що, у свою чергу, визначається повнотою й змістом рекомендуємих операцій, кваліфікацією виконавців, стратегією обслуговування й вибором засобів контролю технічного стану комбайнів. Всі ці фактори взаємозалежні й відсутність кожного з них спричиняє зниження показників безвідмовності "Дон-1500".

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз стану охорони праці

Організація робіт

Відповідно до Закону України „Про охорону праці” відповідальними за безпечний стан робочих місць є безпосередньо керівники робіт, які забезпечують відомчий контроль.

При господарських взаємодіях, ситуаціях купівлі-продажу, оренди, переходу об’єктів в розпорядження відповідальних осіб, передача права володіння матеріальній відповідальності однієї особи другій тягне за собою юридичну відповідальність за стан безпеки технічної системи у виді об’єкта.

Юридична особа несе відповідність за раціональне використання виробничих ресурсів, основні з яких – матеріально, трудові, фінансові. Юридична особа може доручати спеціальні функції іншим особам, забезпечивши їх атестацією.

Мобільні робочі місця складають основну долю в матеріальних ресурсах і в виду підвищеної небезпеки, наряду з матеріальною вимагають додатково відповідальність за їх технічний стан і безпечну експлуатацію.

Ці види відповідальності залежать від організаційної структури господарства, набору кваліфікованих вимог до спеціалістів.

При здійсненні послуг діагностування і технічного обслуговування майстер – діагност, майстер – налагоджувач фіксує результати контролю в первинній діагностичній, нагромаджувальній карті або карті технічного стану.

а) Склад нормативних документів.

Наявною нормативною базою з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища при ремонті та технічному обслуговуванні машин і обладнання слід вважати нормативні акти, представлені в „Державному реєстрі міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці, де зосереджено 234 міжгалузевих, 2014 галузевих, 344 міждержавних стандартів ССБТ, 39 державних

стандартів України, 697 Правил, 94 норми, 200 Положень, 327 інструкцій, 49 переліків та інші нормативні акти [23].

Нормативними документами, що регламентують безпеку виробничих процесів при ремонті і технічному обслуговуванні машин і обладнання, слід вважати:

- 1) НПАОП 01.41-1.01-01 Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва.
- 2) ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ-12.2.003-78, які визначають вимоги безпеки до організації робочих місць.
- 3) ГОСТ 12.1.003-83 і санітарні норми СН-22-74, що встановлюють рівні шуму та вібрацій на робочих місцях [23].

б) Забезпечення безпеки будівель і споруд.

Виробничі та складські приміщення повинні відповідати вимогам Будівельних норм і правил – СНіП–2.09.02-85, СНіП 2.09.03 -85 із змінами.

Виробничі приміщення, в яких у процесі виробництва різних категорій слід передбачати виділення пилу, пару або газу, повинні бути ізольовані від інших приміщень.

При розміщенні в одному приміщенні виробництва різних категорій слід передбачати заходи запобігання вибуху і розповсюдженню осередку. Якщо вказані заходи є в окремих випадках недостатньо ефективними, то використовують додаткові заходи безпеки.

Підлога у приміщеннях цехів повинна бути щільною, мати тверде покриття з гладкою поверхнею, зручно для очищення та ремонту, і не бути джерелом утворення пилу.

У дверних отворів виробничих і допоміжних приміщень не повинно бути порогів та виступів, а двері повинні відкриватися назовні. В'їзний нахил повинен бути не більше 5°.

в) організація робіт з охорони праці, пожежній безпеці, охороні навколишнього середовища та попередження аварійних ситуацій.

Для забезпечення пожежної безпеки на підприємстві повинні бути розроблені протипожежні заходи у відповідності з вимогами „Правил пожежної безпеки в Україні” ГОСТ 12.4.070, 12.4.009-75, 12.1.044-84, СНіП – 2.01.02-85 і інших нормативних актів [10].

Відповідальність за додержання заходів пожежної безпеки несе власник підприємства, який повинен наказом призначити осіб, відповідальних за пожежну безпеку по кожній ділянці.

Власник підприємства зобов'язаний:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки;
- утримувати у справному стані засоби протипожежної безпеки і зв'язку, пожежну техніку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;
- подавати на вимогу Державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єкта і продукції, що ним виробляється.

В кожному приміщенні на видному місці розміщуються основні положення правил пожежної безпеки, які повинні одержувати працівники цього приміщення, а також таблички, де вказуються прізвище відповідальних за пожежну безпеку, номери телефонів пожежних команд і план евакуації працівників на випадок пожежі.

У процесі трудової діяльності людина за допомогою певних знарядь діє на предмет праці в умовах існуючого середовища. Залежно від характеру праці на людину можуть впливати різні середовища: механічні, хімічні, теплові, електричні, електромагнітні, радіаційні, біологічні та інші.

Кожний небезпечний виробничий фактор незалежно від його виду, рівня та інших властивостей має певну зону своєї дії. Якщо розміри цієї зони мають чітко фіксовані значення, то її можна вважати постійною. Якщо в процесі роботи така зона змінюється внаслідок зміни рівня небезпечного фактора, його переміщень у просторі, то вона буде змінною.

Аналіз стану безпеки життєдіяльності

В господарстві майстерні перевірка стану охорони праці робітниками Держнагляду проводиться тільки з виникненням нещасного випадку, профілактиці травматизму приділяється дуже мало часу, слабо працює загальний контроль разом з профспілковим комітетом. Майстерня не забезпечена нормативними документами з охорони праці. У інженера з охорони праці є інструкції з застарілих ГОСТ, але ці інструкції не розмножені і не вивішені на робочих місцях.

Наглядна агітація знаходиться у недостатній кількості. Моральний і матеріальний стимул за безпечну роботу повністю відсутній.

Маються наступні порушення норм і положень:

1. Механізатори в недостатній кількості забезпечені інструментами, слабо здійснюється контроль за наявністю і технічним станом пристроїв і інструмента.
2. Не на всіх агрегатах є аптеки і термоси.
3. Не всі агрегати укомплектовані вогнегасниками.

Є недоліки:

- протипожежні щити не обладнані необхідним інвентарем;
- відсутній громовідвід будівель і складів;
- вогнегасники не перезаряджені і прострочені, їх кількість недостатня;
- дерев'яні конструкції споруд, перекриттів не оброблені вогнетривкою сумішшю.

4.2 Проектні рішення з охорони праці

Загальний перелік заходів засобів захисту.

Створення безпечних умов праці на різних виробничих процесах сільськогосподарського виробництва широко застосовують технічні заходи безпеки. Це огорожуючи, запобіжні, блокуючі, гальмівні, сигнальні та інші пристрої і засоби.

Відповідно до існуючих вимог, усі приводи, передачі, режими, робочі органи повинні бути обладнані захисними огорожами, які надійно захищають від виходу з небезпечної зони стружки металів, крапель розплавленого металу, агресивних рідин, гарячої води, різких випромінювань, іскор, а також викиду частини зруйнованого робочого органа або оброблювальної деталі.

Загороджувальні пристрої повинні мати надійне кріплення до основного обладнання, легко відкриватись і надійно закриватись. При зніманні огорожень зусилля, що прикладається до нього не повинно перевищувати 80 Н.

Технічна безпека при діагностуванні двигунів.

При проведенні робіт виконуйте вимог техніки безпеки, охорони праці, пожежної безпеки. При керуванні дизелем виконуйте необхідний тепловий і швидкісний режими його роботи, а також міри безпеки, в тому числі:

- обережність випробувань дизеля, що має симптоми середніх несправностей;
- цілеспрямовано уточнити стан дизеля без його пуску по якісним признакам, тестовим впливам, признакам несправностей, відмічених трактористом – машиністом або водієм;
- двох – трьохкратну перевірку діагностичних параметрів, а по нестабільним параметрам 6-10 кратну перевірку;
- роботу стартера тривалістю не більше 10-15 с з повторним включенням не раніше ніж через 30 с;
- захист отворів складових частин дизеля і машини для передбачення попадання в них забруднень: в камеру згорання циліндра дизеля, у впускний повітряний тракт, в паливну систему, в мастила, в агрегат і механізми машини.

4.3 Надзвичайна ситуація на пункті технічного обслуговування тракторів, заходи її попередження

Руйнування будинків, споруджень, загибель людей і матеріальних цінностей мають місце в результаті стихійних лих, виробничих аварій і катастроф. Використання різних видів енергії при збігу обставин і сполученні ряду факторів на ПТО може привести до виникнення пожеж, вибухів і поразці розрядом атмосферної електрики (блискавкою).

Таблиця 4.1 – Надзвичайні ситуації на ПТО, причини і заходи попередження

Надзвичайні ситуації	Об'єкт	Причини	Заходи, що забезпечують безпеку
Вибух	Компресор (ресивер)	Несправність захисного клапана	Періодичний контроль роботи манометрів
	Теплогенератор	Порушення технічної експлуатації, недотримання порядку пуску	Строге виконання порядку запуску генератора
Пожежа	Ємності для масел	Запалення від іскроутворення	Визначення місць для збереження масел у відповідності до ГОСТ 12.1.033-81
	Електричний ланцюг	Коротке замикання	Установка запобіжників. Поділ навантажень по фазах
Блискавка	ПТО	Відсутність блискавкозахисту	Установка блискавкозахисту

4.4 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних аварійних ситуацій на виробництві

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або трав-

монебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [25].

Початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) виявляють у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу події.

Слід зауважити, що поняття “початкової події” введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва.

Якщо на схемах, що зображають процеси протікання (перебігу) випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення безпечної або аварійної ситуації складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистично залежними або незалежними. Статистично залежні події – це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо жодна з двох подій, що входять до однієї моделі, може з'явитися незалежно одна від одної, то такі події є статистично незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні – послідовно. Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, що показують напрямок протікання (перебігу) події.

Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації автомобілів, описані і побудовані логічні моделі різних за формою і характером подій. Це дало можливість перейти до побудови більш складних моделей аварій, травм і катастроф, які потрібні для встановлення причин виникнення потенційних небезпек, без чого неможливо вжити обґрунтованих профілактичних заходів.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному (при необхідності і математичному) аналізі й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій.

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

Логічні моделі можна застосовувати при прийнятті рішень про відповідальність осіб, винних у виникненні таких пригод, а також ступінь вини самого потерпілого.

Модель формування та виникнення травмонебезпечних аварійних ситуацій при проведенні технічних обслуговувань автомобілів надано у таблиці 4.2.

Таким чином, в процесі аналізу стану охорони праці в господарстві та на пункті діагностики розкриті присутні недоліки по розглянутому питанню та запропоновані заходи.

Висновок по розділу: У процесі аналізу стану організації робіт з безпеки життєдіяльності. Виявлено недоліки і їхні причини. На їх підставі запропоновані методи і засоби їхнього усунення. Визначені також можливі аварійні ситуації і заходи для їхнього попередження та ліквідації.

5 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

5.1 Методика оцінки та її застосування при розрахунку показників надійності технологічних комплексів

В процесі експлуатації технічних засобів відбуваються зміни їх параметрів внаслідок фізико-хімічних змін в елементах (збиральних одиницях і деталях), і при досягненні граничного значення параметра відбувається відказ. При організації ТО повинна бути вибрана система правил і способів управління технічним станом агрегатів – стратегія, яка може бути встановлена як *по наробітку*, так і *за станом*.

Ефективність експлуатаційного забезпечення технологічних комплексів і системи їх ТО необхідно оцінювати за критерієм, що враховує залежності між характеристиками агрегатів, системи ТО і технологічних комплексів. Але, так як між цими характеристиками дуже багато різноманітних зв'язків, аналітичний вираз такого критерія дуже громіздкий і важкий для аналізу. Тому вплив системи ТО на характеристики технологічних комплексів оцінюємо за допомогою приватних критеріїв – коефіцієнтів технічної ефективності і ефективності запобігання відмов.

Коефіцієнт технічної ефективності [10]:

$$R_{т.е} = \frac{P_{п} - P_{и}}{P_{и}} = \frac{P_{п}}{P_{и}} - 1, \quad (5.1)$$

де $P_{п}$ і $P_{и}$ – значення показника надійності проектуємої і існуючої стратегій ТО.

Коефіцієнт ефективності запобігання відмов

$$R_{г.о} = t_{об}/t_0, \quad (5.2)$$

де $t_{об}$, t_0 – середній час безвідмовної роботи технологічного комплексу, відповідно, що обслуговується даною системою ТО і що не обслуговується.

В господарстві ПП “Агрофірма Семенівка” Мелітопольського району необхідно заготовити сінаж обсягом 4000 т за 8 днів при тривалості робочого дня 10 годин. (Вірогідність погодних умов 0,8.)

Сінаж заготовляють за наступною технологічною схемою і складом комплексного загону:

ланка скошування

Т-150К+КПКУ-75(1), Е-281Ф(1), КСК-100А(1);

ланка згрібання у валки

МТЗ-80+ГВР-6(3);

ланка підбору з подрібненням

Т-150К+КПКУ-75(2), Е-281Ф(1), КСК-100А(2);

транспортна ланка

ЗИЛ-ММЗ-554(4), ГАЗ-САЗ-53Б(4), МТЗ-80+ПСЕ-12,5(2);

ланка закладання сінажу в траншеї

К-700А(2).

Всього технічних засобів в комплексі:

Т-150К – 3,
К-700А – 2,
МТЗ-80 – 3,
Е-281Ф – 2,
КСК-100А – 3,
КПКУ-75 – 3,
ЗИЛ-ММЗ-554 – 4,
ГАЗ-САЗ-53Б – 4,
ГВР-6 – 3,
ПСЕ-12,5 – 2.

Щоб забезпечити надійність в розглянутому комплексі машин за рахунок використання різних стратегій ТО, необхідно знати характеристику кожної стратегії, що заснована на обчисленні показників надійності.

При організації експлуатації спочатку оцінюють різні види ТО нерезервованого комплексу і обирають найбільш ефективний з них. Якщо вибраний спосіб ремонтно-технічних дій не забезпечує потрібного рівня надійності, то вводимо резервування.

В якості показника надійності приймаємо коефіцієнт оперативної готовності і за показником технічної ефективності або питомих витрат обираємо найкращу стратегію обслуговування.

Стратегія 1

Коефіцієнт оперативної готовності

$$K_{i,at} = [1 - \exp(-\lambda_o t_a)] / \lambda_o t_a, \quad (5.3)$$

де λ_o – інтенсивність відмов технологічного комплексу;

t_e – тривалість експлуатації комплексу.

Інтенсивність відмов агрегатів і ланок комплексу визначаємо за формулою

$$\lambda_o = \sum_i^m \lambda_i n_i, \quad (5.4)$$

де m – число агрегатів в ланці;

n_i – число машин i -го типу в агрегаті.

Таблиця 5.1 - Показники надійності машин, нормативи періодичності і трудомісткості ТОР [10]

Марка машини	Наробіток на відказ, год	Середній час усунення відказу, год	ЩТО		ТО-1		ТО-2	
			періодичність, мото-год	трудомісткість, люд.-год	періодичність, мото-год	трудомісткість, люд.-год	періодичність, мото-год	трудомісткість, люд.-год
К-700А	84	6,2	7	1,2	125	2,5	500	10,6
Т-150К	82	5,6	7	0,3	125	1,9	500	6,8
МТЗ-80	86	4,8	7	0,5	125	2,7	500	6,9
ГАЗ-САЗ-53Б	140	3,8	7	0,6	125	2,9	240	11,8
ЗИЛ-ММЗ-554	150	3,6	7	0,6	60	3	240	12
КПКУ-75	24	4,5	7	0,4	60	3,6	240	7,2
Е-281Ф	36	5,3	7	0,5	60	4	240	7,6
КСК-100А	18	5,5	7	0,7	60	4	240	7,6
ЯСК-200	42	5	7	0,7	60	4	240	7,6
КРН-2,4	40	2,3	7	0,15	60	2	-	-
ГВР-6	20	1,5	7	0,15	60	2,5	-	-
ПИМ-20	260	4,3	7	0,15	60	2	-	-

З урахуванням даних таблиці 5.1 находимо інтенсивність відмов:

ланки скошування

$$\lambda_{\text{ск}}=1/82+1/24+1/36+1/18=0,137;$$

ланки згрібання у валки

$$\lambda_{\text{з.в}}=3(1/86+1/20)=0,199;$$

ланки підпору з подрібненням

$$\lambda_{\text{п.п}}=2(1/82+1/24)+1/36+2/18=0,247;$$

транспортної ланки

$$\lambda_{\text{т}}=44/160+4/140+2/86+2/260=0,086;$$

ланки закладання сінажу в траншеї

$$\lambda_{\text{з}}=2/84=0,025.$$

Інтенсивність відмови технологічного комплексу

$$\lambda_0=\sum\lambda_i \quad (5.5)$$

$$\lambda_0=0,137+0,199+0,274+0,086+0,024=0,693$$

Середній час безвідмовної роботи технологічного комплексу

$$t_p=1/0,693=1,44 \text{ год.}$$

Коефіцієнт оперативної готовності комплексу

при $t=1$ год.

$$K_{o,r1}=(1-e^{-0,693})/0,693=0,721;$$

при $t=3$ год. $K_{o,r}=0,421$;

при $t=7$ год. $K_{o,r}=0,204$.

Стратегія 2

В якості спрощеної залежності для коефіцієнта оперативної готовності приймаємо

$$K_{i,\bar{a}2}=[1-\exp(-\lambda_0 t_i)][(t_i+t_a)\lambda_0]^{-1}, \quad (5.6)$$

де $t_{\text{п}}$ – періодичність обслуговування;

$t_{\text{в}}$ – тривалість ремонтно-технічних дій, тобто відновлення.

Середня періодичність 10 агрегатів комплексу

$$t_n=(\sum n_i/t_{ni})^{-1}, \quad (5.7)$$

де n_i – число машин, для яких планується обслуговування з i -ю періодичністю;

t_{ni} – періодичність i -го обслуговування.

З урахуванням нормативів таблиці 5.1

$$t_{\pi} = (31/7 + 8/125 + 8/500 + 21/60 + 16/240)^{-1} = 0,193 \text{ год.}$$

Середня тривалість ТО

$$t_{\text{ТО}} = t_{\pi} \sum_j^N \sum_i^m t_{\text{ТО}i} n_i / t_{n1}, \quad (5.8)$$

де m, N – число відповідно машин і ланок в комплексі;

$t_{\text{ТО}1}$ – тривалість ТО-1.

$$t_{\text{ТО}} = (1,2 \cdot 2/7 + 2,5 \cdot 2/125 + 10,6 \cdot 2/500 + \dots + 0,15 \cdot 2/7 + 2 \cdot 2/60) / 0,193 = 0,793 \text{ год.}$$

Інтенсивність відмов технологічного комплексу в одиницю часу, що служить основою для проведення ТО,

$$\lambda_{\text{он}} = \sum_1^n n_i / t_{ni} \left[1 + \sum_1^n t_{\text{в}i} n_i / t_{ni} \right]^{-1}, \quad (5.9)$$

$$\lambda_{\text{он}} = 5,18 / (1 + 4,112) = 1,01 \text{ год}^{-1}$$

$$K_{\text{o.r2}} = [1 - \exp(-1,01 \cdot 0,193)] [0,193 + 0,793] 1,01^{-1} = 0,178$$

Через 1 год. від початку експлуатації $K_{\text{o.r1}} = 0,351$; через 3 год. $K_{\text{o.r1}} = 0,248$; через 7 год. $K_{\text{o.r1}} = 0,126$.

Вплив періодичності ТО на зміну коефіцієнта оперативної готовності показано на рис. 5.1.

Ефективність стратегії 2 у порівнянні зі стратегією 1 визначаємо за формулою

$$R_{2/1} = \frac{[1 - \exp(-\lambda_o t_n)] t_e / (t_n + t_a)}{1 - \exp(-\lambda_o t_e)} - 1 \quad (5.10)$$

При проведенні профілактичних робіт через 1 год. від початку експлуатації

$$R_{2/1} = \frac{[1 - \exp(-1,01)] 7 / (1 + 0,793)}{1 - \exp(-0,693 \cdot 7)} - 1 = 1,5;$$

через 3 год. $R_{2/1} = 0,77$;

через 7 год. $R_{2/1} = -0,06$.

Зміна співвідношення ефективностей стратегій 2 і 1 у часі показано на рис.5.2.

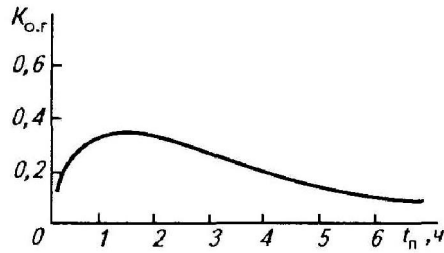


Рисунок 5.1- Зміна коефіцієнта оперативної готовності в залежності від періодичності ТО

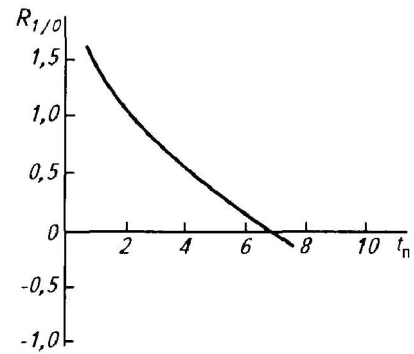


Рисунок 5.2 - Зміна коефіцієнта технічної ефективності в залежності від періодичності ТО

Стратегія 3

Для даної стратегії ТОР коефіцієнт оперативної готовності

$$K_{i.аз} = \frac{1}{(\lambda_o + \mu)t_e} \left\{ \frac{\mu}{\lambda_o} [1 - \exp(-\lambda_o t_e)] + \frac{\lambda_o}{\lambda_o + \mu} [1 - \exp(-\lambda_o + \mu t_e)] \right\}, \quad (5.11)$$

де λ_o – інтенсивність відмов;

μ – інтенсивність відновлення;

t_e – час експлуатації комплексу.

Середній час простою комплексу при проведенні ТОР

$$t_B = t_p \sum t_{Bi} n_i / t_{pi} \quad (5.12)$$

$$t_B = 1,44(5,6 \cdot 3/82 + 4,5 \cdot 3/24 + 5,3 \cdot 2/36 + 5,5 \cdot 3/18 + 4,8 \cdot 3/86 + 1,5 \cdot 3/20 + 3,6 \cdot 4/150 + 3,8 \cdot 4/140 + 4,8 \cdot 2/86 + 4,3 \cdot 2/260 + 6,6 \cdot 2/84) = 1,44 \cdot 2,867 = 4,13 \text{ год.}$$

Інтенсивність відновлення елементів комплексу, що відмовили, при використанні одного ремонтного поста (або майстерні)

$$\mu_1 = 1/t_B, \quad (5.13)$$

$$\mu_1 = 1/4,13 = 0,242;$$

при наявності двох ремонтних постів

$$\mu_2 = 1/t_B, \quad (5.14)$$

$$\mu_2 = 2/4,13 = 0,484.$$

Коефіцієнт оперативної готовності при випадковому часі обслуговування при усуненні відмов однією ремонтною майстернею (при $t_e=1$ год.)

$$K_{i.\dot{a}3} = \frac{1}{(0,693 + 0,242) \cdot 1} \left\{ \frac{0,242}{0,693} [1 - \exp(-0,693 \cdot 1)] + \frac{0,693}{0,693 + 0,242} [1 - \exp(-(0,693 + 0,242) \cdot 1)] \right\} = 0,67$$

При усуненні відмов двома ремонтними майстернями $K_{o,r3}=0,685$

З розрахунків видно, що створення додаткового поста сприяє збільшенню коефіцієнта оперативної готовності на 0,15. Ефективність стратегії 3 у порівнянні зі стратегією 2 при роботі одного поста

$$R_{3/1}=0,670/0,351-1=0,9;$$

при роботі двох постів

$$R_{3/2}=0,685/0,351-1=0,95.$$

Стратегія 4

Коефіцієнт оперативної готовності

$$K_{i.\dot{a}4} = \frac{1}{t_i + t_a} \left\{ \frac{\mu [1 - \exp(-(1 - \delta)\lambda t_i)]}{(1 - \delta)\lambda(\delta\lambda - \mu)} + \frac{\delta\lambda [1 + \exp(-(\lambda + \mu)t_i)]}{(\delta\lambda + \mu)(\lambda + \mu)} \right\} \quad (5.15)$$

Ефективність стратегії 4 у порівнянні зі стратегією 2 або 3 визначаємо:

$$R_{4/2} = \frac{K_{04}}{K_{02}} - 1; \quad R_{4/3} = \frac{K_{04}}{K_{03}} - 1. \quad (5.16)$$

Для випадкової стратегії інтенсивність обслуговування на базі нормативних даних може бути визначена з виразу

$$\mu_n \approx \lambda [1 - \exp(-\lambda t_n)] \cdot [\exp(-\lambda t_n) - (1 - \lambda t_n) + \lambda t_n]^{-1} \quad (5.17)$$

Слід мати на увазі, що μ_n визначає межу використання конкретної стратегії ТО. Якщо $\mu > \mu_n$, то високі показники надійності забезпечують обслуговування з випадковим періодом. В протилежному випадку переважніше періодичне ТО.

Припустимо, що через $t_n=7$ год. за час $t_{TO}=0,793$ год. проводиться періодичне ТО всіх машин комплексу. В процесі експлуатації контролюється справність польових агрегатів (скошування, згрібання, підбір валків), інтенсивність відмов яких λ_1 із загального потоку відмов $\lambda_0=0,693$:

$$\lambda_1 = \sum n_i / t_1 \quad (5.18)$$

$$\lambda_1 = 0,137 + 0,113 + 0,247 = 0,503$$

Доля контролюємих відмов $\sigma = 0,503/0,693 = 0,725$

При виявленні відмов контролюємих агрегатів їх працездатність відновлюють з інтенсивністю

$$\mu = \left[t_p \sum t_{vi} \cdot n_i / t_{pi} \right]^{-1} \quad (5.19)$$

$$\mu_k = [1,44(5,6 \cdot 3/82 + 4,5 \cdot 3/24 + 5,3 \cdot 2/36 + 5,5 \cdot 3/18 + 4,8 \cdot 3/35 + 1,5 \cdot 3/20)]^{-1} = 0,293$$

Коефіцієнт оперативної готовності технологічного комплексу

$$K_{i.а4} = \frac{1}{7 + 0,793} \left\{ \frac{0,293 [1 - \exp(-(1 - 0,725)0,693 \cdot 7)]}{(1 - 0,725)0,693(0,725 \cdot 0,693 - 0,293)} + \frac{0,725 \cdot [1 - \exp(-(0,693 + 0,293) \cdot 7)]}{(0,725 \cdot 0,693 + 0,293)(0,693 + 0,293)} \right\} = 0,774$$

При $\sigma = 1$ проведення ТО не доцільне.

Ефективність стратегії 4 у порівнянні зі стратегією 2

$$R_{4/2} = 0,774/0,351 - 1 = 1,2$$

Ефективність стратегії 4 у порівнянні зі стратегією 3 при роботі одного поста

$$R_{4/3} = 0,774/0,67 - 1 = 0,15;$$

при роботі двох постів

$$R_{4/3} = 0,774/0,685 - 1 = 0,12.$$

Порівнюючи $K_{o.f.}$, обирають найкращу стратегію для конкретних умов експлуатації технологічного комплексу, після чого оптимізують характеристики системи ТОР.

5.2 Результати розрахунків показників надійності технологічних комплексів

Результати розрахунків по розробленій методиці зведені в таблицю 5.2, з якої видно, що найкращим видом стратегії ТО і ремонту для даного технологічного комплексу є третя стратегія ТО.

Таблиця 5.2 -Аналіз ефективності стратегій ТОР

Показник ефективності	Стратегії ТО			
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
Середній час безвідмовної роботи комплексу	1,44	1,09	1,44	7
Інтенсивність відмов (обслуговувань)	0,693	1,01	0,693	0,503
Середня тривалість ТО	-	0,793	0,793	0,793
Інтенсивність проведення ТО	-	0,193	0,242	0,293
Середній час відновлення		0,793	4,13	0,793
Коефіцієнт оперативної готовності	0,721	0,178	0,67	0,774

При використанні даної стратегії розрахований середній час безвідмовної роботи комплексу складає 7 годин, при інтенсивності відмов – 0,503. Середній час відновлення комплексу – 0,793, коефіцієнт оперативної готовності – 0,774.

5.3 Техніко-економічна оцінка розроблених рішень

Удосконалення стратегій технічного обслуговування і оптимізація періодичності ТО дає можливість економії ресурсів.

Техніко-економічна оцінка запропонованих додаткових стратегій технічного обслуговування може бути використана сільськогосподарськими виробниками, власниками тракторів, майстрами-діагностами, станціями технічного обслуговування, що дасть економічний ефект від попередження відмов за рахунок зменшення витрат засобів на усунення наслідків відмов.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз існуючих проблем технічного обслуговування в сільськогосподарському виробництві показав необхідність пошуку теоретичних залежностей в сфері створення техніки, її експлуатації і технічного обслуговування машин і обладнання в АПК. Було знайдено технічні, технологічні, організаційно-економічні основи покращення технічного стану техніки, знайдені шляхи і способи їх реалізації для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, шляхом підвищення безвідмовності та зменшення витрат палива.
2. Досліджені проблеми технічного обслуговування машин дозволили створити математичну модель визначення варіантів стратегій ТО, розробити методику оптимізації періодичності ТО машин, запропонувати практичні рекомендації щодо коректування режимів технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки (в межах 10% відхилення від планових робіт) для виконавців цих послуг.
3. Впровадження в експлуатацію розробленої техніко-технологічної системи і стратегій ТО та ремонту дозволить підвищити коефіцієнти готовності сільськогосподарської техніки до 15%, а також ці заходи вплинуть на покращення показників надійності.
4. Практичне застосування створеної математичної моделі та методики розрахунків показників надійності (для технологічного комплексу) з коректуванням стратегій ТО дозволило розрахувати: середній час безвідмовної роботи – 7 годин; інтенсивність відмов – 0,503; середню тривалість ТО – 0,793 год.; середній час відновлення комплексу – 0,793 години.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ