

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка**

УДК 629.017:631.356.2

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ **Роговський І.Л.**

“ ___ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
НАДІЙНОСТІ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ В
УМОВАХ ТОВ «КАЛИНІВКА» КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»
Освітня програма – «Агроінженерія»
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

д.т.н., проф.

«підпис»

Братішко В.В.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Шатров Р.В.

Виконав

«підпис»

Ковбаса Д.С.

Київ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка,

“ _____ ” _____ 2023 р.
І.Л.Роговський

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Ковбасі Дмитру Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»
Освітня програма – «Агроінженерія»
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення показників експлуатаційної надійності бурякозбиральних комбайнів в умовах ТОВ «Калинівка» Київської області».

затвержені наказом ректора НУБіП України від «07» грудня 2023 року №2223 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2024 р.

Вихідні дані до роботи:

Науково – технічна література удосконалення технічних засобів для буряківництва; результати науково-дослідних робіт, літературних джерел технології вирощування та збирання цукрових буряків; результати науково-дослідних робіт щодо процесів технічного обслуговування і зберігання комбайнів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Стан питання і завдання дослідження забезпечення прийому рослинної сировини в бункер та вплив його на показник експлуатації та ТО бурякозбиральних комбайнів
2. Теоретичні передумови формування досліджень показників експлуатації бурякозбиральних комбайнів
3. Програма та методика теоретичного встановлення взаємозв'язків між зміною навантаження та режимами роботи комбайна і показниками надійності роботи.
4. Результати досліджень процесів технічного обслуговування і зберігання комбайнів
5. Економічна ефективність інженерних рішень по ТО і зберігання техніки

Дата видачі завдання 18.09.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Р.В. Шатров
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Д.С.Ковбаса
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 97 стор. машинописного тексту.

Ключові слова: Holmer, цукровий буряк, технічне обслуговування, ремонтні бригади, ремонт, системний, математичний аналіз, досліді, прибуток.

В роботі розглядається проблема підвищення ефективності виробництва цукрових буряків, за рахунок забезпечення найбільш повного використання потенційних можливостей самохідних бурякозбиральних комбайнів зарубіжного виробництва, в тому числі і за рахунок заходів по підвищенню ефективності використання і вдосконалення методів забезпечення надійності. Теоретичні дослідження включають вивчення умов функціонування комбайнів і їх адаптація до вітчизняних умов експлуатації, розглянуто вплив технології збирання цукрового буряку на ефективність їх використання, виконано аналіз теоретично необхідної кількості комбайнів від періоду збору, часу напрацювання, та інших факторів.

Далі в роботі виконано аналіз режимів навантаження бурякозбиральних комбайнів і їх взаємозв'язок з показниками надійності, проаналізовано вплив параметрів технічного стану комбайна на економічну ефективність технології збору цукрового буряку. Розроблено технологію аналітичного підходу до обґрунтування технологічних процесів технічного обслуговування і зберігання комбайнів Holmer. Визначено теоретичну залежність часу простою комбайнів і ремонтних бригад в очікуванні на обслуговування від продуктивності і кількості бригад.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	6
Розділ 1 СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1. Умови роботи комбайнів та умови використання	9
1.2. Правила прийому цукрових буряків та їх вплив на показник використання комбайнів.....	15
1.3. Методи підвищення експлуатаційної надійності бурякозбиральних комбайнів	24
Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	32
2.1. Теоретичний аналіз режимів навантаження та їх вплив на показники надійності	32
2.2. Технологічні параметри та їх допустимі межі	36
2.3. Обґрунтування технологічних процесів технічного обслуговування і зберігання комбайнів Holmer	40
2.4. Дослідження залежності часу простоїв збиральної техніки в очікуванні на обслуговування.....	48
2.5. Визначення коефіцієнту готовності самохідної машини з різними варіантами матеріально-технічного забезпечення.....	52
Розділ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ.....	59
3.1. Програма експериментальних досліджень	59
3.2. Інформативність для визначення показників експлуатаційної надійності самохідних енергозасобів для збирання коренеплодів	59
3.3. Показники надійності збиральних машин і методика їх визначення.....	60
Розділ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	64
4.1. Зміна коефіцієнта технічного використання і вартості запасних частин	64
4.2. Розподіл продуктивності і коефіцієнта використання експлуатаційного часу зміни при різних схемах ТО	67

4.3. Зв'язок коефіцієнта готовності збиральної техніки з термінами постачання запасних частин та фінансові втрати від простоїв	70
4.4. Вплив факторів на продуктивність, коефіцієнт готовності комбайна та економічні показники діяльності сервісних центрів	71
4.5. Показники роботи бурякозбиральних комбайнів	74
Розділ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ САМОХІДНИХ КОМБАЙНІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ	77
ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	84
ДОДАТОК	93

ВСТУП

Новим у сільськогосподарському виробництві є орієнтація його на кон'юнктуру внутрішнього і зовнішнього ринків, перехід на світові стандарти якості продукції, рентабельний експорт, котрий обумовлюватиме її конкурентоспроможність.

Створення сучасної матеріально-технічної бази бурякосійних господарств (випуск енергонасичених тракторів, комплексів досконалих начипних та причіпних машин і знарядь, виробництво збалансованих за поживними речовинами мінеральних добрив, високоефективних засобів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин) стане основою масового впровадження інтенсивної технології вирощування цукрових буряків. Вона являє собою комплекс взаємопов'язаних технологічних механізованих процесів та організаційних заходів, спрямованих на максимальний вихід цукру з одиниці площі при мінімальних затратах праці й коштів.

Досвід роботи передових господарств та аналіз виробничої діяльності свідчать, що високі показники в буряківництві зумовлені насамперед впровадженням комплексу агротехнічних прийомів, досконалої організації праці. Вирішальне значення мали висока культура землеробства, зміцнення матеріально-технічної бази, підготовка висококваліфікованих кадрів, поліпшення організації їх роботи та оплати праці. Важливою умовою ефективного впровадження інтенсивної технології є висока майстерність безпосередніх виконавців технологічних операцій – механізаторів-буряководів.

На основі досягнутого рівня ведення сільського господарства, подальшого удосконалення системи землеробства в напрямку її інтенсифікації і впровадження комплексної механізації бурякосійні господарства базових районів планують підвищити врожайність цукрових буряків, знизити затрати праці на виробництво коренеплодів при зменшенні собівартості.

Наукові дослідження та практичний досвід підтверджують, що процес збирання цукрових буряків є одним із найтрудомісткіших і найенергоємніших етапів їх виробництва. Окрім цього, неоднорідність стану ґрунту, полів і

коренеплодів, що виникає через пізні строки збирання, а також часті технічні збої та простої комбайнів — як вітчизняного, так і закордонного виробництва — спричиняють значні втрати. В окремих випадках вони можуть сягати до 30% від біологічного врожаю.

Серед наявних на ринку машин домінують комбайни компанії Holmer (моделі Terra Dos T2, T3), вартість яких становить від 2,25 до 7 млн грн. Однак практика використання цих комбайнів у господарствах показує, що їх потенціал реалізується не повною мірою. Висока вартість машин у поєднанні з низьким сезонним напрацюванням та недостатньою експлуатаційною надійністю призводить до значного зростання собівартості збиральних робіт.

Продуктивність одноопераційних машин на видаленні гички і витягуванні коренеплодів досягає 1,0...1,2 га/год, а самохідних - 1,4...1,6 га/год.

Номенклатура запасних частин одноопераційних машин становить 8...25% від загальної номенклатури складної самохідної машини. Це підвищує актуальність завдання забезпечення найбільш повного використання потенційних можливостей самохідних бурякозбиральних комбайнів зарубіжного виробництва, в тому числі і за рахунок заходів по підвищенню ефективності використання і вдосконалення методів забезпечення надійності.

Підвищення рівня експлуатаційної надійності машин має важливе значення для виробника, що працює в умовах ринкової економіки. Це сприяє:

- зростанню конкурентоспроможності техніки та розширенню ринків збуту;
- збільшенню обсягів виробництва, продажу машин і запасних частин, що в свою чергу підвищує прибуток;
- отриманню додаткового доходу за рахунок надання послуг технічного сервісу.

Споживча вартість товару виконує роль засобу, який забезпечує його реалізацію, повернення витрат і отримання прибутку. Для приватного виробника загальні витрати праці та коштів споживача під час експлуатації продукції зазвичай мають вторинне значення.

Для споживача, а саме сільськогосподарського виробника, висока експлуатаційна надійність машини забезпечує:

- збільшення продуктивності роботи завдяки скороченню простоїв з технічних причин;

- зростання прибутку та зниження собівартості збиральних робіт шляхом мінімізації втрат врожаю, зменшення витрат на експлуатацію й підвищення продуктивності праці;

- зростання ліквідності техніки після завершення певного періоду експлуатації, що дозволяє продати її на вторинному ринку за вигіднішою ціною.

У зв'язку з цим, дослідження, спрямовані на вдосконалення методів підвищення експлуатаційної надійності є актуальною науковою задачею, що має важливе господарське значення.

Мета досліджень - підвищення ефективності використання бурякозбиральних комбайнів шляхом вдосконалення процесів технічного обслуговування, ремонту, зберігання і використання.

Завдання досліджень:

- узагальнити та проаналізувати показники використання комбайнів і виявити причини, які обумовлюють зниження експлуатаційної надійності і економічності;

- провести аналітичні дослідження технологічних процесів технічного обслуговування і зберігання комбайнів, обґрунтувати кількість обслуговуючих ланок і ремонтних бригад;

- теоретично встановити взаємозв'язки динаміки навантаження і режимів роботи комбайнів з показниками надійності і якості;

- провести дослідження і визначити порівняльні показники експлуатаційної надійності комбайнів при різних схемах організації обслуговування і термінів ремонту;

- дати техніко-економічну оцінку виконаних досліджень.

Об'єкт досліджень. Технологічні процеси технічного обслуговування, ремонту, зберігання і використання бурякозбиральних комбайнів.

Предмет досліджень. Закономірності зміни показників надійності і економічності бурякозбиральних комбайнів при використанні за призначенням.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Умови роботи комбайнів та умови використання

Ефективність вирощування цукрових буряків значною мірою визначається обраними технологіями їх вирощування та збирання. Застосування сучасних ресурсозберігаючих технологій сприяє скороченню кількості технологічних операцій, видів тракторів, сільськогосподарських машин і комбайнів (див. таблицю 1.1).

Таблиця 1.1

Склад і структура комплексів машин при впровадженні нових технологій вирощування цукрових буряків

Показник		Варіанти технологій	
		Базова	Нова
Кількість	Робочих машин, що використовуються в технологічних процесах	23	7
	Типів тракторів	4	1
	Типів бурякозбиральних комбайнів	2	1
	Технологічних процесів	23	7
	Ручних процесів	3	-
Зниження витрати насіння, %			25...30
Збільшення кількості гербіцидів, %			18..20
Витрата палива (кг/га) в цілому по технології, в тому числі на збирання (без врахування витрат палива на транспортування коренебульбоплодів)		110 60	68 34
Ріст продуктивності праці, %		-	224

Перехід на сучасні технології збирання зазвичай супроводжується придбанням бурякозбиральних машин нового покоління. Через відсутність

вітчизняного виробництва спеціалізованої збиральної техніки спостерігається зростаюча тенденція до закупівлі машин іноземного виробництва.

Схематичне представлення комплексу інженерно-технічних, технологічних і організаційних завдань, що виникають під час придбання та експлуатації цих машин, наведено на рис. 1.1.

Відомо, що ключовими критеріями ефективності використання техніки є її продуктивність та якість виконуваних робіт.

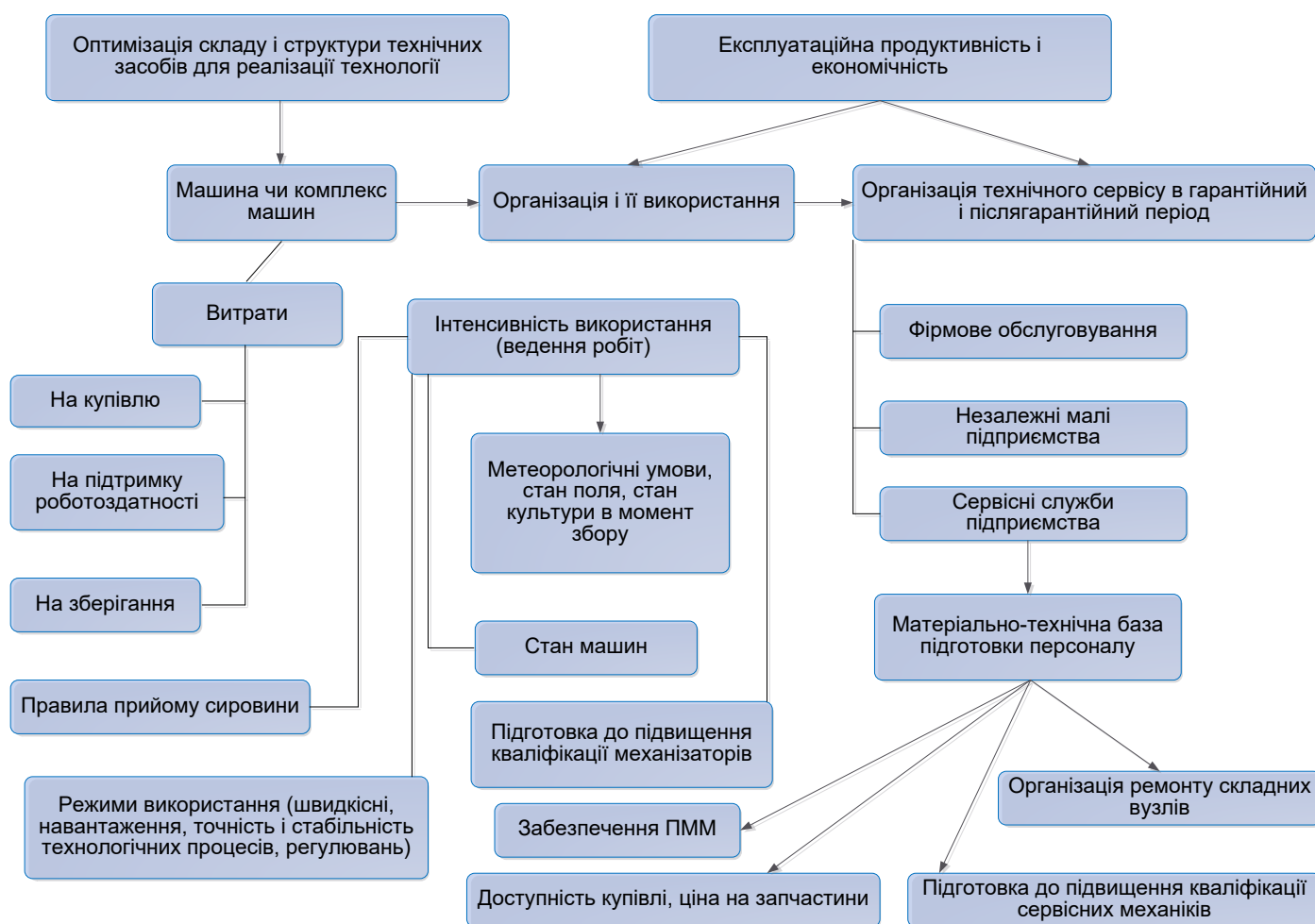


Рис. 1.1 - Комплекс організаційних, технологічних і технічних завдань, що виникають у споживача в зв'язку з придбанням нових машин.

Продуктивність машинно-тракторного агрегату досить повно формалізується рівнянням загального вигляду.

$$W = f(P, R, U) \rightarrow \max, \quad (1.1)$$

де W - продуктивність МТА;

P - можливі параметри агрегату;

R - режими роботи агрегату;

U - умови використання МТА.

Останні показники перебувають у тісному зв'язку з природно-кліматичними умовами, які визначають фізико-механічний стан несучої поверхні (грунту) та оброблюваного матеріалу.

Розглянемо вплив ґрунтово-кліматичних факторів і організаційних заходів на експлуатаційні характеристики роботи комбайнів.

Аналіз змін погодних умов, наприклад, у Київській області, свідчить про значну мінливість температури повітря протягом періоду збирання цукрових буряків (вересень – листопад). Температура в окремі дні коливалася від +30 °С до -8 °С. У вересні, як у найбільш сприятливий місяць для збирання, спостерігалися заморозки до -4 °С, а в жовтні — до -10 °С.

Обсяг опадів варіювався від 59 до 243 мм. В окремі роки у вересні майже не було опадів, що спричиняло зниження вологості ґрунту до 12%.

За період спостережень відзначено, що в окремі роки у вересні і жовтні опади випадали протягом 16...17 днів в місяць. При цьому іноді в добу випадало до 23 мм або близько 40% до місячної норми. Максимальна кількість опадів у вересні-жовтні досягала 128 мм (27% річних опадів). Тому в роки з великою кількістю опадів збирання цукрових буряків розтягувалася до 100...110 днів або частину площ збирали лише після початку морозів для забезпечення можливості проїзду техніки по полю. Це відбувалося через підвищеної вологості ґрунту (28...30%), при якій втрачають працездатність поширених бурякозбиральних комплексів на базі вітчизняних і зарубіжних самохідних комбайнів типу КС-6Б, РКС-6, SF-10, Holmer, Мамро М41 і ін., таблиця 1.1. Неоднорідні як атмосферний стан, так і характеристики маси коренів, ґрунту та інших умов застосування машин. Характерні умови виробничого використання бурякозбиральних агрегатів представлені в таблицях 1.2, 1.3.

Наведені характеристики умов функціонування машин таблиці 1.2, 1.3 накладають жорсткі вимоги вибору керуючих впливів, швидкісних і навантажених режимів їх роботи, типу робочих органів, які б в конкретних умовах забезпечували меншу енергоємність, висока якість робіт і достатню, для нинішніх умов експлуатаційну продуктивність.

Таблиця 1.2

Характеристика умов роботи бурякозбиральних агрегатів.

Показник	Одиниця виміру	Значення показника	
		max	min
Вологість ґрунту в шарі до 20 см.	%	30	12
Твердість ґрунту в шарі до 20 см	МПа	4,5	0,7
Забур'яненість ділянки, на довжині гону 100 м ряду: - висотою до 100 см - вище 100 см	шт.	Більше 500 250...300	0 0
Відхилення коренеплодів від теоретичної осі ряду	мм	±50	±5
Відхилення розташування головки коренеплодів відносно поверхні ґрунту	мм	більше +100	-20
Відстань між коренеплодами	мм	більше 300	менше 50
Відхилення ширини основних міжрядь	мм	±50	0
Густота насадження рослин	тис. шт/га	100	40
Кількість коренеплодів на 1 м ряду	шт.	6	1
Діаметр коренеплоду	мм	300	20
Довжина коренеплоду	мм	300	150
Довжина гички	мм	400	300
Біологічна врожайність	т/га	70	20
Біологічна врожайність гички	т/га	70	10
Забрудненість ґрунту відходами коренеплодів	%	40	0

Бурякозбиральні комбайни зарубіжного виробництва оснащені сучасними комп'ютерними системами контролю і управління роботою двигуна.

Автоматично і при ручному управлінні змінюються: частота обертання двигуна і приводу руху; блокування диференціалів; швидкість руху безступінчаста в межах 0...32 км/год; регулювання висоти зрізу гички; діапазон розкиду гички; глибина ходу робочих органів; розстановка робочих органів по ширині; зміщення викопуючого пристрою вліво-вправо по ходу руху; реверс руху зі зламом рами; натяг ланцюгів і ін.

Таблиця 1.3

Значення коефіцієнтів, що характеризують тягово-зчіпні якості енергозасобу

Стан поля	Енергозасіб з колісними рушіями	
	Опір руху, f	Зчеплення з ґрунтом ζ
Сухий щільний ґрунт	0,03...0,05	0,6.0,9
Щільний ґрунт після дощу	0,16..0,19	0,2.0,3
Розпушений ґрунт	0,05.0,15	0,3
Сильно зволожений ґрунт	0,25.0,3	0,1
Замерзла поверхня	0,02	0,15

Разом з тим, оцінки ефективності їх застосування і втрат матеріальних витрат при відхиленні параметрів від допустимих значень в даний час в літературі не представлено. У зв'язку з цим встановити ефективність застосування складних систем і закладених конструктивних рішень для більш повної адаптації комбайнів до умов збирання проблематично.

Адаптація бурякозбиральних комбайнів зарубіжного виробництва до різних умов збирання, стану ґрунту забезпечується за рахунок: збільшення ширини шин; блокування міжколісного і міжмостового диференціалів; застосуванням регульованих, як по крутному моменту, так і частоті обертання, гідрооб'ємних приводів; рівномірного розподілу навантаження по мостах (заднього і переднього) комбайна; регулювання колії; автоматичного

регулювання глибини ходу робочих органів; застосування вібраційних копачів, двигунів з підвищеною потужністю і ін..

Підвищення поступальної швидкості руху комбайнів забезпечено можливістю зниження кількості одночасно зібраного разом з коренеплодами ґрунту, залишків гички і домішок при значній засміченості полів перед збором. Це досягнуто підвищенням сепаруючої здатності поверхонь за рахунок застосування: спіральних валів; сепаруючих елеваторів значної довжини; сепаруючих зірок; сегментованих грохотів; грохотів з пружинними зубами, турбін, застосуванням вібраційних куль, що забезпечують рух робочих органів в протифазі і ін.

Кількість гички і довгостеблових домішок значно скорочується попередньо, перед тим, як потрапити на сепаруючу поверхню, подрібненням з наступним розкиданням по полю. При цьому довжина різки забезпечує безперервний прохід маси через технологічні зазори сепаруючих пристроїв. Необхідна розробка нових або корінне удосконалень конструкцій відомих робочих органів для збору гички і доочистки головок коренеплодів.

Значна і роль попередніх регулювань. Підвищення якості робіт забезпечується за допомогою автоматичних регулювань: положення опорних коліс, як з правові сторони, так і з лівої, а також з одночасним їх розвантаженням; висоти зрізу; глибини зрізу; вимірювання частотних характеристик валів (витягаючих очищаючих і транспортуючих); забезпечення реверсивності ходу робочих органів; роздільне зміщення положень гичковидаляючих органів, очищувачів пасивних ножів та транспортуючих органів і поверхонь, відхилення копачів в горизонтальній площині на 70...200 мм і ін.

При цьому підвищена якість збору і може бути також підвищена кількість виведених коренів, про що було сказано вище. Забезпечення цієї умови вельми проблематично виходячи з характеристик навколишнього середовища, так як існуючі органи не в повній мірі забезпечують всі вимоги.

Для цього необхідно створити нові ефективні способи створення діючих та робочих органів для витягування коренеплодів.

Використання регулюючих пристроїв, з врахуванням неоднорідності наявної маси і розміщення коренів і їх розміщення по відношенню до осі, з розширеним діапазоном регулювання виправдано. Стабільність збереження регулювань в умовах налипання вологого ґрунту або його намерзання повинна бути високою, тобто не потребувати частих змін, не порушувати кінематики руху та забезпечувати високу якість робіт. Особливо це важко реалізувати на машинах із значним терміном використання.

1.2. Правила прийому цукрових буряків та їх вплив на показник використання комбайнів

Збирання цукрових буряків – завершальний, відповідальний і трудомісткий процес механізованої технології виробництва продукції. Затрати робочого часу (праці) на збирання цукрових буряків складають 20-25% від всіх загальних затрат.

Від чіткої організації цього процесу, раціонального використання збиральної техніки і транспортних засобів залежить своєчасність і якість виконання робіт з мінімальними втратами врожаю і затратами праці й коштів.

Слід мати на увазі, що в осінній період цукрові буряки продовжують інтенсивний приріст врожаю і накопичення цукру. За даними ННЦ «Інститут цукрових буряків» НААН України, приріст маси коренеплоду тільки за вересень склав 73,5 г, а цукристість збільшилась на 1,85%. З розрахунку на гектар додатковий приріст коренеплодів дорівнює 70-80 ц, а цукру – 12-15 ц.

Дослідження свідчать про значний приріст урожайності і цукристості буряків у осінній період, особливо у вересні – першій половині жовтня (рис. 1.2).

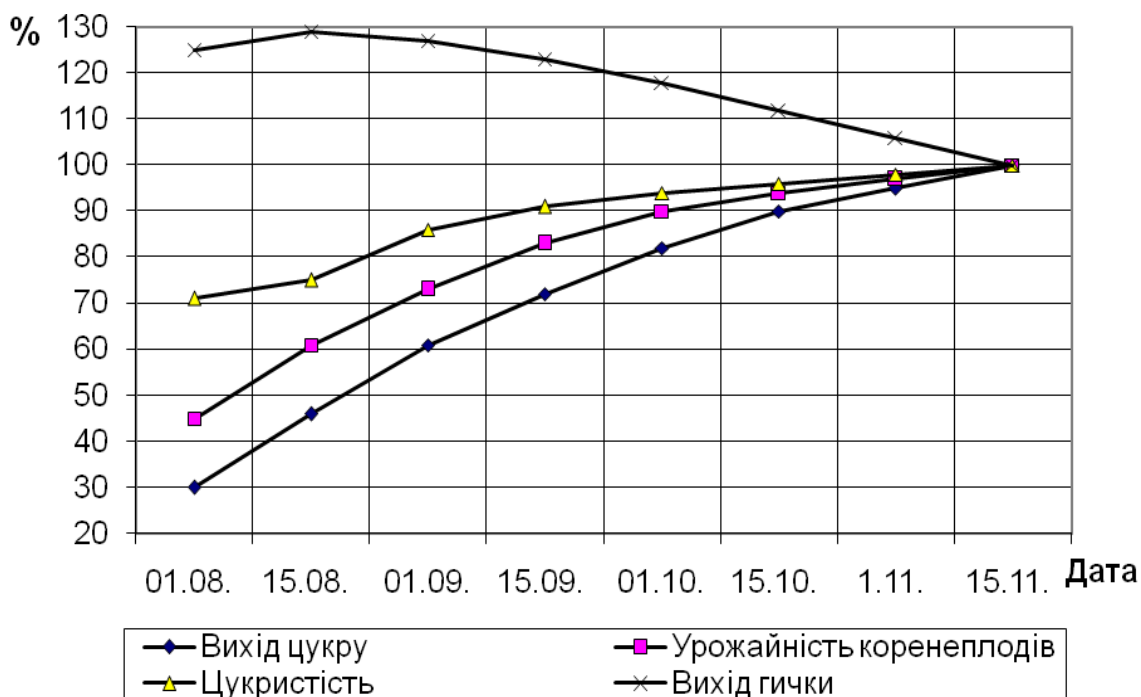


Рис. 1.2. Динаміка урожайності і цукристості буряків у серпні-листопаді місяцях.

Практика свідчить, що для максимального отримання результату від осінніх приростів маси коренеплодів і накопичення в них цукру, масове збирання цукрових буряків у основній зоні бурякосіяння України (Лісостеп) доцільне з 20 вересня до 25 жовтня. При розрахунку потреби у бурякозбиральній техніці необхідно врахувати, що в цей період кількість робочих днів становить у середньому від 18 до 20.

Перед збиранням необхідно провести агротехнічну оцінку стану рослин, зокрема ширину основних і стикових міжрядь, відстань між рослинами в рядку, урожайність гички і коренеплодів, їх розміщення відносно поверхні поля і осьової лінії рядка. Ці відомості необхідно мати для правильної технологічної налагодки збиральних машин.

Перед масовим збиранням цукрових буряків поле розбивають на загінки (рис. 1.3).

Готують перевалочні майданчики. Їх розміщують на краю поля біля дороги. На майданчику повинна розміститись, як мінімум, добова кількість коренеплодів, збираних перевалочно. При використанні навантажувачів-

очищувачів цукрових буряків типу СПС-4,2 ширина майданчика має бути 6-8м, для машин країн дальнього зарубіжжя типу RL 350V, Terra Felis 2, Euro-Maus 4 та ін. – 13-15м. Поверхню майданчика очищують від рослинних решток, вирівнюють бульдозером і розпушують верхній шар ґрунту на глибину, що не перевищує глибини ходу робочих органів живильника навантажувача (5-7 см), легкими дисковими боронами. Для орієнтування транспортних засобів при укладанні коренеплодів і забезпечення прямолінійності кагату посередині майданчика проводять маркерну лінію.

Рис. 1.3. Схема розбивки поля на заїнки для 6-рядних збиральних машин:

1, 2, 3 – номери заїнок по 240 рядків; 6 – кількість збираних рядків з кожного боку заїнки при розбивці поля; Н – кінцеві ділянки поворотних смуг, які збираються вручну; С – стикові міжряддя (межі заїнок).

Розміри кагату за шириною не повинні перевищувати ширину робочого захвату живильника навантажувача типу СПС-4,2 – 3,0-3,5 м і за висотою 1,0-1,2 м, для машин країн дальнього зарубіжжя відповідно 8-10 м і 3-4 м. Це

сприятиме ефективній роботі навантажувачів-очищувачів цукрових буряків. З перевалочних майданчиків коренеплоди доцільно вивезти на цукровий завод протягом доби. За добу у кагаті вони втрачають 0,8-1,4%, а залишені на полі за збиральними машинами – до 8% маси.

Цукрові буряки можна збирати трьома способами: потоковим, потоково-перевалочним і перевалочним. При поточковому способі коренеплоди навантажуються з-під збиральних машин в транспортні засоби і доставляються на завод. Гичка збирається також в транспортні засоби і відвозиться до місця силосування або згодовування. Останнім часом впроваджується техніка і технологія збирання гички з розкиданням по полю як органічне добриво.

При потоково-перевалочному способі частина коренеплодів з-під збиральних машин доставляється транспортними засобами на цукровий завод, а інша частина – на перевалочний майданчик.

При перевалочному способі всі коренеплоди з-під збиральних машин доставляються на перевалочний майданчик, а потім навантажуються в транспортні засоби і доставляються на завод.

Найбільш економічно вигідний поточковий спосіб збирання врожаю, бо будь-яка перевалка потребує додаткових витрат праці й коштів, а також спричиняє до додаткових втрат врожаю. Проте він потребує додаткової кількості транспортних засобів і суворої узгодженості їх роботи із збиральними машинами. Але навіть за цієї умови можливі порушення поточковості процесу через вихід з ладу транспортного засобу, черги на цукровому заводі та ін.

Тому ННЦ «Інститут цукрових буряків НААН України» віддає перевагу поточковому способу збирання врожаю у поєднанні з перевалочним диференційовано залежно від віддалі перевезення коренеплодів: до 15 км – доля перевалки має становити до 30%, до 16-20 км – 50%, більше 20 км – до 70% всього обсягу врожаю. Залежність транспортних засобів від роботи бурякозбиральних машин можна зменшити за наявності причіпних бункерів-накопичувачів-перевантажувачів коренеплодів типу Franz Kleine LS 18 11, агрегованих з тракторами. Проте вони поки що випускаються лише за окремим замовленням.

Перевалочний спосіб збирання врожаю використовується, як виключення, при складних погодних умовах, зокрема високій вологості ґрунту. У цьому випадку коренеплоди дуже забруднені землею. Після підсихання в кагаті на перевалочному майданчику і додаткового очищення при навантажуванні в транспортні засоби їх можна доставляти на цукровий завод.

Збиральні машини повинні забезпечувати відповідну до агровиимог якість роботи (табл. 1.4).

Сучасна техніка для збирання цукрових буряків задовольняє агротехнічні вимоги щодо якості робіт.

За конструктивними особливостями і технологічним процесом роботи сучасні машини можуть збирати цукрові буряки за одно-, дво- або трифазним способом. Найпоширенішим способом збирання в Західній Європі і Україні стає однофазний, тобто комбайновий спосіб.

Таблиця 1.4

Агротехнічні вимоги до якості збирання цукрових буряків

Показник	Вимоги і допуски
Збирання гички	
Зрізування головок коренеплодів	Прямий – 90% (косий – до 10%) Гладенький – 98% (+2%) Без сколювання – 100% (-2%)
Знаходження площини зрізування	Не нижче рівня основи нижніх зелених черешків гички (не вище 2см від вершка головки коренеплоду)
Кількість коренеплодів зі зрізом вище 2см від вершини головки	До 5%
Відходи маси головок в гичку при обрізуванні	До 5% (-2%)
Загальні втрати зеленої маси гички при збиранні на корм	До 10% (-5%)
Кількість землі від маси вороху гички	До 0,5% (-0,3%)
Кількість коренеплодів, вибитих з ґрунту робочими органами	0(+0,1%)
Спосіб збирання	Потоковий або з розкиданням по полю
Збирання коренеплодів	
Повнота викопування коренеплодів робочими органами	98,5% (+1,5%)
Втрати коренеплодів і їх частин в ґрунті і на поверхні поля	До 1,5% (-0,5%)

Пошкодження коренеплодів: - всього, - у тому числі значні	До 20% ($\pm 5\%$) До 5% ($\pm 2\%$)
Забрудненість вороху коренеплодів: - загальна, - у тому числі зеленою масою	До 10% ($\pm 2\%$) 3,0% (-1,5%)
Спосіб збирання	Потоковий (потоково-перевалочний)
Навантаження коренеплодів	
Повнота підбирання вороху коренеплодів навантажувачем-очищувачем з кагату	До 99,5% (-0,5%)
Засміченість землею	До 1,0%
Кількість сильно пошкоджених коренеплодів	До 3,0% ($\pm 1,0\%$)

Так, на українських полях успішно використовується самохідний бурякозбиральний комбайн КС-6Б-10 «Тернопіль» (див. табл. 2.98), який замінює три окремі машини – гичкозбиральну БМ-6Б, доочисник коренеплодів ОГД-6А і коренезбиральну КС-6Б, які використовуються при двофазному збиранні, а також гичкозбиральну БМ-6Б, копач-валкоутворювач КВЦБ-1,2 чи АЗК-6-01 і підбирач-навантажувач коренеплодів ПНБВ-1,6 чи АЗК-6-02 для трифазного способу збирання.

Комбайн обладнано автоматизованою системою водіння по рядках буряків, а також системами автоматичного контролю технічних і технологічних параметрів. Він виготовлений в основному з вітчизняних комплектуючих, а двигун ЯМЗ-236ДК і комфортабельна кабіна „Дон-Вектор” виробництва Росії. На новому бурякозбиральному комбайні КС-6Б-10 „Тернопіль” встановлено гідравліку італійської фірми Bondioli&Pavesi і німецької HANSA FLEX.

За даними досліджень НДІ „Укראгропромпродуктивність” витрата палива на зібраний гектар цукрових буряків комбайном КС-6Б-10 менша на 50,4-54,5 %, а затрати праці в 2,56-2,74 рази менші, ніж комплексом машин у складі БМ-6Б + ОГД-6А + КС-6Б. Це свідчить про значні переваги однофазного способу збирання врожаю комбайном КС-6Б-10. За таким же (однофазним) способом працюють бурякозбиральні комбайни провідних європейських фірм –

Franz Kleine і Holmer (Німеччина), Matrot і Moreau (Франція), ТІМ (Данія), Agrifac (Нідерланди) та ін.

Незважаючи на те, що бурякозбиральний комбайн КС-6Б-10 «Тернопіль» у 3-4 рази дешевший від зарубіжних аналогів і позитивно зарекомендував себе у використанні, він більше не випускається. Натомість за сприяння нашої держави відбувається імпорт зарубіжної техніки.

Одними з найпоширеніших в Україні є збиральні машини фірм Franz Kleine, Holmer і Matrot, зокрема комбайни SF-10-2, SF 20, TERRA-DOS і М-41 (табл. 1.5).

Комбайн SF-10-2 має оригінальний подрібнювач гички, яким передбачено керувати і переналагоджувати в залежності від умов роботи безпосередньо з кабіни. Подрібнена гичка може укладатись між рядками буряків або розкидатись по шести суміжно викопаних рядках.

Таблиця 1.5

Технічна характеристика комбайнів для збирання цукрових буряків

Показники	Марка				
	КС-6Б-10 «Тернопіль»	SF10-2	SF 20	М-41	TERRA- DOS
Марка двигуна	ЯМЗ-236ДК	Wolvo Penta TWD 1240	Wolvo Penta TWD 1240 VE	Deutz BF6M1015C	MAN D 2866 LF 09
Номінальна потужність, кВт/к.с.	185/252	275/374	310/422	261/355	308/420
Робоча швидкість руху, км/год	5-10	6-12	0-12	6-12	0-12,4
Кількість збираних рядків	6	6	6	6	6
Ширина міжрядь, см	45	45 або 50	45 або 50	45; 48,5 або 50,8	VPV 45-50; 45-48
Продуктивність за годину основного часу, га	1,35-2,70	1,62-3,24	1,62-3,24	1,60-3,20	1,7-3,3
Місткість бункера, (м ³ /т)	5/3,7	15/11	30/20,5	4,5	24/17,7
Тривалість вивантаження бункера, хв.	1	1	1	1	1
Габаритні розміри, м:					
- довжина	9,40	10,40	12,00	10,55	12,00
- ширина	3,50	4,00	3,30	3,50	3,30
- висота	3,95	3,38	3,90	4,00	3,98
Маса комбайна, кг	11800	16220	21000	15100	19000
Виготовлювач	ВАТ «ТКЗ» (Україна)	Franz Kleine (Німеччина)		Matrot (Франція)	Holmer (Німеччина)

Комбайн TERRA-DOS має оригінальний гичкорізальний пристрій, регульований з кабіни оператора: за висотою зрізування, збиранням гички в транспорт, що рухається поруч, або її розкиданням на різну ширину. За допомогою гідравліки розкидач гички розкладається і складається автоматично.

Комбайн може обладнуватись робочими органами для викопування коренів з двома різними регулюваннями міжрядь: KPV 5 – постійна відстань між рядками за вибором 45, 48, 50, 60 або 65 см; VPV 5 – змінна відстань 45...50 або 45...48 см. Викопувач коренів VPV 5 переналагоджується на відповідне міжряддя упродовж трьох хвилин.

Викопані коренеплоди добре очищуються від землі і рослинних решток на семи спіральних вальцях, сепаруючому елеваторі, трьох барабанах (грохотах) і елеваторній стрічці при проходженні загального шляху близько 11 м. Вони подаються в бункер місткістю 24 м³ або транспорт, який рухається поруч. За відсутності транспортних засобів корені вивантажуються в перевалочні бурти.

При добовому напрацювання в 7,5 га, характерною для ще наявних в господарств області самохідних комбайнів типу КС-6 або РКС-6, за врожайності коренеплодів в 20 т/га і квотою 600 тон буде потрібно чотири комплекси. Збільшення врожайності при зменшеній квоті скорочує потребу в збиральних комплексах. Один бурякозбиральний комплекс виконає збір цукрових буряків з площі 7,5 га за добу з врожайністю коренеплодів 25, 40, 55 і 65 т/га при квоті відповідно 200, 300, 400 і 500 тон.

При заміні цих комбайнів на сучасні високопродуктивні комбайни іноземних фірм з добовим напрацюванням від 15 до 35 га потреба останніх значно скорочується, що наочно представлено на рисунку 1.4.

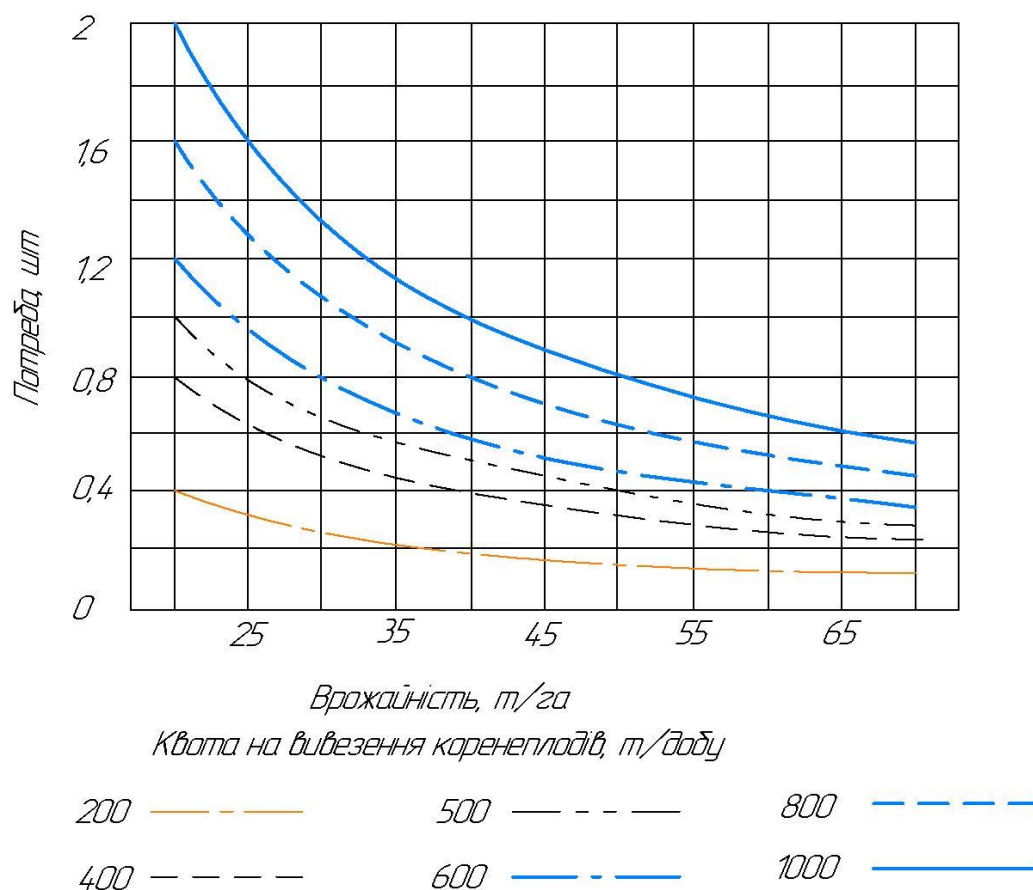


Рис. 1.4 - Сучасна потреба в бурякозбиральних комбайнах при напрацюванні одного комбайна 25 га/добу.

Концентрація на базі цукрових заводів високопродуктивних самохідних комбайнів, придбаних самими заводами або господарствами району на кооперативних засадах, дозволить значно скоротити потребу в збиральній техніці і забезпечити планомірне добове надходження коренеплодів на заводські площадки в необхідних обсягах.

Так, чотири комбайни Holmer Terra Dos з добовим напрацюванням в 25 га при середній врожайності коренеплодів в господарствах Київської області в 60 т/га забезпечать збір коренеплодів в обсязі 4 тис. тон. У цих умовах при використанні комбайнів типу КС-6 їх потрібно не менше 19 одиниць. Потреба, наприклад, в комбайнах Holmer Terra Dos по районах області в залежності від розмірів посівних площ під цукровим буряком на перспективу складе від 2 - 3 до 16 комбайнів при цілодобовому їх використанні протягом місяця.

Ефективне використання зарубіжних самохідних бурякозбиральних комбайнів, об'єднаних в збиральні загони, дозволяє значно збільшити сезонне напрацювання одного комбайна, що досягає 1200-1500 га.

1.3. Методи підвищення експлуатаційної надійності бурякозбиральних комбайнів

Основним завданням науки про надійність є пошук оптимальних шляхів підвищення надійності та довговічності техніки. Автор виділяє три основні напрями, що об'єднують різні методи досягнення цієї мети:

1. Підвищення опірності машини зовнішнім впливам. Це включає розробку міцних, жорстких і зносостійких вузлів завдяки раціональній конструкції, а також використання матеріалів із високими характеристиками міцності, зносостійкості, антикорозійними, теплостійкими та іншими властивостями. У цьому напрямі поєднуються найновіші досягнення в галузі проектування й технологій, які спрямовані на підвищення стійкості вузлів і механізмів до характерних для конкретної техніки впливів.

Проте можливості протидії шкідливим процесам мають свої межі.

- Абсолютно стійких матеріалів не існує. - Забезпечити виключно рідинне тертя у всіх механізмах на практиці неможливо. - Жоден матеріал не зберігає своїх розмірів під час температурних коливань без деформацій.

До цього додаються зовнішні й внутрішні впливи, які постійно діють на машину, а також зростаючі вимоги до її продуктивності та параметрів. Таким чином, хоч перераховані методи є важливими й необхідними, вони не здатні повністю вирішити проблему. Їх ефективність обмежується рівнем розвитку окремих галузей техніки.

2. Ізоляція машин від шкідливих впливів шляхом їх установки на фундамент для віброізоляції, захисту від запилення і забруднення поверхонь, створення спеціальних температурних умов і вологості, застосування антикорозійного покриття і ін.

У всіх цих випадках вузли, і елементи машини ізолюють від шкідливих процесів і створюються більш сприятливі умови для роботи машини. Сюди ж відносяться раціональні методи ремонту, обслуговування та зберігання машин,

які за рахунок профілактичних заходів та відновлення втраченої працездатності машини зменшують ефект від впливу на машину шкідливих процесів. Ізоляція машини від зовнішніх впливів підвищує її працездатність, однак ці можливості також обмежені. Залишаються внутрішні джерела забруднень, повна ізоляція від зовнішніх джерел також ускладнена через їх невизначеності. Тому принцип ізоляції від зовнішніх забруднень має обмежені можливості щодо підвищення надійності машин.

3. Застосування принципу саморегулювання, коли машина за допомогою спеціальних пристроїв автоматично відновлює втрачені функції і реагує на зовнішні збурення, є новим напрямком в створенні надійних машин для складних систем і агрегатів.

Цей напрямок має практично необмежені можливості по підвищенню надійності і довговічності, так як, ґрунтуючись на принципах кібернетики, можна для машини будь-якої складності забезпечувати її необхідну працездатність.

Досліджень із зазначених питань недостатньо для представлення конкретних рекомендацій промисловості і товаровиробникам. У зв'язку з цим доцільне глибоке наукове опрацювання всієї сукупності завдань, вирішення яких забезпечить значне підвищення ефективності застосування бурякозбиральних машин.

В даний час широко застосовуються два шляхи підвищення надійності, пов'язані з основними етапами життя технічних пристроїв. Перший етап - це етап проектування і виробництва, другий - етап експлуатації. Підвищення надійності на етапі проектування вважається основним, при ньому закладаються всі можливості щодо якісного виконання технікою її основних функцій безпечної роботи в заданих тимчасових характеристиках. Другий етап пов'язаний з забезпеченням потенційно закладеної надійності при проектуванні. Однак певними заходами в процесі експлуатації можна підвищити надійність і навіть перевершити її рівень, закладений при проектуванні і виробництві. Це досягається доробками апаратури і вдосконаленням вихідних технологічних і

організаційних заходів в процесі її експлуатації при двосторонньому зв'язку виробництва і експлуатанта.

Основні методи підвищення надійності на етапі проектування і виробництва включають таке.

1. Застосування високонадійних комплектуючих елементів. Для виконання цього проводять або вибірково, або повну попередню перевірку і випробування елементів в умовах, наближених до умов експлуатації.

2. Проектування, можливо використання більш простих відомих раніше і добре відомих блоків, вузлів і схемних рішень.

3. Зниження можливих перевантажень в роботі виробів.

4. Автоматизацію проектування, при якій оптимізується конструкція об'єкта з урахуванням вимог стандартів і виключаються конструкційні помилки при перенесенні інформації на технологічну і виробничу базу.

5. Резервування особливо відповідальних вузлів, блоків, операцій в програмному забезпеченні.

Методи підвищення надійності на етапі експлуатації включають наступне:

1. Доопрацювання виробів на основі досвіду експлуатації і зв'язку споживача з розробником і виробником.

2. Зниження навантажень діючих на техніку, поліпшення умов роботи і зберігання.

3. Удосконалення технологічних процесів роботи і обслуговування відповідно до вимог споживача.

4. Підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу.

5. Виконання всіх планових профілактичних заходів.

6. Впровадження сучасних засобів контролю.

7. Прогнозування надійності і аналіз статистики відмов.

8. Удосконалення організації праці у споживача.

В умовах переходу до експлуатації техніки на основі аналізу її поточного стану, все більше значення для забезпечення надійності має своєчасна

діагностика відмов з виконанням принципів її безвідмовності під час проектування. На етапі проектування апаратури найбільш кардинальним є питання підвищення надійності, вирішуються також питання резервування її основних вузлів.

Технічний сервіс, як основний фактор високопродуктивного використання комбайнів зарубіжного виробництва в Україні розвинений поки слабо і знаходиться в стадії становлення. Існують дуже суперечливі підходи до форм надання послуг і в зарубіжній практиці. Позитивним моментом є повна орієнтація виробників техніки на виконання вимог споживача як в частині конструкцій машин, так і подальшого сервісу, табл. 1.6.

Технічний сервіс машин на стадії експлуатації вимагає: подальшого вдосконалення організації і виконання технічного обслуговування, ремонту машин в гарантійний та післягарантійний періоди експлуатації; організації використання машин у споживача; форм навчання персоналу та інформаційно-консультаційного забезпечення з питань експлуатації машин.

Окремі, відмічені в літературному огляді положення добре відомі в науці і практиці. Разом з тим, як показують матеріали огляду, змінилися умови застосування, складність машин вимагає подальшого розвитку теоретичної бази в цьому напрямку.

На основі огляду аналітичних досліджень визначені основні фактори, що обумовлюють зниження показників експлуатаційної надійності машин, табл. 1.7.

Можливі стани бурякозбиральних комбайнів в період збирання відображені на рис. 1.5. Особливий інтерес представляє робота комбайнів в стадії технологічної відмови. Виконання функцій зі зниженими показниками призначення, короткочасних значень технологічних параметрів за поле допуску обумовлюють значні втрати і знижують ефективність використання дорогих комбайнів зарубіжного виробництва. Для бурякозбиральних машин не встановлено час виникнення технологічних відмов і не представлені показники роботи комбайнів при технологічних відмовах.

Таблиця 1.6

Вимоги споживача до підприємств технічного сервісу

Показник	Прогресивні значення показника
Коефіцієнт технічної готовності обслуговуваних комбайнів (K_2)	0,85-0,9
Збільшення напрацювання комбайнів за рахунок своєчасного і якісного проведення сервісних робіт (K_n)	на 10-15%
Відношення загальних річних витрат праці на ТО, діагностику і ПР що виконується сервісною службою до річного напрацювання обслуговуваних комбайнів (K_m)	0,4-0,5
Період функціонування сервісної служби на протязі доби	24 год
Відхилення від графіка ТО комбайнів по часу (A_m)	$\pm 10\%$
Напрацювання до відмови обслуговуваних комбайнів - нових - з терміном використання 2-4 роки	Не менше 460 год 190-280год
Середній термін одного ремонту комбайна в залежності від складності замовлення	2-6 год
Відсоток виконаних замовлень на ПР комбайна у споживача -на протязі дня - на протязі доби	Не менше 35% Не менше 95%
Задоволення потреб замовника в запчастинах по його замовленні на протязі доби	90%
Час усунення відмови, при перевищенні якого на місці непрацездатного комбайна повинен бути встановлений резервний	48 год

Таблиця 1.7

Основні фактори, що обумовлюють зниження показників експлуатаційної надійності машин

Стадія проектування і виробництва	Стадія використання за призначенням
Помилки проектування (Вибір схеми конструктивних рішень, матеріалів і елементів).	Підвищена інтенсивність механічних впливів на елементи конструкції через відхилення від нормальних умов роботи, викликаних навколишнім середовищем.
Помилки програмування (при оснащенні комп'ютерними пристроями)	Низька якість підготовки полів до збирання (наявність значної кількості великих бур'янів). Низька кваліфікація операторів.

<p>Відхилення від вимог конструкторської документації дефекти виробництва дефекти матеріалів</p>	<p>Відхилення від правил експлуатації і порушення режимів. Застосування низькоякісних палив. Застосування мастил, не дозволених до застосування в даній конструкції.</p>
<p>Адаптація виробів до різних умов збирання</p>	<p>Несанкціонована зміна конструкції. Квотування приймання сировини цукровими заводами. Необґрунтована стратегія ТО, низька якість сервісних послуг. Відсутність доступу до електронної бази виробника (РД - класифікатор відмов. Інформація за формами і проявами відмов, способам усунення). Незабезпеченість складів дилера запчастинами необхідної номенклатури. Збільшені терміни поставки запчастин. Порушення правил зберігання.</p>

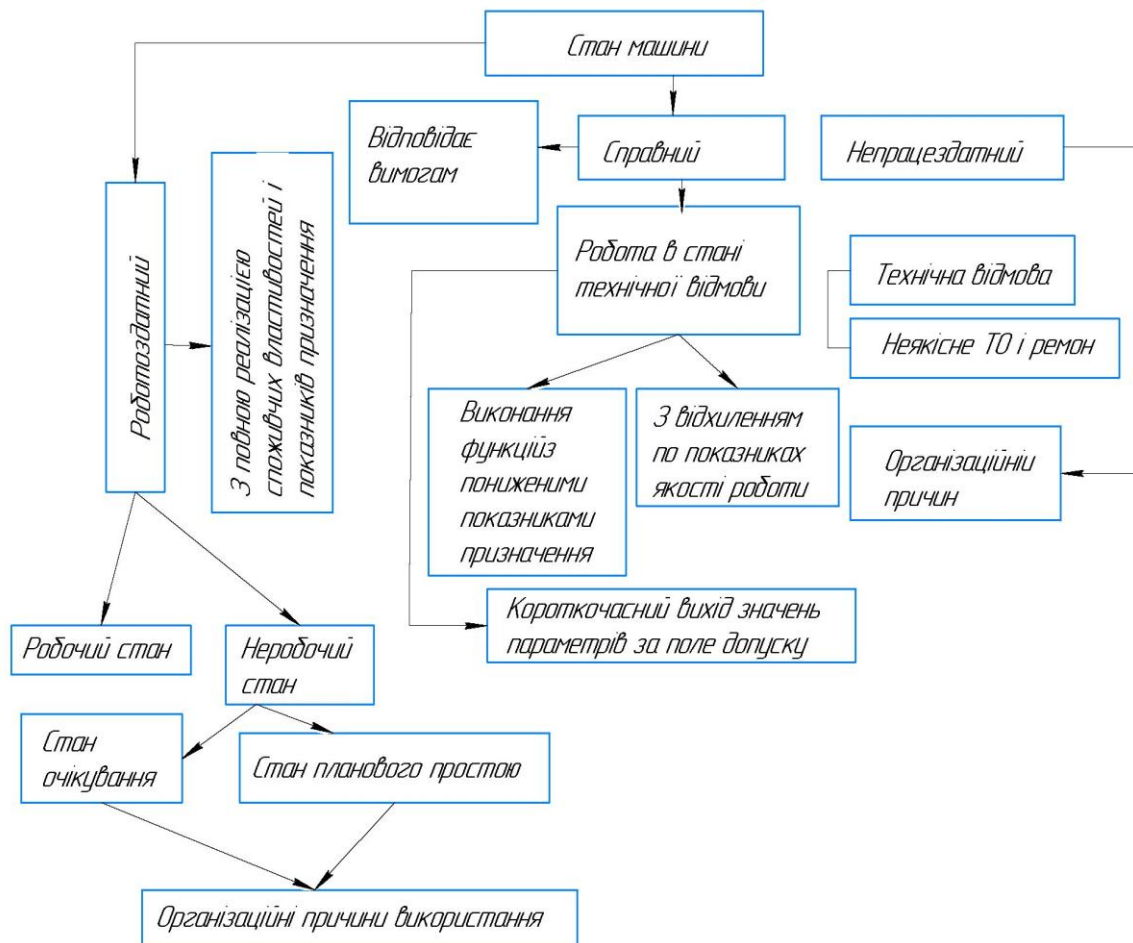


Рис. 1.5 - Можливі стани комбайнів і характеристики технологічного процесу.

На жаль, слід відзначити, що недолуга державницька політика щодо сільськогосподарського машинобудування взагалі, бурякозбиральної техніки і буряківництва зокрема, призвела до припинення виробництва вітчизняних самохідних бурякозбиральних комбайнів. Наявна вітчизняна техніка для трифазного збирання цукрових буряків не конкурентоздатна на світовому ринку. Бурякозбиральні машини зарубіжного виробництва занадто дорогі, а тому їх зможуть придбати лише великі фінансово спроможні господарства.

Про техніко-економічні і якісні показники роботи бурякозбиральних комбайнів провідних фірм-виробників свідчать дані порівняльного тесту роботи під час «Beet Europe 2015». 14 жовтня 2015 р. в м. Лейлістаді (Голландія) відбувся міжнародний день поля, присвячений виробництву цукрових буряків. Під час даного заходу був проведений порівняльний тест 10 бурякозбиральних комбайнів таких марок: Agrifac Big Six, Agrifac Quatro Grimme, Maxtron 620, Grimme Rexor 620, Grimme Rootster 604, Holmer Terra Dos T3 Plus, Kleine Sf 10-2, Ropa euro-Tiger V8-3, Vervaet Beet Eater 617 і Vervaet Beet Eater 625. Під час тесту порівнювались такі параметри як якість обрізання гички, втрати цукристої маси через гичку, робоча швидкість руху, забруднення ґрунтом, втрати кінчиків корінців, втрати цілого коренеплоду (табл. 1.8).

Швидкість руху комбайнів у межах 4,2-5,4 км/год. обумовлена високою врожайністю коренеплодів (95 т/га).

Переможцем тесту стали бурякозбиральні комбайни голландської фірми Vervaet зокрема Vervaet Beet Eater 617 і Vervaet Beet Eater 625 (рис. 1.8) за комплексним оціночним показником якості роботи відповідно 247 і 220 €/га.

При масовому збиранні цукрових буряків доцільно застосовувати групове використання комплексу машин у складі збирально-транспортного загону. Всі зібрані протягом доби буряки необхідно вивезти на приймальні пункти, бо інакше в буртах втрачається щодня 0,8...1,4 % маси.

Результати порівняльного тесту бурякозбиральних комбайнів
(Лейлістад, Голландія, жовтень 2015 р.)

Комбайн	Якість обрізання гички (%)				Втрати через гичку вище норми		Швидкість руху км/год
	гичка		Значення	Гичка вище норми і надломлена	т/га	€/га	
	>2см	<2см					
Agrifac Big Six	4,8	10,1	71,5	13,7	1,4	48	5,3
Agrifac Quatro	5,9	5,5	84,6	4,0	0,3	12	5,0
Grimme Maxtron 620	9,1	8,0	68,5	14,4	1,3	46	4,9
Grimme Rexor 620	16,7	6,6	69,6	7,0	0,6	23	5,1
Grimme Rootster 604	3,9	5,8	89,4	0,9	0,0	1	4,2
Holmer Terra Dos T3 Plus	5,6	6,4	77,9	10,1	0,6	22	4,7
Kleine SF 10-2	9,3	4,7	79,4	6,6	0,4	15	4,8
Ropa euro-Tiger V8-3	7,8	9,9	79,1	3,3	0,2	7	5,2
Vervaet Beet Eater 617	7,8	6,3	80,8	5,1	0,3	9	4,4
Vervaet Beet Eater 625	3,8	4,4	88,9	3,0	0,2	7	5,4

Продовження таблиці 1.8

Комбайн	Забруднення ґрунтом		Втрати кінчиків корінців		Втрати цілого коренеплода		Разом*
	%	€/га	т/га	€/га	т/га	€/га	
Agrifac Big Six	12	150	2,7	93	0,4	14	306
Agrifac Quatro	18	218	2,5	88	0,4	13	330
Grimme Maxtron 620	12	146	1,5	52	0,1	5	249
Grimme Rexor 620	11	133	2,3	82	0,8	29	403**
Grimme Rootster 604	22	262	2,5	86	0,9	31	380
Holmer Terra Dos T3 Plus	13	162	2,0	72	0,4	14	270
Kleine SF 10-2	18	219	2,8	97	0,3	12	343
Ropa euro-Tiger V8-3	16	191	1,9	68	0,3	9	276
Vervaet Beet Eater 617	11	127	2,8	99	0,4	12	247
Vervaet Beet Eater 625	8	93	3,1	108	0,3	12	220

Примітка: Розраховано «Betakwik Bietverliezen(www. irs.nl)» для потенційного виходу урожаю (чисті коренеплоди) 95 т/га, ціна коренеплодів 35 €/т і 12,70 €/т – знижка за забруднення ґрунтом.

*Разом: загальні втрати коренеплодів + втрати за забрудненням землею.

** Включаючи штрафні стягнення 137 €/га за те, що більше 15% коренеплодів мають кінці гички більше 2 см.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ

2.1. Теоретичний аналіз режимів навантаження та їх вплив на показники надійності

Процес навантаження бурякозбирального комбайна можна розглядати як випадковий, оскільки він залежить від ряду непередбачуваних факторів: характеру формування сил опору різанню ґрунту, неоднорідності його складу та можливості натрапляння на тверді включення. Це зумовлює необхідність аналізу режимів навантаження з позицій теорії випадкових процесів.

Послідовні значення навантажень можна уявити у вигляді потоку випадкових подій, що фіксуються в порядку їх надходження. У цьому підході граничне значення максимального навантаження для машини певної конструкції в конкретних ґрунтових умовах вважається постійним.

Поточне значення діючого навантаження, наприклад моменту опору (M), складає частку від максимально можливого значення, яке визначається умовами роботи M_{\max} .

Іншу частину можливого навантаження $M_{\max} - M$ назвемо доповнючим моментом $M_{\text{доп}}$. У кожен момент часу сума чинного і доповнюючого моменту становить максимальний момент.

$$M + M_{\text{доп}} = M_{\max} \quad (2.1)$$

Тоді величину відносного навантаження $\frac{M}{M_{\max}}$ можна представити у вигляді

$$\frac{M}{M_{\max}} = 1 - \frac{M_{\text{доп}}}{M_{\max}}, \quad (2.2)$$

Диференціюючи обидві частини виразу (2.2) по частоті дії навантажень M / M_{\max} (час дії навантаження), отримаємо

$$\Delta = \frac{1}{\frac{M}{M_{\max}}} \cdot \frac{d\left(\frac{M}{M_{\max}}\right)}{d\omega}, \quad (2.3)$$

де $\Delta = \frac{dM}{M \cdot d\omega}$ - інтенсивність навантаження.

Поділяючи змінні та інтегруючи, отримаємо

$$M = M_{\max} e^{-\int \omega \Delta d\omega}, \quad (2.4)$$

Вираз (2.4) визначає режим навантаження в найбільш загальній формі, так як на Δ , що має визначальну інтенсивність навантаження, не накладалося ніякого обмеження, тобто Δ може бути інтегрованою функцією частоти впливу навантажень.

Як показує аналіз виразу (2.4) і експериментальних даних, в якості такої функції, яка описує широкий клас процесів навантаження, може бути прийнята ступенева залежність виду:

$$\Delta = k\omega^M, \quad (2.5)$$

де k - число процесів навантаження; ω - частота дії навантажень. В цьому випадку вираз (2.4) може бути представлено у вигляді:

$$M = M_{\max} e^{-\lambda\omega^n}, \quad (2.6)$$

де $n = p + 1$; $\lambda = \frac{k}{p + 1}$ - характеристики процесу навантаження.

Характеристики процесу навантаження λ і n визначаються з виразу

$$\lambda = en \frac{M_{\max}}{M_{\min}}, \quad (2.7)$$

$$\frac{M_{cp}}{M_{\max}} = 1 + \sum_{i=1}^{z \rightarrow \infty} (-1)^i \frac{\lambda}{(in + 1)i!}, \quad (2.8)$$

Таким чином, для визначення режиму навантаження досить знати три показника робочого процесу машини: максимальний, мінімальний і середній момент.

Показник λ характеризує значною мірою конструктивні особливості машини і залежить при цьому від інтенсивності зростання опорів при зустрічі з перешкодою. Величина показника і залежить від конструктивних особливостей машини, виду виконуваних робіт і технічного стану машини. Найбільш істотний вплив на величину показника і надають параметри різання, затуплення ножа, дальність транспортування буряка, профіль колії і стан поверхні ґрунту.

У ряді випадків експериментальні дані свідчать про те, що показник і близький до одиниці ($\Delta = \text{const}$), тобто середня інтенсивність навантаження в даних умовах є постійною для рівних по тривалості періодів роботи. Тоді вираз (2.6) буде наступним

$$M = M_{\max} e^{-\lambda \omega}, \quad (2.9)$$

Відповідно до методики, прийнятої при розрахунку металоконструкцій, залежність величини допустимих еквівалентних напружень від характеристик матеріалу конструкції, режиму навантаження і ступеня концентрації напруги має вигляд:

$$\sigma_{\text{екв}} \leq \frac{\alpha}{k_{\text{екв}}} \sigma - 1\gamma, \quad (2.10)$$

де $\sigma_{\text{екв}} = \sqrt[m]{1 + \sum_{i=1}^z (-1)^i \frac{\lambda^i m^i}{(in+1)i!}}$ еквівалентні напруги в області навантаження

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_{\max} \sqrt[m]{\frac{1 - e^{-\lambda \omega}}{\lambda m}} \text{ еквівалентні навантаження } n=1.$$

α - коефіцієнт, що враховує дійсний режим роботи і число циклів навантаження і визначається виразами:

$$\text{При } n \neq 1 \quad \sigma_{екв} = \sqrt[m]{\frac{N_0}{N} \cdot \frac{1 + \sum_{i=1}^z (-1)^i \frac{\lambda^i m^i}{(in+1)i!}}{0,5 + \sum_{i=1}^z (-1)^i \frac{\lambda^i m^i}{(in+1)i!}}}, \quad (2.11)$$

$$\text{При } n = 1 \quad \sigma_{екв} = \sqrt[m]{\frac{N_0}{N} \lambda m \frac{1 - e^{-\lambda\omega}}{1 - e^{-\lambda\omega} - \lambda m e^{-\lambda\omega}}}, \quad (2.12)$$

k_{ex} - коефіцієнт, що враховує вплив випадкового характеру процесу навантаження на величину межі витривалості;

γ - коефіцієнт, що враховує асиметрію циклу, чутливість матеріалу до асиметрії, концентрацію напружень в металоконструкції.

З виразу (2.10) визначається число циклів роботи металоконструкції при даному режимі навантаження і допустимі напруження при заданій довговічності:

$$N = \left(\frac{\gamma^\sigma - 1}{k_{ex} \sigma_{max}} \right)^m \frac{N_0}{0,5 + \sum_{i=1}^z (-1)^i \frac{\lambda^i m^i}{(in+1)i!}} \text{ при } n \neq 1, \quad (2.13)$$

$$N = \left(\frac{\gamma^\sigma - 1}{k_{ex} \sigma_{max}} \right)^m \frac{N_0 \lambda^2 m^2}{1 - e^{-\lambda\omega} - \lambda m e^{-\lambda\omega}} \text{ при } n = 1, \quad (2.14)$$

$$\sigma_{max} = \frac{\gamma^\sigma - 1}{k_{ex}} \sqrt[m]{\frac{N_0}{N} \cdot \frac{1}{0,5 + \sum_{i=1}^z (-1)^i \frac{\lambda^i m^i}{(in+1)i!}}} \text{ при } n \neq 1, \quad (2.15)$$

$$\sigma_{max} = \frac{\gamma^\sigma - 1}{k_{ex}} \sqrt[m]{\frac{N_0}{N} \cdot \frac{\lambda^2 m^2}{1 - e^{-\lambda\omega} - \lambda m e^{-\lambda\omega}}} \text{ при } n = 1, \quad (2.16)$$

Довговічність деталі визначається виразом:

$$L = \frac{N t_y}{A}, \quad (2.17)$$

де t_y - середня тривалість циклу напружень, яку визначають для конкретних умов роботи і типу машини;

A - перекладний коефіцієнт, що при визначенні довговічності рівний в годинах ($A=3600$), в змінах ($A = 3600t_{зм}k_{\text{вм}}$), в роках ($A = 3600t_{зм}k_{\text{вм}}n_{зм}$); $t_{зм}$ - тривалість зміни, год; $k_{\text{вм}}$ - коефіцієнт використання машин за часом; $n_{зм}$ - кількість змін в році.

Таким чином, запропонований метод дозволяє довести розрахунок до конкретних результатів, необхідних для оцінки довговічності проєктованих машин та їх основних вузлів.

2.2. Технологічні параметри та їх допустимі межі.

Вихід контрольованої величини за межі допустимих значень розглядається як подія, яку автоматична система має виявити. У разі її виникнення система повинна: - подати сигнал тривоги; - зафіксувати найменування, значення контрольованої величини та час виходу за межі; - якщо величина повернеться до допустимих значень, зафіксувати час входу.

Алгоритм роботи системи для таких задач, коли похибки вимірювань можна знехтувати, є досить простим і може бути виконаний самостійно.

Однак якщо похибки вимірювань мають значний вплив, необхідно забезпечити виявлення подій на основі неспотворених даних. У таких випадках використовують методи теорії статистичних рішень.

Припустимо, що потрібно вирішити задачу двохальтернативного виявлення. У цьому випадку весь простір можливих значень контрольованої величини (X) розділяється на дві області: - область допустимих значень (I); - область недопустимих значень (\bar{I}).

Графічне представлення такого поділу може бути наведене, наприклад, у вигляді схеми на рис. 2.1.

При визначенні приналежності X до областей I і \bar{I} внаслідок спотворення можливі помилки двох типів.

Помилки 1-го роду характеризуються тим, що значення контрольованої величини X , що належить області I , системою (алгоритмом) виявлення відноситься до області \bar{I} . Помилки 2-го роду - це віднесення величини X до області I , в той час як вона належить до області \bar{I} . Будемо вважати, що

спотворення величини X обумовлені тільки випадковими похибками, бо систематичні похибки можуть бути попередньо скориговані.

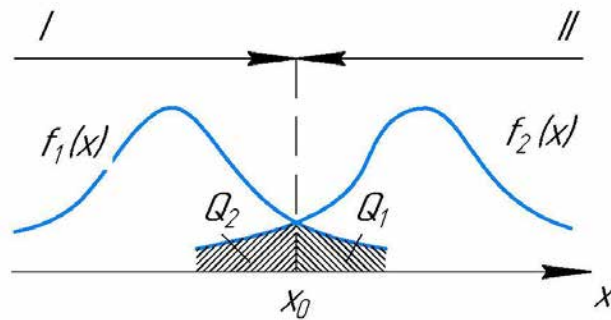


Рис. 2.1 - Схема розподілу умовних щільностей ймовірності знаходження величини X в областях I і II

Нехай умовна щільність ймовірності розподілу значень X в разі приналежності змінної до областей I і II задана відповідно функціями $f_1(X)$ і $f_2(X)$. Позначимо через X_0 точку на прямій X , для якої можна записати: якщо $X > X_0$, то $X \in 2$; якщо $X < X_0$, то $X \in 1$.

Тоді ймовірності виникнення помилок 1-го і 2-го родів мають вигляд:

$$Q_1 = \int_{X_0}^{+\infty} f_1(X) dX; \quad Q_2 = \int_{-\infty}^{X_0} f_2(X) dX$$

Ймовірність Q_1 називається також ймовірністю помилкової тривоги і позначається через Q_{nm} , а Q_2 - ймовірністю пропуску події (цілі) і позначається через Q_{np} - Нехай також відомі апіорні ймовірності приналежності X до областей I і II , тобто. Відомі відповідно P_I ; і $P_{II} = 1 - P_I$.

Якщо виявлення події ведеться з помилками, то можливі значні матеріальні втрати. Введемо наступні позначення: C_{12} - вартість втрат через помилкової тривоги; C_{21} - вартість втрат через пропуск події; C_{11} , C_{22} - витрати на отримання правильного рішення (відповідно віднесення X до областей I і II).

При багаторазових вимірюваннях оцінку роботи системи виявлення доцільно проводити за середньою вартістю втрат. Середня вартість виявлення для розглянутого випадку:

$$C_{cn} = P_I C_{11} (1 - Q_{nm}) + P_{II} C_{12} Q_{nm} + P_{II} C_{22} (1 - Q_{np}) + P_{II} C_{21} Q_{np}, \quad (2.18)$$

Вираз виду CQ_j в теорії статистичних рішень прийнято називати ризиком прийняття j -ї гіпотези при віднесенні змінної X до однієї з областей.

З рисунку 2.1 і виразу (2.18) випливає, що при заданих $f_1(X)$ і $f_2(X)$, а також P_I і P_{II} втрати через помилки виявлення істотно залежать від вибору точки X_0 . Вибирати її доцільно виходячи з мінімізації середніх втрат. Якщо вирішити рівняння виду $\frac{dC_{cn}}{dX} = 0$, то після очевидних перетворень отримаємо

$$\frac{dC_{cn}}{dX} = P_I [C_{11} f_1(X_0) - C_{12} f_1(X_0)] + P_{II} [C_{21} f_2(X_0) - C_{22} f_2(X_0)] X = X_0$$

З виразу
$$\frac{f_2(X_0)}{f_1(X_0)} = \frac{P_I [C_{12} - C_{11}]}{P_{II} [C_{21} - C_{22}]} = L$$
 названого коефіцієнтом

правдоподібності, можна знайти значення X_0 , яке при заданих $f_1(X_0)$ і $f_2(X_0)$, P_I , P_{II} , а також вартість втрат C_k забезпечує мінімум середніх втрат.

Загальновідомо, що загальні втрати коренів складаються з надземних втрат (Π_{nz}), підземних втрат (Π_{nz}), зламу хвостовій частині (Π_{zl}) і втрат через дроблення (Π_∂). Зазначений взаємозв'язок аналогічно може бути виражено залежністю виду:

$$\Pi = \Pi_{nz} + \Pi_{nz} + \Pi_{zl} + \Pi_\partial, \quad (2.19)$$

Розглянуто взаємозв'язок складових загальних втрат (4) з поточними налаштуваннями основних вузлів комбайна, в зв'язку з тим, що велика їх частина задається комбайнером за допомогою ручного управління.

Так, наприклад, втрати Π_{nz} виражаються виразом вигляду:

$$\Pi_{nz} = f(d_k, T_{zc}, \omega_{ny}, \omega_0), \quad (2.20)$$

де d_k - діаметр кореня; T_{zc} - технологічний зазор в подавальних і сепаруючих системах; ω_{ny} - частота обертання подавальних пристроїв; ω_0 - частота обертання очисних валів.

Втрати Π_{nz} можна виразити співвідношенням:

$$\Pi_{nz} = f(h_k, T_k, \omega_\theta, A, d_k), \quad (2.21)$$

де h_k - глибина копання; T_k - технологічний зазор в копачах; ω_g - частота вібрації; A - амплітуда вібрації.

Втрати через злам хвостової частині коренеплодів виразимо рівнянням виду:

$$P_{зл} = f(P_{зг}, T_k, K_k, P_{нз}, V), \quad (2.22)$$

де $P_{зг}$ - міцність коренеплоду на вигин; V - швидкість руху; K_k - конструктивні параметри копача; $P_{нз}$ - тиск що чиниться на коренеплоди за рахунок підпору ґрунтової маси.

Дроблення коренеплодів залежить, в основному, від прямолінійності руху комбайна, частоти обертання подавальних і транспортувальних пристроїв, очищення, вивантаження коренеплодів і висоти їх падіння в накопичувальний бункер і кузов транспортного засобу під час вивантаження.

Засміченість купи, величина втрат і травмування коренеплодів знаходиться в прямій залежності від ступеня відповідності обраних параметрів і режимів роботи основних систем комбайна, необхідним (оптимальним для даних умов). Вибір більшості параметрів і режимів роботи комбайна, незважаючи на високий ступінь автоматизації, здійснюється комбайнером в ручному режимі.

З урахуванням кваліфікації комбайнера і досвіду його роботи останні можуть мати значні відхилення.

Правильний їх вибір визначає втрати і засміченість купи коренів цукрових буряків. При цьому, упущена економічна вигода (E_e) становить:

$$E_e = C \cdot (Q_n + \Delta Q), \quad (2.23)$$

де C - вартість 1 т коренеплодів, грн; Q_n - технологічні втрати, т; ΔQ - відрахування обсягів коренеплодів через засміченість ґрунтом і залишками гички, т.

З метою досягнення високих показників якості роботи бурякозбиральних машин і зниження рівня технологічних втрат повинна здійснюватися кваліфікована підготовка комбайнерів.

2.3. Обґрунтування технологічних процесів технічного обслуговування і зберігання комбайнів Holmer

Розроблювана технологія технічного обслуговування і зберігання повинна орієнтувати виконавців на впровадження раціональних схем виконання операцій і механізацію процесів праці. Для цього необхідно вивчити характер, обсяг, терміни і способи виконання операцій у всіх технологічних процесах технічного обслуговування і зберігання. На початковому етапі проектування проводиться доцільне розчленування технологічних процесів на операції.

Після розчленування технологічного процесу на окремі роботи виявляється можливий рівень механізації процесів, визначається відносна значимість ручних робіт і намічених шляхи зменшення їх трудомісткості.

Коли операції по обслуговуванню техніки і зберіганні виконуються висококваліфікованими фахівцями, то слід враховувати, що спеціалізація забезпечує отримання позитивного ефекту за рахунок підвищення якості виконання операції. У зв'язку з цим роботи, якість виконання яких є визначальними, повинні виконувати найбільш кваліфіковані працівники. Огляд комбайна, діагностування та регулювання складових частин, відповідальні прийоми остаточного складання агрегатів, наприклад, затягування головки двигуна, збірка повітроочисника і інші складні операції, рекомендується виконувати сервісному механіку, а очисні-мийні роботи, перевірку рівнів масла в корпусах складових частин, їх дозаправку і змащування - комбайнеру.

Збільшення числа виконавців призводить до позитивного результату за умови відповідного узгодження їх зусиль і спеціалізації праці.

Послідовність операцій при ТО-1, ТО-2, ТО-3 і зберіганні комбайна обґрунтовано на основі побудови мережеских графіків, а тривалість їх виконання визначена технологічних рекомендацій виробника.

Таким чином, необхідно вибрати число виконавців, розподілити між ними роботи і вказати послідовність їх виконання, щоб фактичний середній час

технічного обслуговування машини дорівнював або наближався до оптимальної середньої тривалості технічного обслуговування.

Необхідно так розподілити роботи по виконавцям, щоб різниця часу їх виконання між виконавцями була мінімальна, що досягається рівномірним завантаженням всіх виконавців від моменту початку проведення робіт до їх закінчення.

В Посібнику з експлуатації комбайна Holmer подано перелік робіт ТО-1, тривалість їх виконання і передбачувана кваліфікація виконавця.

Запропонована кваліфікація виконавців виходить з багаторічного досвіду проведення технічного обслуговування зарубіжних бурякозбиральних комбайнів. Сучасні обслуговуючі фірми на виїзд фахівців при технічному обслуговуванні виділяють одну сервісну машину з одним сервісним механіком, а комбайнер безпосередній учасник, який повинен бути присутнім при технічному обслуговуванні і пояснити всі виниклі відмови. Виходячи з цього, при виконанні операцій присутні двоє людей: комбайнер і сервісний механік. Спираючись на це, був побудований мережевий графік ТО-1 бурякозбирального комбайна Holmer (рис. 2.2), з розподілом робіт і їх послідовністю.

Аналізуючи мережевий графік першого технічного обслуговування, бачимо, що події з 1 по 6 розташовані послідовно, це так звані підготовчі роботи, які полягають в мийці комбайна і доставки його на пост технічного обслуговування, які проводяться лише комбайнером і не допускається з цими роботами проводити паралельне виконання інших робіт. Події 8-9-11-12-14-17-19 і 23-24-27 з подіями 7-10-13-15-17-18 проходять паралельно. Такий порядок робіт призводить до загального скорочення часу проведення технічного обслуговування і оптимальну тривалість простою комбайна. Робота, що проходить між подіями 19-20-21, проводиться спільно комбайнером і сервісним механіком, так як вона вимагає двох виконавців. Робота проходить від події 12-13 - фіктивна, так як 13 подія не може початися без закінчення 12 події.

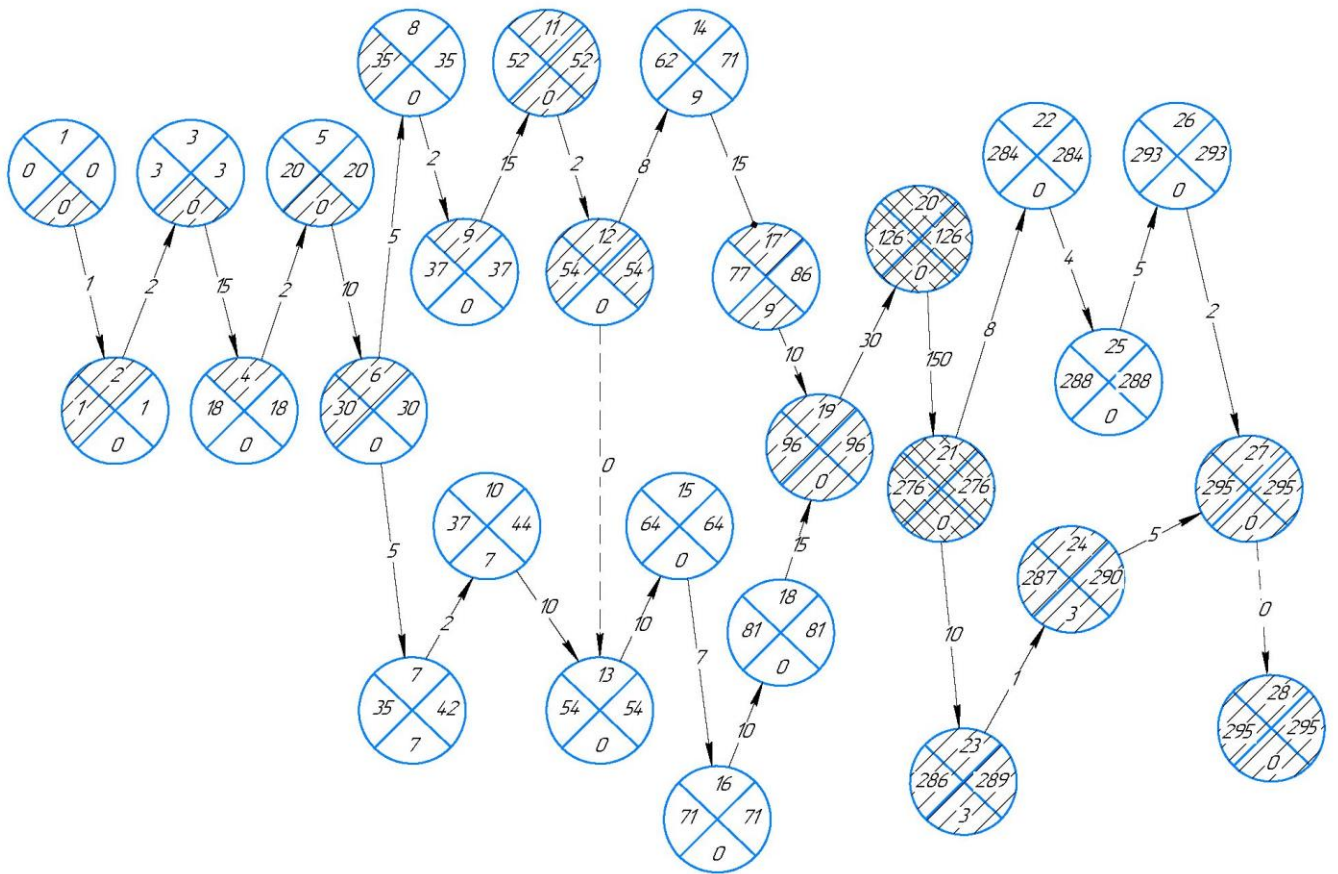
Послідовність робіт, наведена на мережевому графіку, є оптимальною, так як подальший розподіл операцій неможливий в зв'язку з їх технологічною складністю, що може привести до неякісного виконання. Використання зазначеного мережевого графіка дозволило, наприклад, при проведенні першого технічного обслуговування скоротити його тривалість на 15% і раціонально розподілити виконання технологічних операцій між комбайнером і сервісним механіком. При проведенні ТО2 і ТО-3, скорочення тривалості робіт склало 16% і 12% відповідно.

У зв'язку з короткочасним, періодичним використанням у виробництві і тривалому зберіганні в неробочий період бурякозбиральних комбайнів Holmer, виникає питання їх зберігання. Розглянемо три основних способи зберігання техніки (зберігання на майданчику, під навісом і на критій стоянці) і виберемо найкращий і економічно вигідний.

Зміна витрат на підготовку бурякозбиральних комбайнів до зберігання залежить від його терміну експлуатації і від способу зберігання (рис. 2.3). З віком, незалежно від способу зберігання, витрати на підготовку до зберігання збільшуються.

У таблиці 2.1, наведені планові відрахування на один комбайн за 10 років його експлуатації. Аналізуючи таблицю можна сказати, що нові комбайни мають найбільш високий коефіцієнт переваги $K_{\text{п}}$.

Отже, при зберіганні нових комбайнів добре використовується площа і об'єм складських приміщень. Тому їх доцільно зберігати в хороших, закритих приміщеннях. Відносні витрати на їх будівництво складають менше 10% вартості збережених комбайнів.



← Критичний шлях ← - - - Фіктивний шлях

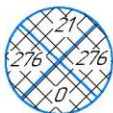
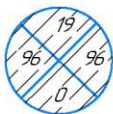
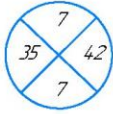
- 
 Подія що виконується комбайнером і сервісним інженером.
- 
 Подія що виконується комбайнером.
- 
 Подія що виконується сервісним інженером.

Рис. 2.2 - Мережевий графік ТО-1 комбайна Holmer.

Планові відрахування на один бурякозбиральний комбайн Holmer.

Термін експлуатації комбайна	Залишкова балансова вартість, тис. грн.	Амортизаційні відрахування (10%), тис. грн.	Відрахування на ремонт і ТО (10%), тис. грн.	Затрати на придбання запасних частин і матеріалів, тис. грн.	Річне навантаження комбайна, га	Коефіцієнт переваги зберігання K_p , тис. грн/м ²
1	49500	4950	4950	77	900	510,84
2	44550	4455	4455	88	810	459,8
3	40095	4009,5	4009,5	220	750	413,82
4	36086	3608,6	3608,6	275	710	372,35
5	32478	3247,8	3247,8	440	680	335,17
6	29230	2923	2923	495	630	301,62
7	26307	2630,7	2630,7	517	590	271,7
8	23675	2367,5	2367,5	572	570	244,31
9	21307	2130,7	2130,7	616	540	220
10	19179	1917,9	1917,9	770	530	198

Для обґрунтування раціонального способу зберігання і нормативів потреби капіталовкладень бурякозбиральних комбайнів Holmer, використовувалися відомі методи порівняльної ефективності: статистичний і економіко-математичний.

Для підрахунків витрат при різних методах зберігання техніки використовувалося рівняння і в залежності від терміну служби множилися на поправочний коефіцієнт таблиця 2.2.

Складові рівняння і графіків (рис. 2.2, 2.3, 2.4) показують, що ефективність способу зберігання обумовлюється величиною економії на ремонті машин і технічними відходами за ними, яка дозволяє покрити витрати на зберігання.

Аналізуючи всі три верхніх графіка, видно, що на кінець терміну експлуатації планових відрахувань не вистачає при зберіганні на майданчику.

Порівнюючи три способи зберігання техніки, за витратами на підготовку бурякозбиральних комбайнів можна сказати, що зберігання в критій стоянці

вигідніше. Так як зберігання техніки в закритих приміщеннях дозволяє знизити витрати на запчастини і ремонт.

Таблиця 2.2

Витрати на підготовку до зберігання комбайна в залежності від терміну служби і способу зберігання.

Термін експлуатації комбайна	Спосіб зберігання					
	На майданчику		Під навісом		В закритому приміщенні	
	Витрати, грн.	Зміни витрат, %	Витрати, грн.	Зміни витрат, %	Витрати, грн.	Зміни витрат, %
1	30694,54	0,62	51053	1,03	42779	0,86
2	34377,89	0,77	57180	1,28	47912	1,07
3	38503,22	0,96	64041	1,59	53662	1,34
4	43123,61	1,19	71726	1,98	60102	1,67
5	48298,45	1,49	80334	2,47	67314	2,07
6	54094,26	1,85	87224	3,08	75391	2,58
7	63335,58	2,3	98020	3,83	84438	3,21
8	67855,7	2,87	110113	4,77	94571	3,99
9	75998,45	3,57	126407	5,93	105919	4,97
10	85118	4,44	128705	7,38	107845	6,19

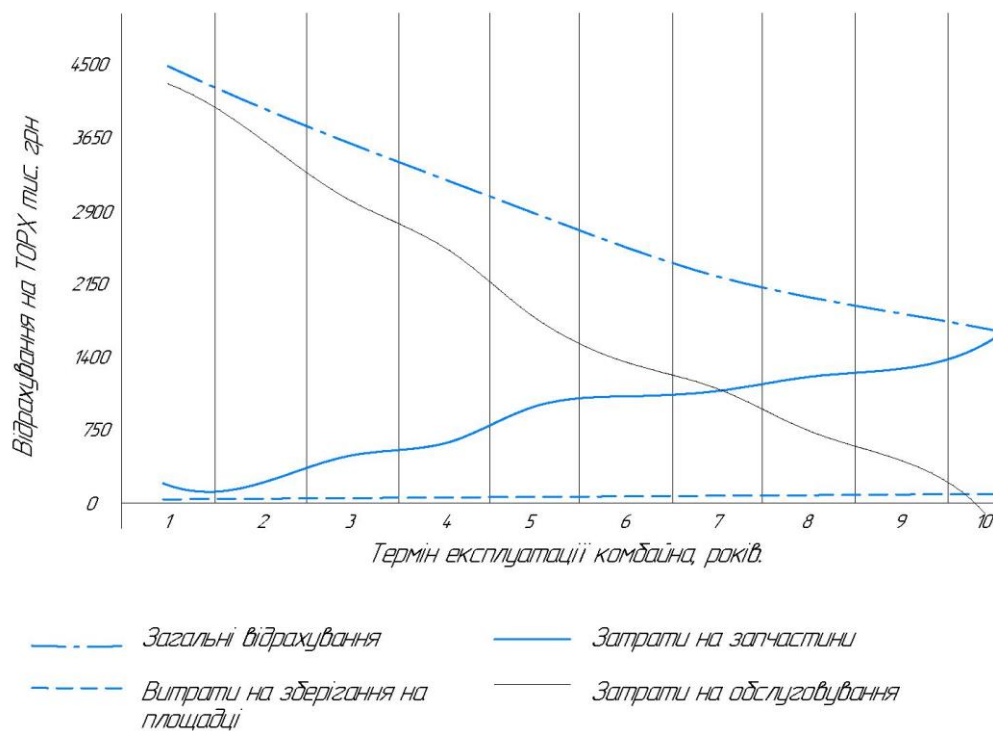


Рис. 2.2 - Витрати при зберіганні комбайнів на майданчику.

Аналізуючи мережевий графік підготовки комбайна до зберігання можна стверджувати, що всі роботи розподілені рівномірно. Трудомісткі і енерговитратні роботи виконуються спільно комбайнером з сервісним механіком (роботи перед подіями 2, 5, 6, 13, 16). Загальний час проведення операцій з підготовки комбайна до зберігання при існуючому розподілі робіт склало 571 хвилину (9 годин 31 хвилина). Роботи між подіями 2-4 і 14-15 фіктивні, які не потребують часу і витрат на їх виконання.

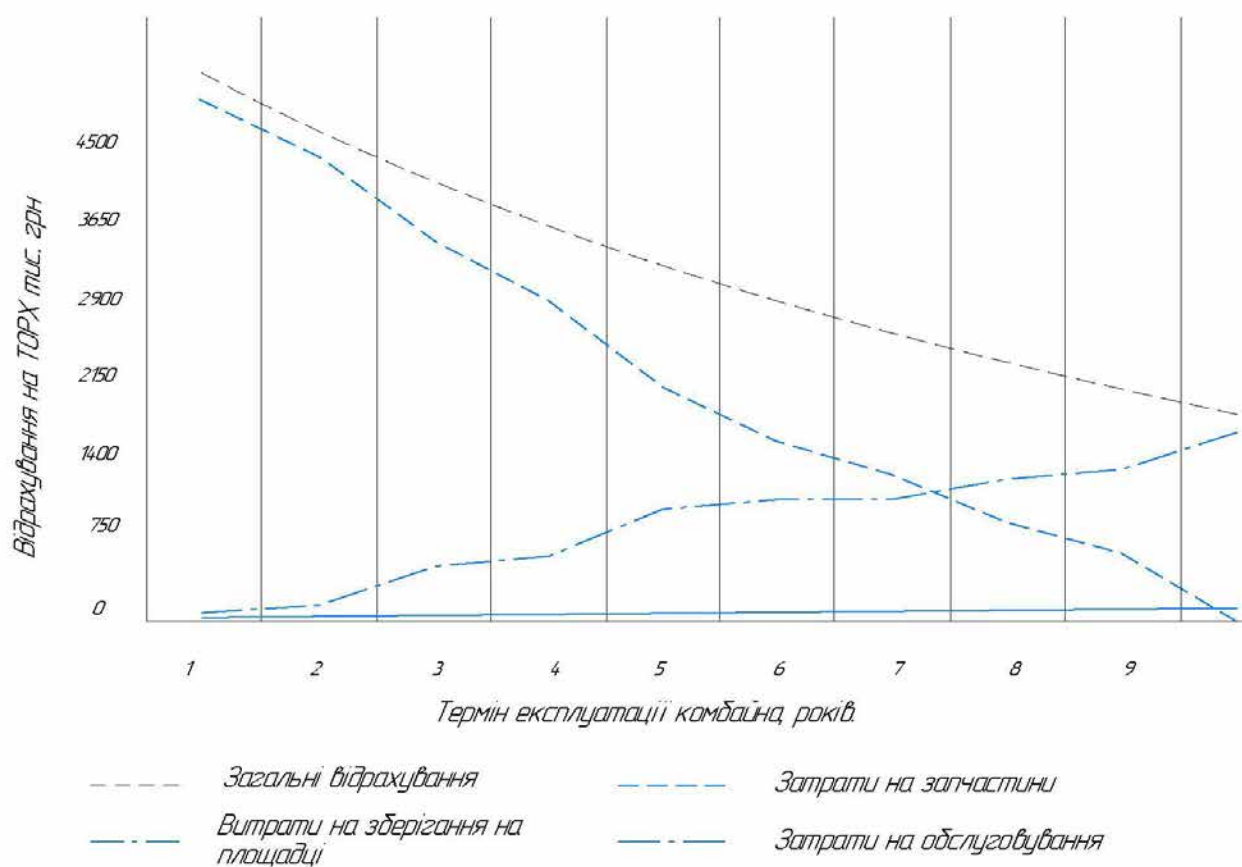


Рис. 2.3 - Витрати при зберіганні комбайнів на критій стоянці.

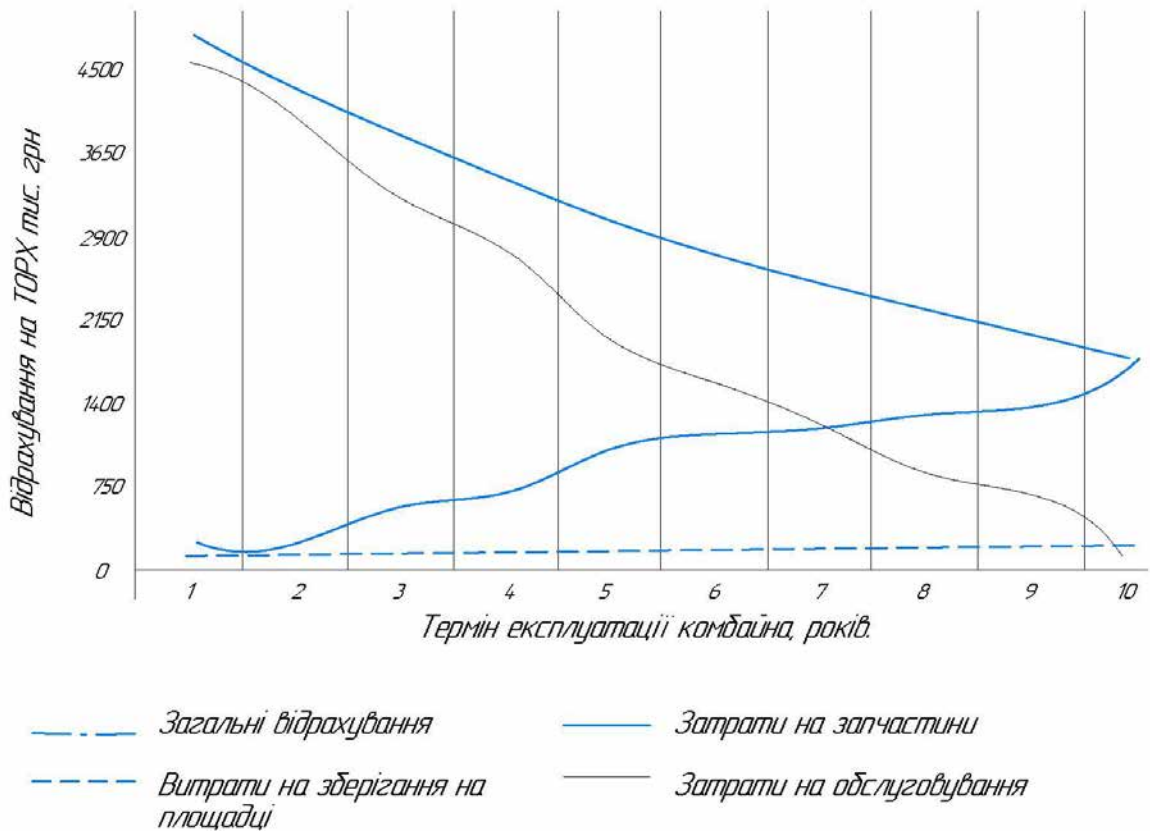


Рис. 2.4 - Витрати при зберіганні комбайнів під навісом.

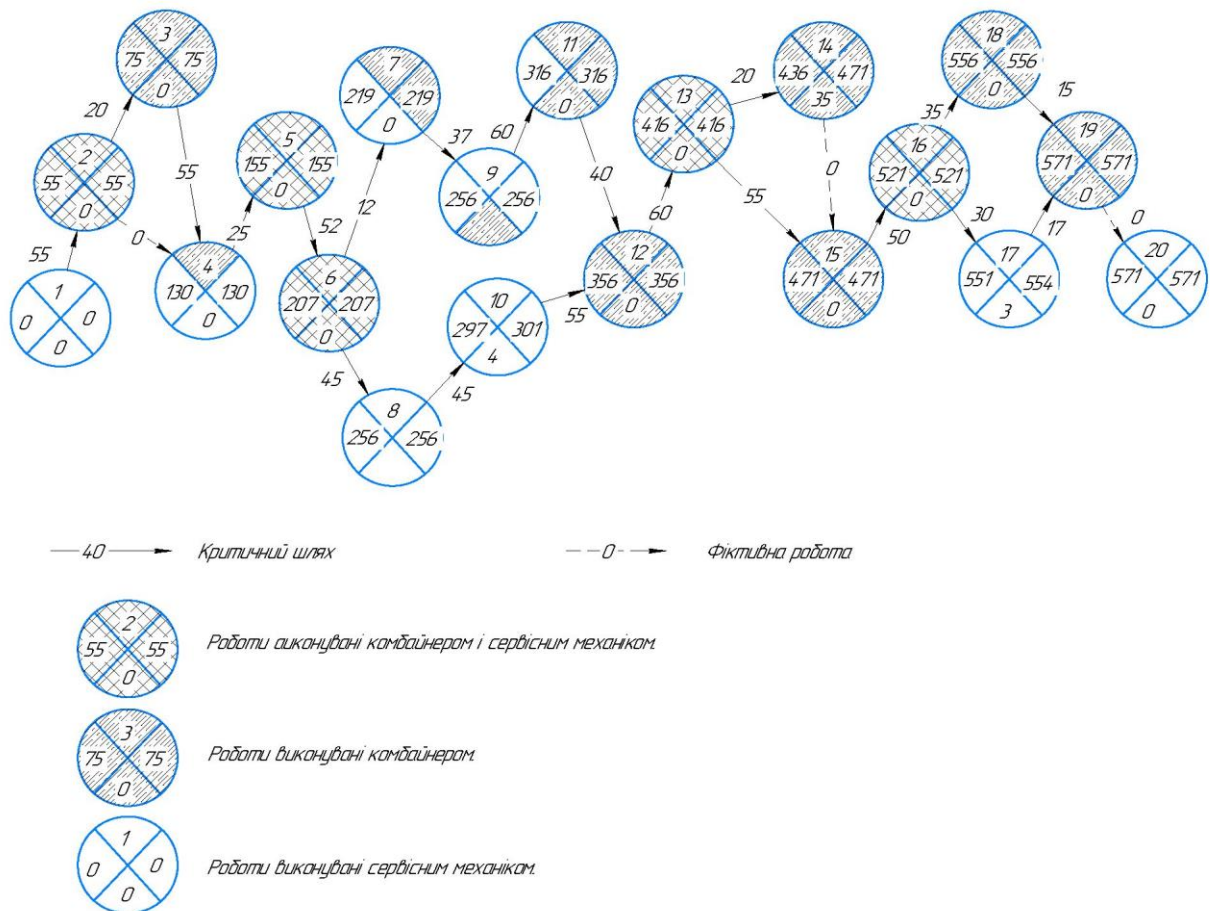


Рис. 2.5 - Мережевий графік зберігання комбайна Holmer.

Використання зазначеного мережевого графіка, дозволило скоротити тривалість часу робіт при підготовці до зберігання на 21% і раціональне розподілити виконання технологічних операцій між комбайнером і сервісним механіком.

2.4. Дослідження залежності часу простоїв збиральної техніки в очікуванні на обслуговування

З метою зниження простою дорогих самохідних комбайнів в період збиральних робіт, які перебувають на гарантійному або після гарантійному обслуговуванні, сервісний центр повинен мати у своєму розпорядженні оптимальним складом, технічно оснащених, ремонтних бригад.

Для задоволення заявок з господарств на усунення складних відмов обслуговуючий центр може мати у своєму розпорядженні один або декілька засобів ТО. Розглянемо зазначений центр і обслуговуваний ним парк комбайнів як систему масового обслуговування, в якій є m джерел заявок Самохідних комбайнів, які можуть вимагати обслуговування); вони обслуговуються n каналами (ремонтними бригадами). Кожне джерело заявок породжує потік заявок з щільністю λ , але тільки поки він не обслуговується; на час обслуговування потік заявок припиняється (комбайн зупиняється і нових несправностей не виникає). Один канал здатний обслужити μ заявок за одиницю часу. Гуцин, Д.А використовуючи основні положення теорії масового обслуговування і програму MathCad визначив оптимальний склад технічного сервісу, і виконав їх графічну інтерпретацію рисунки 2,6-2,8.

Використовуючи основні положення теорії масового обслуговування до умов нашої задачі визначимо:

n - число каналів обслуговування;

P_0 - ймовірність того, що канал вільний;

s - середнє число заявок в черзі, шт.;

k - число зайнятих каналів, од.;

$t_{np.k}$ - час простою джерела заявок (комбайна), діб.;

$t_{c.k}$ - середній час простою каналу (ремонтної бригади), діб.;

$t_{оч}$ - середній час очікування заявки в черзі, діб.

Після перетворення, з урахуванням параметрів системи:

$$\alpha_\mu = \frac{\lambda}{\mu}, \quad x_{n\mu} = \frac{n\mu}{\lambda}, \quad p_\mu = \frac{\alpha}{1+\alpha}, \quad q_\mu = 1 - p_\mu$$

Вірогідність того, що канал вільний, рівна:

$$P_{0_{n\mu}} = \frac{1}{\frac{B_{n\mu}}{(q\mu)^m} + \frac{P_{1_n} R_{1_{n\mu}}}{P_{2_n} R_{3_{n\mu}}}}, \quad (2.24)$$

$$\text{Де } B_{n\mu} = \sum_{i=0}^n \left(\frac{m!}{(m-i)! \cdot i!} \cdot (p_\mu)^i \cdot (q_\mu)^{m-i} \right)$$

$$P_{1_n} = \frac{n^n}{n!} \cdot e^{-n}, \quad P_{2_n} = e^{-n}, \quad P_{3_{n\mu}} = \frac{(x_{n\mu})^n}{m!} \cdot e^{-x_{n\mu}}$$

$$R_{1_n} = \sum_{s=0}^{m-n-1} \left(\frac{(x_{n\mu})^s}{s!} \cdot e^{-x_{n\mu}} \right)$$

Середнє число заявок в черзі визначимо за виразом:

$$S_{n\mu} = \frac{R_{1_n} P_{0_{n\mu}}}{P_{2_{n\mu}} P_{3_{n\mu}}} \cdot [(m-n) R_{2_{n\mu}} - x_{n\mu} R_{1_{n\mu}}], \quad (2.25)$$

$$\text{де } R_{2_{n\mu}} = \sum_{s=0}^{m-n} \left(\frac{(x_{n\mu})^s}{s!} \cdot e^{-x_{n\mu}} \right)$$

Середнє число зайнятих каналів визначимо за формулою:

$$k_{n\mu} = \frac{P_{0_{n\mu}}}{(q\mu)^m} \cdot \sum_{k=0}^n \left[k \cdot \left(\frac{m!}{(m-k)! \cdot k!} \cdot (p_\mu)^k \cdot (q_\mu)^{m-k} \right) \right] + \frac{n \cdot P_{0_{n\mu}} P_{1_n} R_{2_{n\mu}}}{P_{2_n} P_{3_{n\mu}}}, \quad (2.26)$$

Середній час простою комбайна

$$t_{np.комб.n\mu} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{P_{npn\mu}}{1 - P_{npn\mu}}, \quad (2.27)$$

де $P_{npn\mu}$ - ймовірність того, що комбайн буде простоювати.

$$P_{npn\mu} = \frac{s_{n\mu} + k_{n\mu}}{m}, \quad (2.28)$$

Середній час простою каналу:

$$t_{np.k.n\mu} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1 - \frac{k_{n\mu}}{n}}{\frac{k_{n\mu}}{n}}, \quad (2.29)$$

Середній час очікування заявки в черзі:

$$t_{оч.n\mu} = t_{np.k.n\mu} - \frac{1}{\lambda}, \quad (2.30)$$

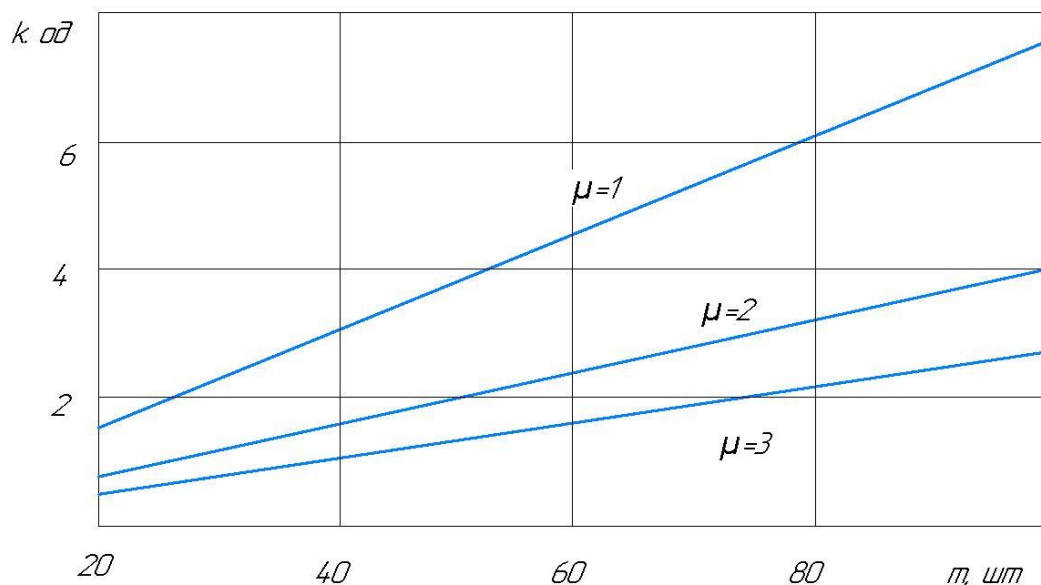


Рис. 2.6 - Залежність числа ремонтних бригад k від кількості обслуговуваних комбайнів m .

У сервісному центрі на обслуговуванні перебуває, наприклад $m = 41$ комбайн Holmer, обслуговування комбайнів проводиться виїзними бригадами. З урахуванням часу перебування в дорозі і часу обслуговування систему можна розглядати як стаціонарну. Середній час у дорозі складає 4 години, середній час

обслуговування 3,5 години. Таким чином, одна бригада здатна обслужити одну - дві заявки на добу. Середня тривалість безвідмовної роботи комбайна - 12 діб. Необхідна кількість бригад - це чотири бригади, три з яких виїзні, а одна стаціонарна, необхідна для надання консультаційних послуг. В цьому випадку баланс часу між простоем комбайна і ремонтної бригади буде мінімальним.

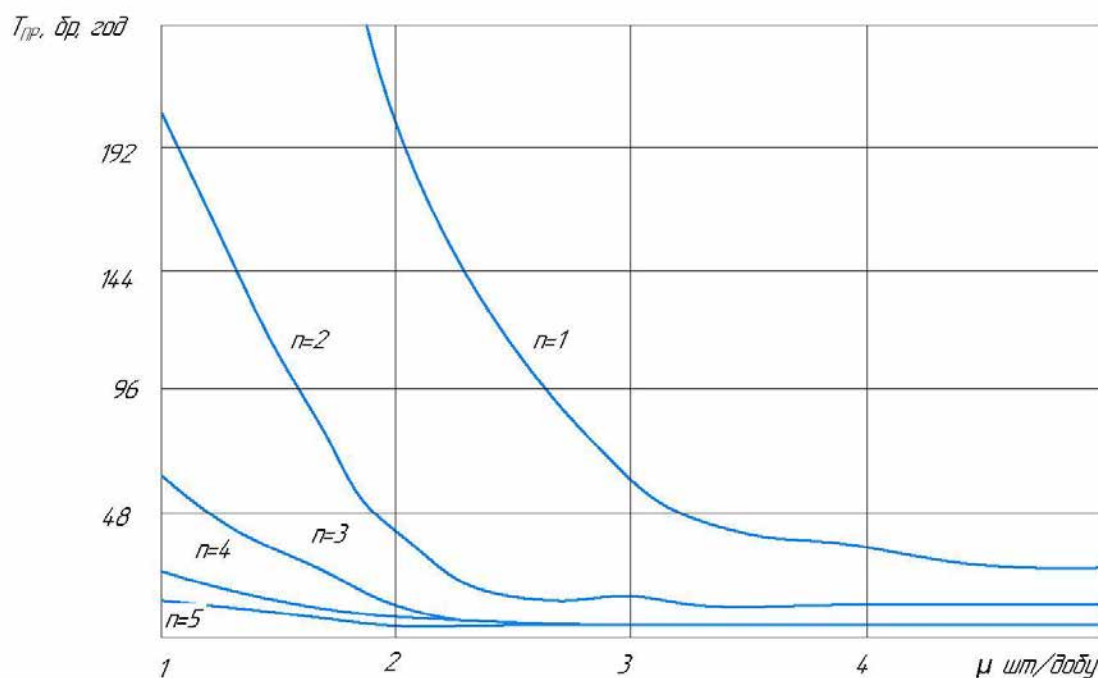


Рис. 2.7 - Залежність середнього часу простою комбайна $t_{пр.к}$ в очікуванні обслуговування від кількості ремонтних бригад n і продуктивності однієї бригади μ .

Розрахункове число обслуговуючих каналів доцільно узгодити з економічними показниками діяльностями підприємства технічного сервісу у взаємозв'язку з якістю послуг, що надаються. Запропоновано аналітичний вираз для оцінки потенційно можливої прибутку підприємства технічного сервісу:

$$\Pi_{не} = \Pi_{ф} + (\Pi_{ун} + \Pi_{н}), \quad (2.31)$$

де $\Pi_{ф}$ - фактичний прибуток, грн.;

$\Pi_{ун}$ - упущена вигода (прибуток), обумовлена передачею складних робіт по сервісу комбайнів іншим підприємствам через низьку кваліфікацію сервісних

механіків і неповнотою охоплення наявного в регіоні парку комбайнів через дефіцит кадрів сервісних механіків, обладнання, засобів пересування і ін., грн.;

Π_n - величина штрафних санкцій за порушення договірних зобов'язань і якості виконаних сервісних послуг, грн.

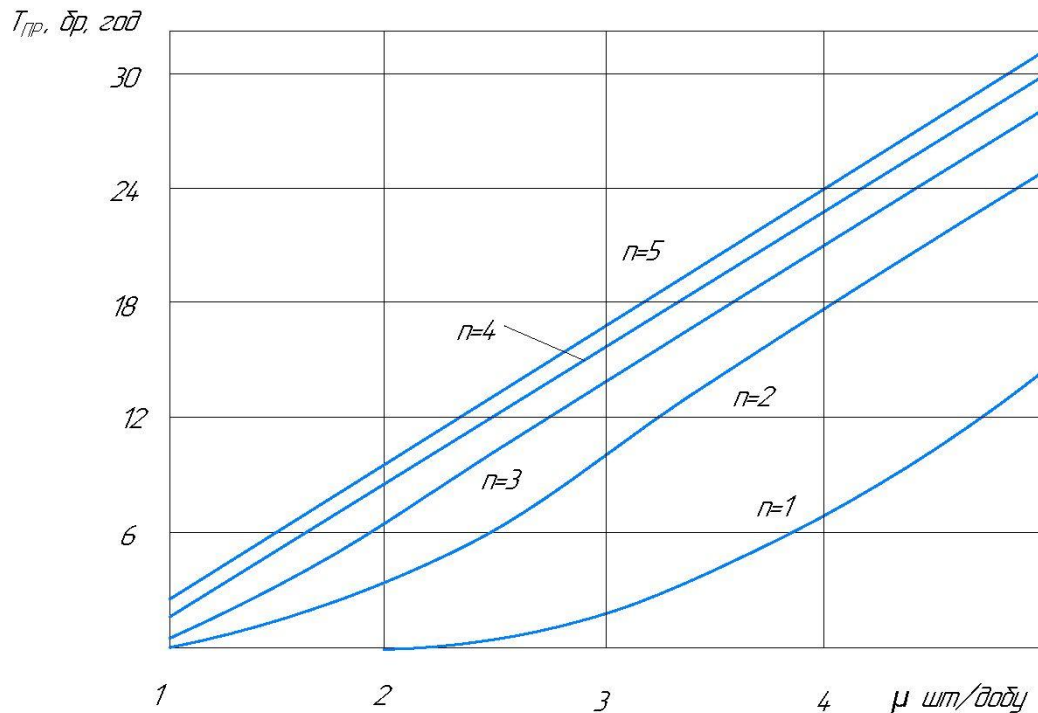


Рис. 2.8 - Залежність середнього часу простою ремонтної бригади в очікуванні на обслуговування від кількості ремонтних бригад і продуктивності однієї бригади.

2.5 Визначення коефіцієнту готовності самохідної машини з різними варіантами матеріально-технічного забезпечення

Підвищення споживчих властивостей і отримання високої ефективності від придбаних сільськими товаровиробниками зарубіжних комбайнів нерозривно пов'язане зі зростаючими вимогами до їх надійності.

В процесі експлуатації неминуче з'являються відмови, які в тій чи іншій мірі позначаються на їх здатності виконувати задані функції.

Відновлення роботи комбайнів пов'язано не тільки з операціями з пошуку несправностей, а й заміною несправних деталей і вузлів (усунення відмови).

Середній час усунення відмови комбайна (T_p) Згідно можна представити у вигляді

$$T_p = T_0 + T_{вна} + T_n, \quad (2.32)$$

де T_0 - середній час усунення відмови;

$T_{вна}$ - середній час вимушеного простою комбайна через адміністративні чинники;

T_n - середній час вимушеного простою комбайна через відсутність в сервісних центрах необхідних запасних частин.

У свою чергу, середній час усунення відмов комбайна визначається наступним виразом:

$$T_p = \sum_{i=1}^{\omega} t_{pi} q_i, \quad (2.33)$$

де t_{pi} - середній час ремонту комбайна при відмові через i - ті деталі;

q_i - ймовірність відмови комбайна через i - ту деталь при ймовірній події відмови комбайна;

ω - кількість деталей в комбайні.

Очевидно, t_{pi} можна подати у вигляді з урахуванням зазначеного вище має місце рівняння

$$T_p = T_p + T_n = \sum_{j=1}^m t_{pj} q_j + \sum_{j=1}^m t_{nj} q_j, \quad (2.34)$$

Якщо врахувати поділ комбайна на окремі вузли, то вираз набуде вигляду

$$T_p = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^r t_{pjs} q_{js} + \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^r t_{nis} q_{js}, \quad (2.35)$$

де t_{pjs} - відповідні значення і тільки для s -их вузлів комбайна;

q_{js} - відповідне значення q_j і лише для s -го вузла комбайна;

r - кількість вузлів в комбайні.

З виразу (2.35) випливає, що:

$$T_n = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^r t_{njs} q_{js}, \quad (2.36)$$

де t_{njs} - середній час вимушеного простою комбайна через відсутність запасних частин при його усуненні відмови деталей j -ї групи s -го вузла;

q_{js} - умовна ймовірність відмови комбайна через зазначені деталі за умови відмови комбайна;

m, r - кількість груп деталей і вузлів в комбайні відповідно.

Величину T_n можна прийняти за критерій достатності запасних частин. Вона показує час вимушеного простою комбайна, обумовлений відсутністю необхідних деталей в комплекті складу запасних частин.

При відсутності необхідних запчастин на складі комбайн змушений простоювати, тобто коефіцієнт готовності і коефіцієнт його використання зменшується. Цікавим є з'ясувати, як впливає склад запасних частин на коефіцієнт готовності комбайна. Для цієї мети з (2.32) підставляємо значення T_p в вираз для сталого значення коефіцієнта готовності:

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_p + T_n}, \quad (2.37)$$

Шляхом простих перетворень вираз можна представити у вигляді:

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_p} \cdot \frac{T_0 + T_p}{T_0 + T_e + T_n} = K_\tau K_3, \quad (2.38)$$

де $K_\tau = \frac{T_0}{T_0 + T_p}$ - є сталим значенням коефіцієнту готовності комбайна при

необмеженій кількості комплектів запасних частин;

$K_3 = \frac{T_0 + T_p}{T_0 + T_e + T_n}$ являє собою не що інше, як коефіцієнт, що враховує

вплив запасних частин на реальний коефіцієнт готовності комбайна. У першому наближенні коефіцієнт K_3 можна трактувати як критерій достатності (забезпеченості) комбайнів запасними частинами.

Таким чином, в якій мірі середній час відновлення комбайнів і коефіцієнт його готовності є критеріями надійності, в такій мірі середній час простою комбайна через нестачу запасних частин і коефіцієнт забезпеченості комбайнів запасними частинами є критеріями забезпеченості комбайна запасними частинами. Спробуємо знайти критерій оцінки достатності запасних частин, що характеризує склад запасних частин з точки зору його безвідмовності.

Під відмовою складу запасних частин слід розуміти такий випадок, коли відбулася відмова комбайна і на складі запасних частин відсутні необхідні запчастини. В цьому випадку доведена ефективність наявності на комбайні аварійних запчастин інструментів і пристосувань. Згідно результатів досліджень, обґрунтований перелік елементів аварійних запчастин інструментів і пристосувань (таблиця 2.1) і наведено перелік інструментів і приладів для оснащення автомобіля сервісної служби (таблиця 2.2).

Відмова комбайна може статися через відмову деталі одного з вузла комбайна. Умовні ймовірності цих відмов рівні q_j . Ймовірність відмови складу запасних частин є складною подією, яке може статися з однією з подій, що полягає у відмові деталі певного вузла. Ці події складають повну групу несумісних подій. Отже, на підставі формули повної ймовірності маємо

$$P_z = \sum_{j=1}^k q_j P_{zj}, \quad (2.39)$$

де P_z - ймовірність відмови складу запчастин вимогу замовника на запасну частину;

P_{zj} - ймовірність відмови j -ї групи запасних частин вимогу комбайна на елемент даної групи.

Зв'язок середнього часу простою комбайна через відсутність запасних частин на складі може бути виражена формулою:

$$T_N = T_e P_z, \quad (2.40)$$

де T_e - еквівалентне час відновлення відмов.

Вартість складу запасних частин найзручніше оцінювати вартістю запасних частин, що приходять на один комбайн, по формулі

$$G_0 = \sum_{j=1}^m C_{1j}n_{1j} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m C_{2j}n_{2j}, \quad (2.41)$$

де, C_{1j}, C_{2j} - вартість запасних частин j -ї групи при їх утриманні в одиночному і груповому комплектах запасних частин відповідно;

n_{1j}, n_{2j} - кількість деталей j -ї групи в одиночному і груповому комплекту запасних частин відповідно;

L - кількість одиночних комплектів запасних частин забезпечуваних одним груповим комплектом.

Таблиця 2.1

Склад елементів аварійних запчастин інструменту і обладнання для комбайна Holmer T2.

№	Код, найменування	Од.	К-сть
1	2	3	4
1	1034021934 Паливний фільтр	шт.	2
2	1034021645 Фільтруючий елемент (грубої очистки)	шт.	1
3	1035021224 Фільтруючий елемент	шт.	2
4	103502193 3 Фільтр моторного масла	шт.	2
5	1035024248 Фільтр	шт.	1
6	1036016389 Вставка повітряного фільтра	шт.	1
7	1036016390 Запобіжний патрон	шт.	1
8	1145019882 Леміш \ Rodeschar	шт.	12
9	1145019883 Леміш \ Rodeschar	шт.	12
10	1187022775 Вуса копіра	шт.	4
11	1187011440 Шипи зірочок доочистки	шт.	6
12	1187013918 Сепаруючі шипи -зірки -А 22	шт.	3
13	1187011442 Siebsternzinken - про 22 / Шип	шт.	6

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
14	1187011444 Turbine tine - d = 22	шт.	4
15	1187011443 Turbine tine - d = 22	шт.	4
16	1099001763 Корпус підшипника	шт.	2
17	109800175 8 Підшипник \ Y-Lager	шт.	2
18	1099001762 Lagergehäuse / Корпус підшипника	шт.	1
19	1098010835 Y-Lager / Підшипник шнека бункера	шт.	1
20	1081016471 Ланцюг \ Rollenkette - IWIS	шт.	1
21	1081018754 Ланцюг \ Rollenkette - "Jwis"	шт.	1
22	1083007003 З'єднувальна ланка ланцюга	шт.	1
23	1083016470 З'єднувальна ланка \ Steckglied - * Iwis "	шт.	1
24	1083016928 Штепсельне ланка зігнута 1 / 2x5 / 16 N	шт.	1
25	1205018908 Підкладний щиток \ Unterlegblech	шт.	10
26	1110001829 Ножі Кіра (бичі)	шт.	72
27	1205017979 Sichelmesser / Ніж для зрізання гички	шт.	5
28	1099009566 Корпус підшипника / Lagergehäuse	шт.	1
29	1098009567 Підшипник / Y-Lager	шт.	1
30	1130004669 Направляючий ролик	шт.	5
31	1078018331 Комбіновані ремені KB 3-SPC25501d	шт.	1
32	1098016469 Підшипник \ Y-Lager	шт.	2
33	1099016468 Корпус підшипника	шт.	1
34	1205016385 Підшипниковий фланець	шт.	1
35	1109024524 Ніж дорізувача	шт.	6
36	1029009329 Провідна пружина гичковідділювача	шт.	6
	Масло моторне SIGMA SUPER 10W40	л	100
	Масло трансмісійне ROTRA SX 75W90	л	20

Таблиця 2.2

Перелік інструментів та приладів для оснащення автомобіля сервісної служби.

№	Код, найменування	Од.	К-сть
1	2	3	4
1	Набір слюсарних інструментів	К-сть	1
2	Набір динамометричних ключів	К-сть	1
3	Різьбонарізний інструмент	К-сть	1
4	Вимірювальний інструмент	шт.	1
5	Пневмогайковерт	шт.	1
6	Таль ручна, 500 кг	шт.	1
7	Набір заглушок гідравліки	К-сть	2
8	Вакуумна помпа для гідравліки	шт.	1
9	Набір манометрів (60...600 кг / см)	К-сть	1
10	Пристрій регулювання клапанів MAN	шт.	1
11	Діагностичне пристрій двигуна MAN Cats	шт.	1
12	Цифровий мультиметр	шт.	1
13	Фірмовий набір електрика	К-сть	1

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ

3.1. Програма експериментальних досліджень

Програмою експериментальних досліджень передбачалося виконання наступних етапів:

- визначити умови та показники функціонування і експлуатаційної надійності з урахуванням строків служби комбайнів і схем технічного сервісу;
- виявити показники якості збирання цукрових буряків при різних схемах управління роботою комбайна;
- визначити сумарну частоту виходу технологічних параметрів за допустимі межі;
- провести оцінку ефективності роботи керуючих систем;
- проаналізувати результати роботи сервісних служб і встановити взаємозв'язок коефіцієнта готовності зі стажем роботи сервісних механіків і забезпеченістю складу запасних частин дилера.

3.2. Інформативність для визначення показників експлуатаційної надійності самохідних енергозасобів для збирання коренеплодів

Джерелами отримання інформації послужили:

- результати наукових досліджень із зазначеної тематики, викладених в журналах, автореферати, підручники, монографії, інтернет ресурси, рекламні проспекти виробників, матеріали зарубіжних дослідників, результати випробувань на дні поля та в науково-дослідних господарствах НАН України матеріали бухгалтерського обліку (накладні, рахунки - фактури), договору з сервісними службами дилера і ін.;
- монтажні доповіді сервісних механіків, що відображають, види і характер відмов, перелік виконаних робіт з технічного обслуговування і

ремонту комбайнів, витрати часу, напрацювання комбайнів із зазначенням номера комбайна, року випуску;

- хронометражні спостереження, виконані відповідно до вимог.

3.3. Показники надійності збиральних машин і методика їх визначення

У практиці використовують ряд важливих для споживачів показників експлуатаційної надійності. В якості основних узагальнених показників рівня надійності комбайна за календарний період часу використовуються коефіцієнт технічної готовності і коефіцієнт технічного використання.

Коефіцієнт технічної готовності є ймовірність того, що аналізований по надійності комбайн виявиться в працездатному стані в довільний момент часу, крім запланованих періодів, коли його застосування за призначенням не передбачається.

Для будь-яких розподілів часу роботи між відмовами і часу відновлення, що мають кінцеві середні значення в усталеному (Стаціонарному) режимі експлуатації, згідно маємо:

$$K_{ТГ} = \lim_{t \rightarrow \infty} K_{ТГ}(t), \quad (3.1)$$

$$K_{ТГ} = \frac{T_{роб}}{T_{роб} + T_{рем}}, \quad (3.2)$$

де $T_{роб}$ - час роботи комбайна, годин;

$T_{рем}$ - час ремонту машини, що припадає на плановий час її використання, годин.

Низькі значення $K_{ТГ}$ визначає погану пристосованість комбайна до ремонту, невідповідність його складності рівню кваліфікації обслуговуючого персоналу і погану організацію ремонту.

До комплексних показників надійності відноситься коефіцієнт технічного використання, який визначається як відношення математичного очікування

сумарного часу перебування комбайна в працездатному стані і простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням і ремонтом. Статистично він визначається за формулою.

$$K_{TB} = \frac{t_{роб}}{t_{роб} + t_{рем} + t_{обс}}, \quad (3.3)$$

де $t_{роб}$ - сумарне напрацювання всіх комбайнів, годин;

$t_{рем}$ - сумарний час простоїв через планові і позапланові ремонти, годин;

$t_{обс}$ - сумарний час простоїв через технічне обслуговування, $t_{обс} = t_{ТО} + t_{\delta}$, годин;

$t_{ТО}, t_{\delta}$ - сумарний час технічного обслуговування і діагностування, що припадає на планове час роботи комбайна відповідно, годин.

За аналогією з виразом (3.3) використовується поняття коефіцієнта простою, що представляє собою ймовірність знаходження комбайна в стані відмови в довільний момент часу, що визначається за формулою:

$$K_{II} \rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} = K_{II}(t), \quad (3.4)$$

або

$$K_{II} = \frac{T_{II}}{T_{II} + T}, \quad (3.5)$$

Для одного комбайна :

$$K_{II} + K_{II} = 1, \quad (3.6)$$

Тимчасові характеристики: середній час між зупинками машин через ремонти, середній час між зупинками машини через проведення технічного обслуговування, середній час між зупинками машини між проведенням заходів з діагностування, середній час одного ремонту, середній час одного технічного обслуговування, середній час одного діагностування визначається згідно з «ДСТУ 7597:2014 Техніка сільськогосподарська. Правила приймання на випробування», «ДСТУ 2258-93 Машини бурякозбиральні. Загальні технічні умови».

Втрати від простоїв комбайна з технічних причин (П), які практично не враховується в українській практиці, автор рекомендує обчислювати за формулою:

$$P = T_{рем} \cdot A = T_{роб} \cdot A \frac{T_{рем1}}{T_{0р}}, \quad (3.7)$$

де $T_{рем}$ - середній час одного ремонту, годин;

$T_{роб}$ - середній час між зупинками машини через ремонти, годин;

A - середня годинна вартість використання комбайна, грн/год. Середній час ремонту може бути визначено відповідно до по виразу:

$$T_{рем} = T_{ра} + T_{адм} + T_{дод} + T_{вв}, \quad (3.8)$$

де $T_{ра}$ - час, витрачений на ремонт (активна робота), год;

$T_{адм}$ - час витрачений через адміністративних труднощів (виклик бригади, доставка матеріалу, оплата матеріалів і ін.), год;

$T_{дод}$ - час, витрачений через інші причини (брак матеріалів, відсутність енергії і ін.), час;

$T_{вв}$ - час, витрачений через відсутність запчастин (час очікування поставки), годин.

Збереженість має найважливіше значення для забезпечення якісної та ефективної її експлуатації. Поняття зберігання включає в себе не тільки її збереження в періоди між випуском з заводу і початком її експлуатації або зберігання її в законсервованому вигляді на складах і сховищах, але також її утримання на комбайні в процесі експлуатації, в проміжках часу її бездіяльності між роботами. Залежно від призначення співвідношення між періодами роботи і зберігання може бути різним. Так, обладнання разового застосування знаходиться в стані бездіяльності тривалий час. В цьому випадку оцінка надійності об'єкта здійснюється, головним чином, за даними, отриманими в процесі зберігання.

Несправності при зберіганні виникають в більшості випадків під впливом зовнішніх фізичних факторів, що сприяють прискореному старінню елементів,

руйнування ізоляції електричних з'єднань і закупорці великого числа магістралей передачі повітря, палива, мастила.

Термін зберігання пристрою - це календарна ймовірність справного стану при зберіганні, тобто ймовірність того, що за певний інтервал часу і в заданих межах значення параметрів, що характеризують його здатність виконувати задані функції.

Основним заходом безпеки є ймовірність справного стану при зберіганні, тобто ймовірність того, що за певний інтервал часу і в заданих умовах зберігання справність пристрою не порушиться.

$$S(t_x) = P(t_1 > t_x), \quad (3.9)$$

де t_x - час зберігання; t_1 - час появи несправності в умовах зберігання. Визначення ймовірності справного стану при зберіганні проводиться за формулою, аналогічною формулою ймовірності безвідмовної роботи (3.9)

$$S(t_x) = 1 - n(t_x) / N, \quad (3.10)$$

де $n(t_x)$ - число пристроїв, які прийшли в несправність в процесі зберігання; N - загальне число однотипних пристроїв, що знаходяться на зберіганні з моменту $t_x = 0$. Відповідна щільність розподілу часу безвідмовного зберігання та інтенсивність появи відмов при зберіганні буде

$$f(t_x) = \frac{dn_x(t_x)}{N dt_x}, \quad \mu(t_x) = \frac{dn_x(t_x)}{N(t_x) dt_x}, \quad (3.11)$$

де $n_x(t_x)$ - число несправних пристроїв на інтервалі часу dt_x часу зберігання.

При цьому середній час справного стану при зберіганні буде

$$T_x = \sum_{i=1}^N t_{xi} / N, \quad (3.12)$$

де t_{xi} - час появи несправності i -го пристрою при зберіганні.

Досвід експлуатації показує, що ймовірність безвідмовної роботи пристроїв, що попередньо піддаються тривалому зберіганню, завжди нижче, ніж у випадку, коли вона надходила на експлуатацію, не піддаючись попередньому зберіганню.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1. Зміна коефіцієнта технічного використання і вартості запасних частин

Показником, що характеризує, експлуатаційну надійність бурякозбиральних комбайнів є сезонне напрацювання. Аналіз сезонного напрацювання бурякозбиральних комбайнів Holmer в господарствах Київської області, виявленої за даними бухгалтерського обліку і монтажних доповідей сервісних механіків, штатних приладів, встановлених в комп'ютерних блоках, представлений на рисунку 4.1.

Встановлено, що в найбільшій кількості господарств сезонне напрацювання комбайнів становить 850 - 900 мото.годин або 600 - 630 га, потенційні можливості комбайнів реалізовані на 60-65%.

У перших числах початку збирання без внесення умов квотування заводів, бурякозбиральні комбайни використовуються цілодобово, при цьому напрацювання комбайна досягає 20...25 га/добу. При внесенні квот добова продуктивність зменшується до 7,5 - 10 га/добу в залежності від її значення, рис. 4.2. При високих температурах навколишнього повітря господарства, як правило, не ведуть прибирання. Це пов'язано зі значними втратами маси коренеплодів в разі вимушеного польового кагатування. Додаткове кагатування зумовлює зростання витрат.

Напрацювання на відмову бурякозбиральних комбайнів зі збільшенням термінів їх служби знижується і коливається від 155...190 до 85...120 га, рис. 4.3.

При цьому коефіцієнт технічного використання знижується, а відносна вартість запасних частин на відновлення працездатності комбайна до його первісної вартості різко зростає, рис. 4.4.

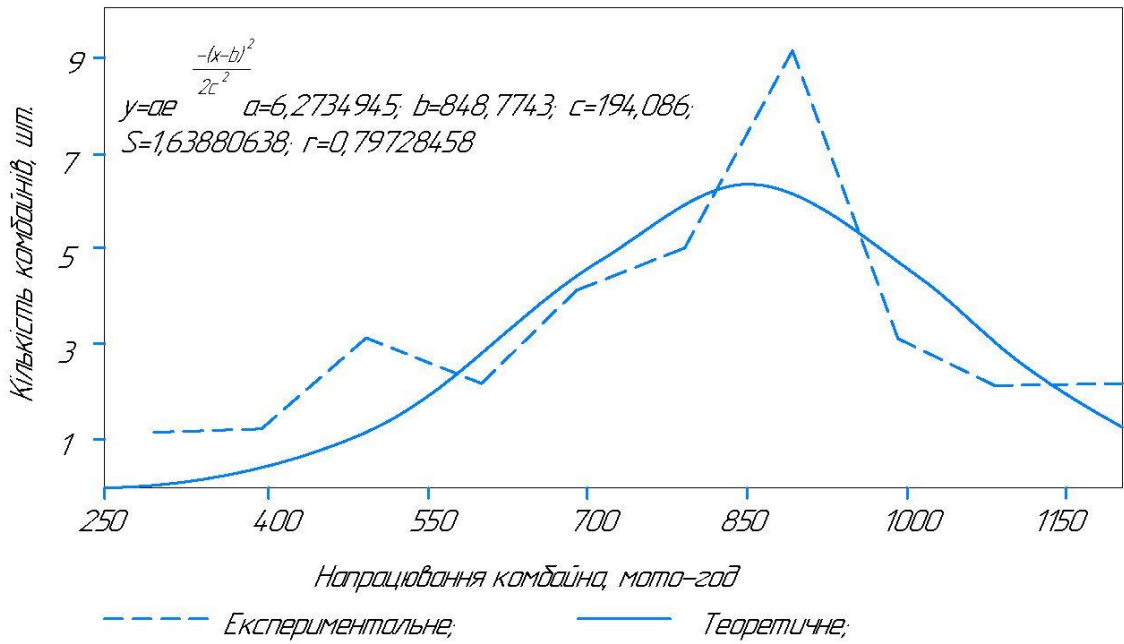


Рис. 4.1 - Розподіл сезонного напрацювання бурякозбирального комбайна.

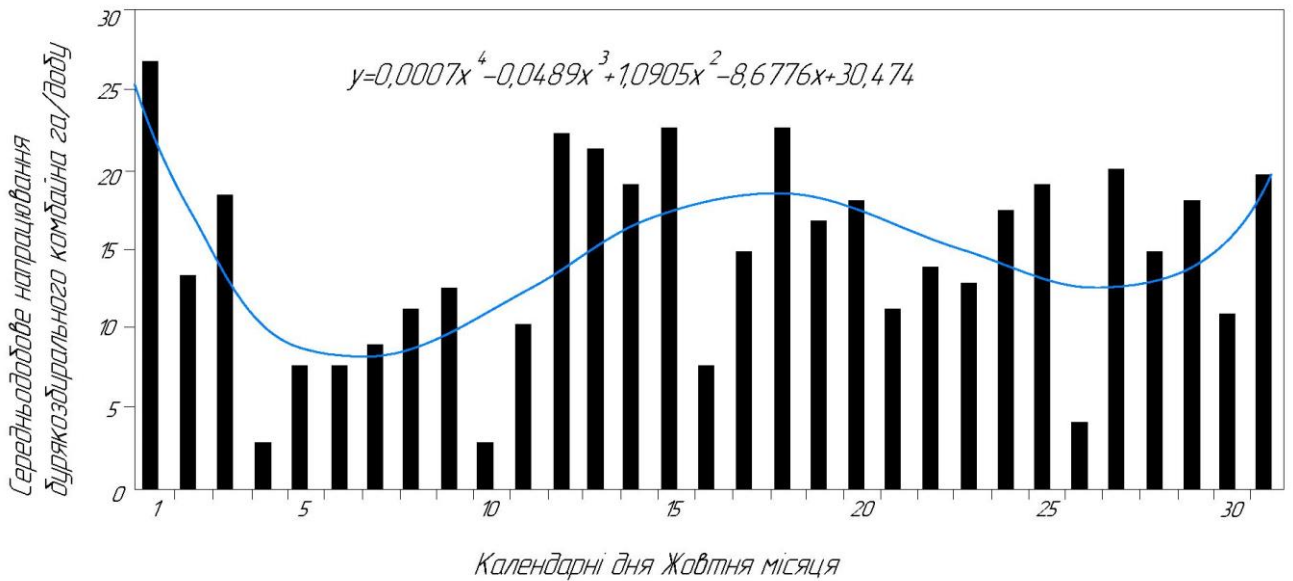


Рис. 4.2 - Середньодобове напрацювання одного комбайна Holmer.

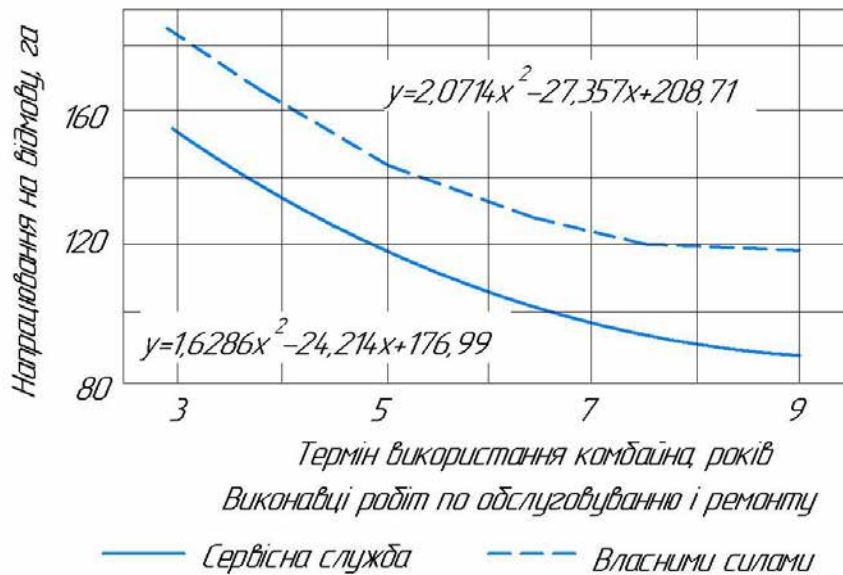


Рис. 4.3 - Напрацювання на відмову бурякозбирального комбайна Holmer з урахуванням строків служби і технічного сервісу.

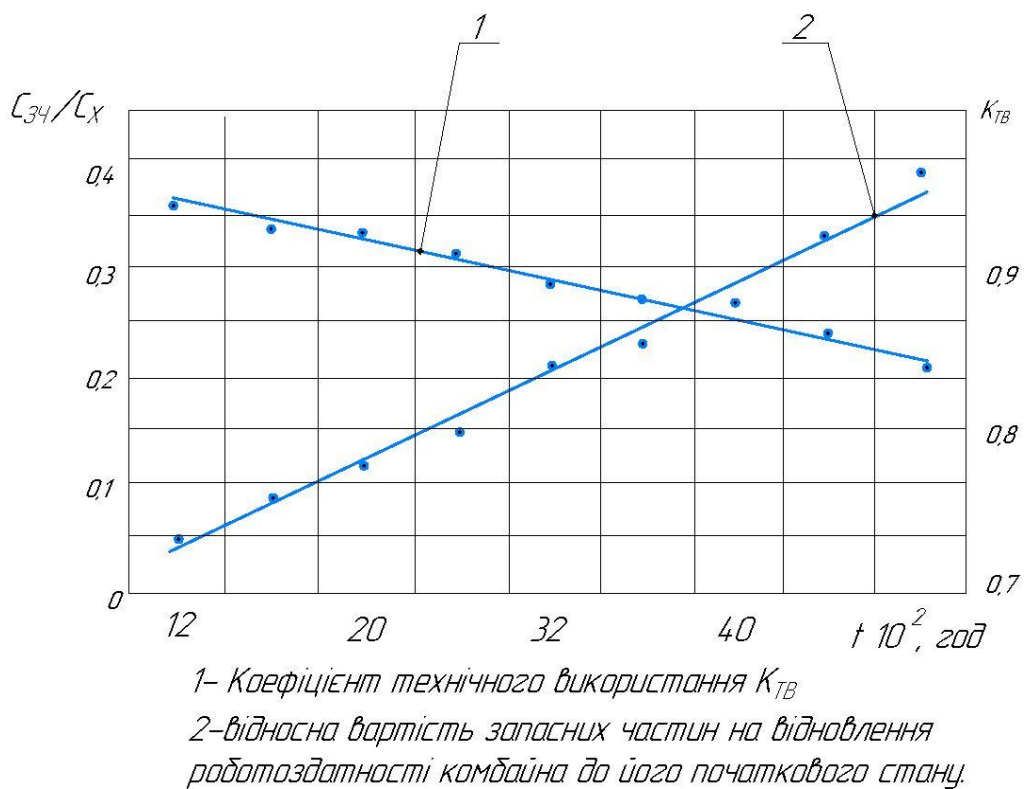


Рис. 4.4 - Зміна коефіцієнта технічного використання (КТА) від відносної вартості запасних частин на відновлення працездатності до його первісної вартості комбайна в залежності від напрацювання.

Бурякозбиральний комбайн - техніка сезонного застосування. час їх експлуатації не перевищує 2-3 місяці. Решта 9-10 місяців комбайн знаходяться на зберіганні.

Несправності при зберіганні виникають не тільки під впливом зовнішніх фізичних факторів, а й в більшості своїй через несанкціоноване зняття деталей і вузлів стороннім персоналом (крадіжка). Великої шкоди завдають і гризуни, руйнуючи, як правило, ізоляцію електричних джгутів, обмоток реле, освітлювальних приладів і ін.

Основними причинами відмов при зберіганні, крім згаданих є: окислення електричних з'єднань, закупорка повітряних, паливних, масляних і мастильних магістралей, зависання електрогідравлічних клапанів, відмови датчиків, дисплеїв, збій програм комп'ютерів, витяжка ременів, ланцюгів і ін.

Відмови, що виникають при зберіганні виявити, як правило, не представляється можливим. Їх виявляють в період підготовки комбайнів до збирання, тобто при дефектації.

Аналіз справного стану 4 комбайнів Holmer при зберіганні виконаний урахуванням умов їх зберігання в господарствах Київської області показав, що ймовірність справного стану комбайнів Holmer не перевищує значення $P(x) = 0,86.. .0,89$.

4.2. Розподіл продуктивності і коефіцієнта використання експлуатаційного часу зміни при різних схемах ТО

Досліджувався вплив видів обслуговування комбайнів на показники його використання:

- комбайни обслуговувалися працівниками і засобами господарства;
- комбайни обслуговувалися сервісною службою.

Слід зазначити, що на нові комбайни поширюється гарантія, протягом якої в обов'язковому порядку його обслуговує і усуває відмови сервісна служба організації, що продала комбайн господарству. У наступні роки господарства

можуть укласти договори на подальше обслуговування або обходитися своїми силами. На практиці виявлена така послідовність, що при відмовах I групи складності і II групи складності, господарства намагаються усунути їх своїми силами. Але якщо при відмовах I групи складності господарства справляються самі, то при II групі і III групі складності їм доводиться викликати сервісну службу, так як для усунення відмов потрібно додаткове діагностується обладнання та кваліфіковані фахівці.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що експлуатаційна продуктивність комбайнів, що обслуговуються персоналом господарства, за 1 годину роботи варіює від 0,51 до 1,0 га, а обслуговувані сервісною службою - від 1,0 до 2,0 га, рис. 4.5.

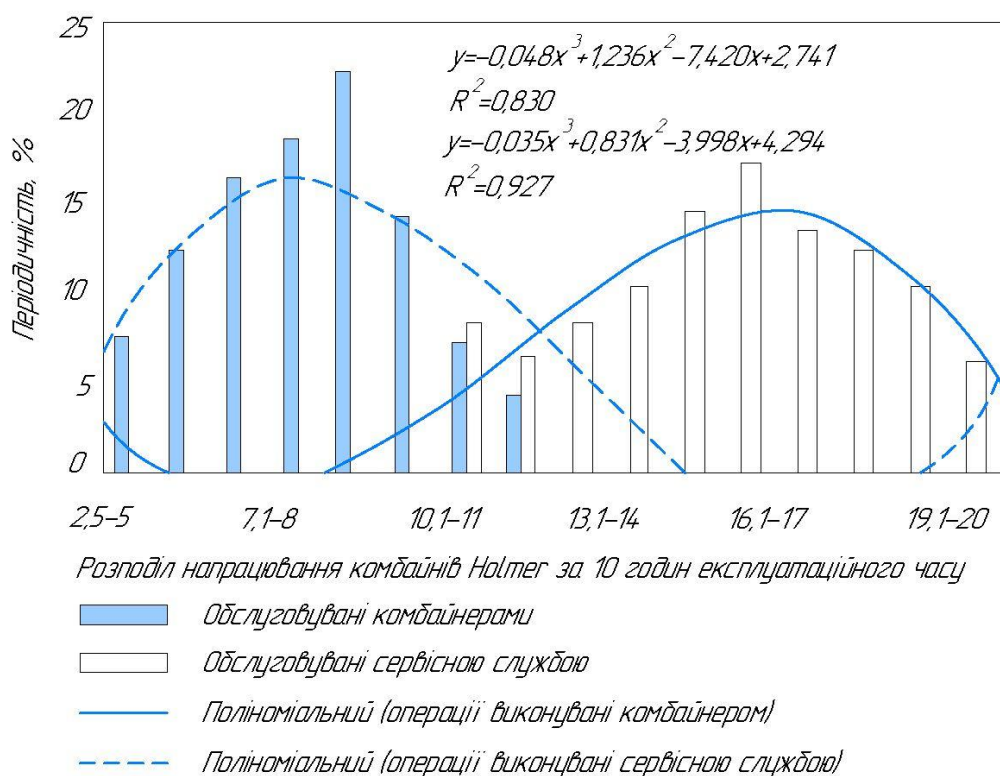


Рис. 4.5 - Розподіл експлуатаційної продуктивності комбайнів Holmer, що обслуговуються персоналом господарства (комбайнерами) і сервісною службою.

Коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни при роботі комбайнів, що обслуговуються персоналом господарства, знаходиться в

інтервалі 0,5.0,55, (гістограма 1) рис. 4.5. Ці обставини викликані в основному низькою кваліфікацією виконавців і недоліком спеціалізованого інструмента, приладів і ін. Коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни при обслуговуванні комбайнів сервісною службою дилера становить 0,60...0,70, рис. 4.5. Аналіз графічного матеріалу показує, що обслуговування комбайнів сервісними службами дилера більш ефективно і забезпечує зростання експлуатаційної продуктивності. Напрацювання на відмову підвищується до 120...190 га.

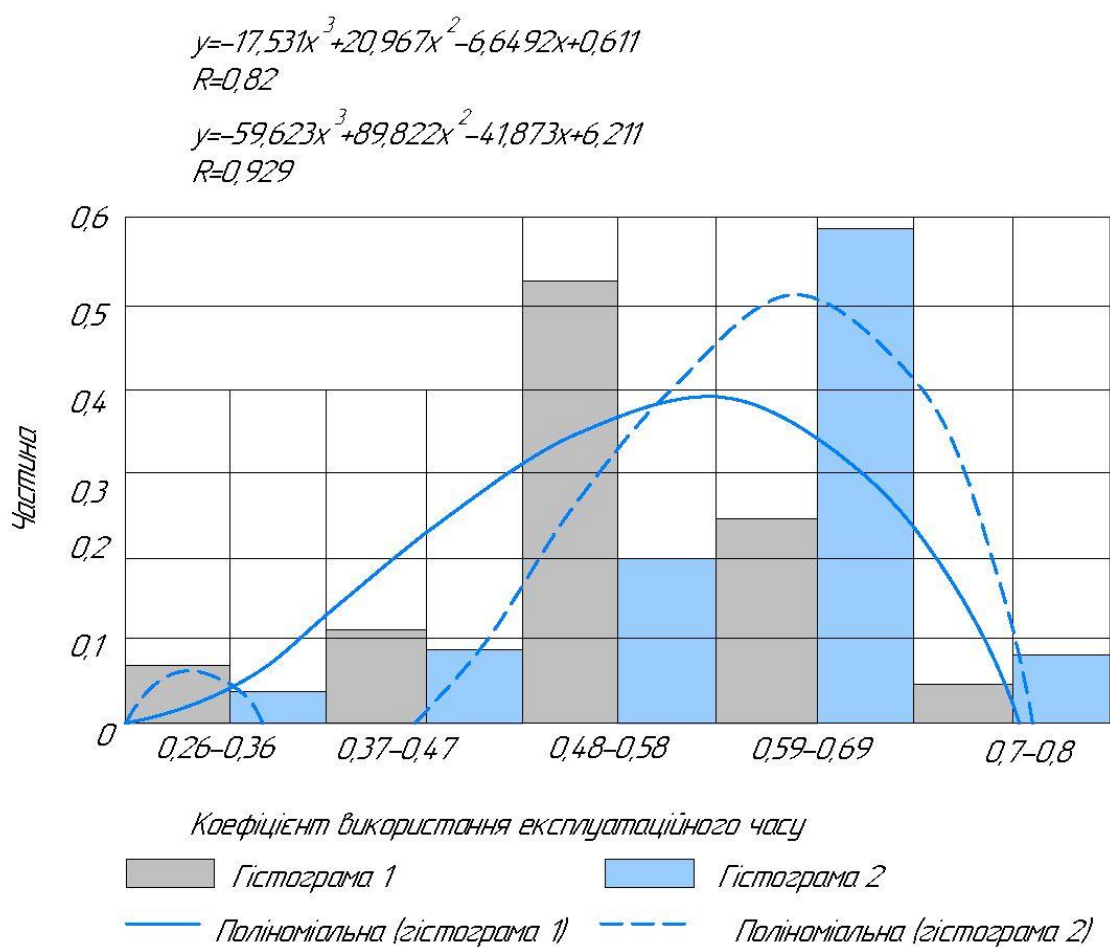


Рис. 4.6 - Коефіцієнта використання експлуатаційного часу зміни бурякозбиральний комбайн Holmer в господарствах при обслуговуванні персоналом господарств (1) і сервісної служби (2).

4.3. Зв'язок коефіцієнта готовності збиральної техніки з термінами постачання запасних частин та фінансові втрати від простоїв

Стосовно до конкретної моделі, щодо кращих світових зразків бурякозбиральних комбайнів, прийнято розрізняти "високий", "середній", або "низький" рівень експлуатаційної надійності, які характеризуються певними значеннями показників надійності.

Прогресивні значення найважливіших показників експлуатаційної надійності бурякозбиральних комбайнів становлять: середній час T_{cp} (год.) між зупинками комбайнів через ремонти, $T_{cp}=120-200$ год.; середній час одного ремонту $T_{рем}=3.6$ год. У вітчизняній практиці $T_{рем}=40-100$ год, $T_{рем}=5-20$ днів.

Простежується безпосередній вплив характеристик експлуатаційної надійності на такі найважливіші показники роботи бурякозбиральних комбайнів як експлуатаційна економічність і експлуатаційна продуктивність. Причому в складі експлуатаційної економічності істотними є втрати від простою машин з технічних причин, що в вітчизняній практиці не враховується.

Відповідно до методики визначені втрати від простоїв бурякозбиральних комбайнів з технічних причин і коефіцієнт готовності, рис. 4.7.

Характеристики надійності також впливають на економічно доцільний термін служби комбайнів і його ціну при продажі після певного терміну застосування. Можна стверджувати, що характеристики експлуатаційної надійності в порівнянні з іншими характеристиками комбайна мають найбільший вплив на успіх діяльності споживача цієї машини.

Вони є найважливішими показниками споживчої цінності комбайнів.

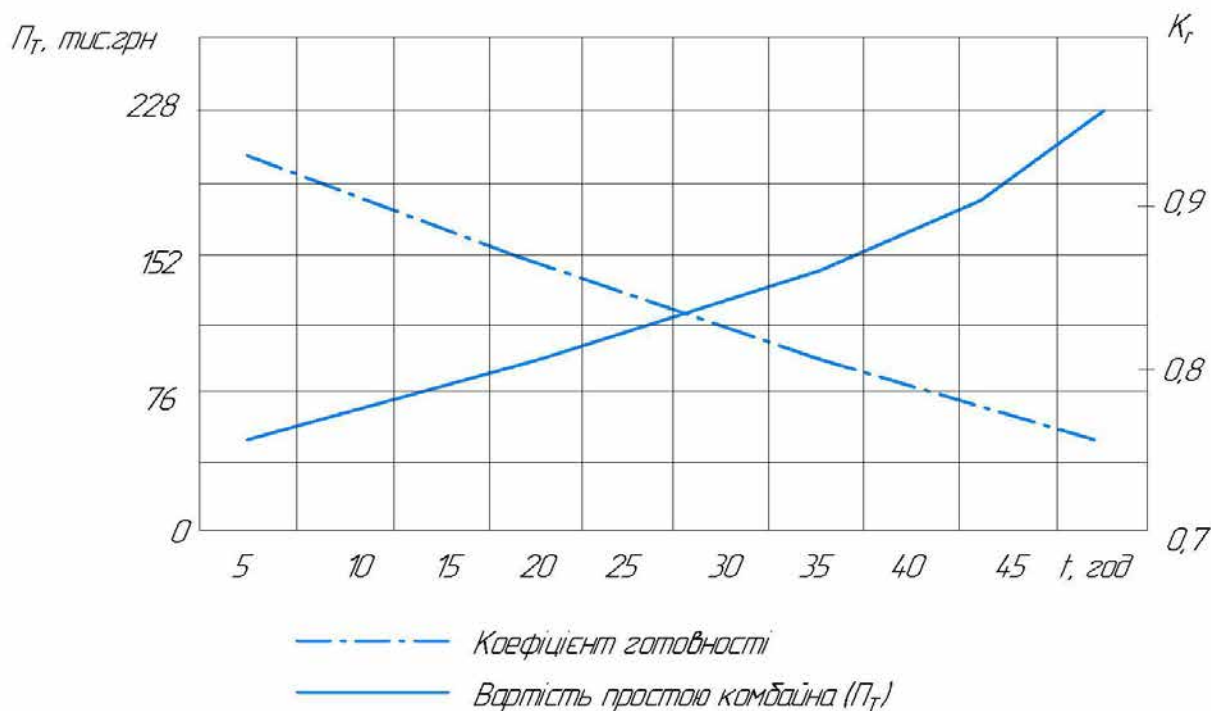


Рис. 4.7 - Зміна коефіцієнта готовності (1) і вартості втрат від (Pt) простою комбайна.

4.4. Вплив факторів на продуктивність, коефіцієнт готовності комбайна та економічні показники діяльності сервісних центрів

Для обслуговування комбайнів сервісна служба повинна бути якісно укомплектована. Виїзна бригада, з техніки безпеки і виходячи з вимог заводу-виробника при обслуговуванні комбайнів, складається з 2-х чоловік і сервісного автомобіля. Автомобілі, позначаються логотипами фірми з контактною і рекламною інформацією. Оснащуються всім необхідним інструментом, для обслуговування і ремонту різної складності.

Крім слюсарно-монтажного інструменту в автомобілі повинен знаходитися інструмент спеціального призначення. З його допомогою скорочується час ремонту, обслуговування, знижується ризик пошкодження деталі при монтажі, демонтажі, виконання робіт стає більш безпечним.

Сервісний центр повинен мати достатню кількість сервісних автомобілів для забезпечення роботи в сезон.

Обов'язковою складовою на підприємстві займаються технічним обслуговуванням і ремонтом комбайнів, є наявність ліцензійних програм комп'ютерного діагностування.

Рекомендований перелік слюсарно-монтажного інструменту і приладів для однієї сервісної бригади з обслуговування комбайнів Holmer представлений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Перелік інструментів та приладів

№	Найменування	Од.	К-сть
1	Набір слюсарних інструментів	к-сть	1
2	Набір динамометричних ключів	к-сть	1
3	Різьбонарізний інструмент	к-сть	1
4	Вимірювальний інструмент	шт.	1
5	Пневмогайкокрут	шт.	1
6	Таль ручна 500кг	шт.	1
7	Набір заглушок гідравліки	к-сть	2
8	Вакуумна помпа для гідравліки	шт.	1
9	Набір манометрів (60. 600кг/см ²)	к-сть	1
10	Пристрій регулювання клапанів MAN	шт.	1
11	Діагностичне пристрій двигуна MAN Cats	шт.	1
12	Ноутбук з базою даних відмов і каталогів, схем, програмним забезпеченням	шт.	1
13	Подовжувач провід (220В, до 5 кВт)	м	30
14	Електродріль 220В	шт.	1
15	Шурупокрут 14В	шт.	1
16	Відрізна машинка мала 220В	шт.	1
17	Мультиметр	шт.	1
18	Паяльник електричний 220 В	шт.	1
19	Перетворювач напруги 12/24/220В	шт.	1
20	Лампа переносна 24В	шт.	1
21	Набір електрика	к-сть	1

Економічні показники діяльності сервісних підприємств залежать від кваліфікації сервісних механіків, рис. 4.8. На графіку видно, що фактичний прибуток підприємства досягає потенційно можливої (планової) лише в тому випадку, коли сервісний механік пропрацює на підприємстві 3 і більше років. Малодосвідчені механіки нездатні кваліфіковано виконувати технологічні операції і процес обслуговування в цілому, про що свідчать штрафні санкції з боку споживача за неякісні й несвоєчасні роботи. Причому є випадки, коли вони не справляються з-за складності робіт зі своїми функціями. Підприємство в цьому випадку змушений залучати фахівців із суміжних областей і спеціальностей, тобто явно простежується упущена вигода.

Коефіцієнт готовності комбайнів також тісно пов'язаний з кваліфікацією сервісних механіків, рис. 4.9. Причому більш кваліфіковані сервісні механіки виконують, як правило, більший обсяг робіт і з кращою якістю. Це значно покращує економіку підприємств, рис. 4.8.

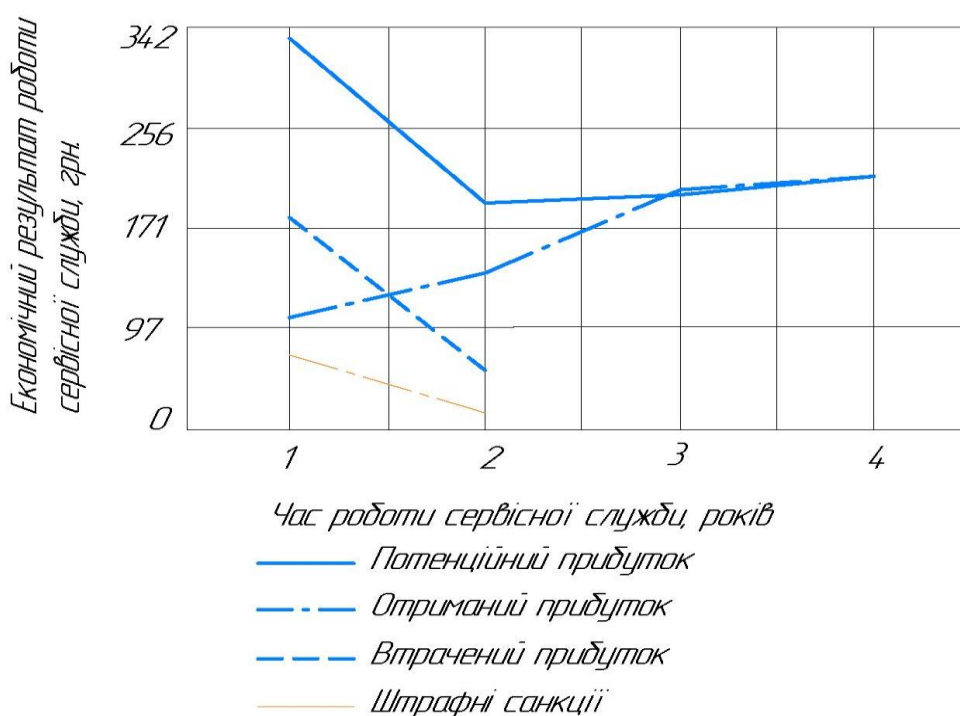


Рис. 4.7 - Економічні результати роботи сервісної служби в розрахунку на одне обслуговування одного комбайна Holmer.

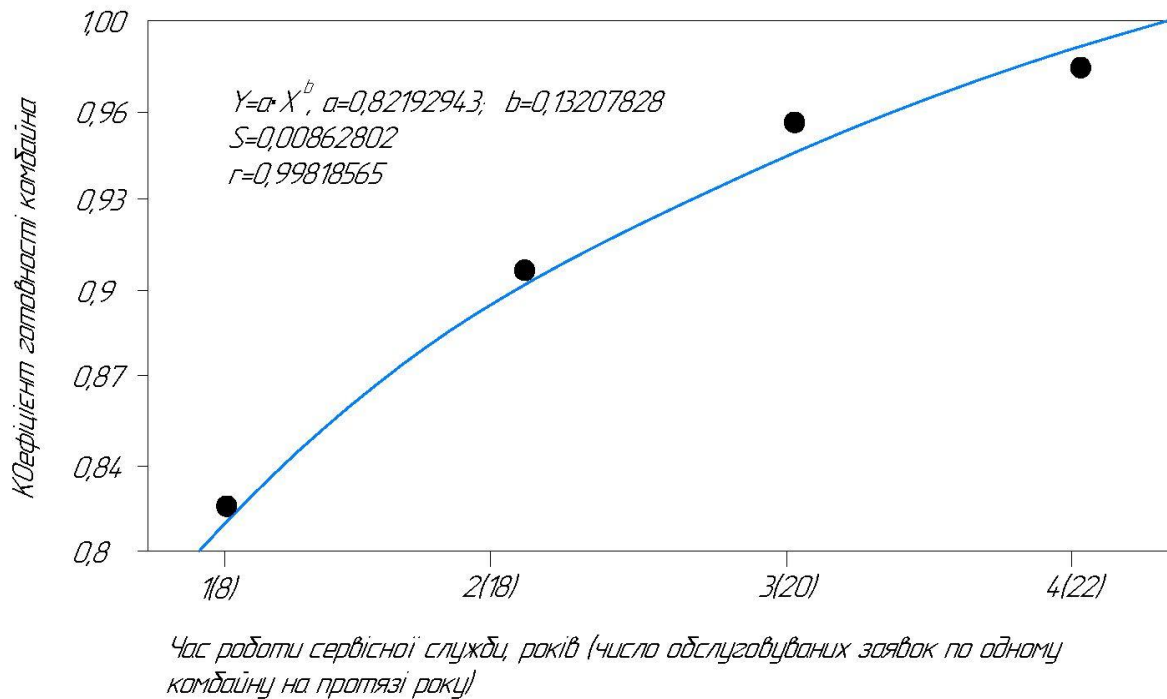
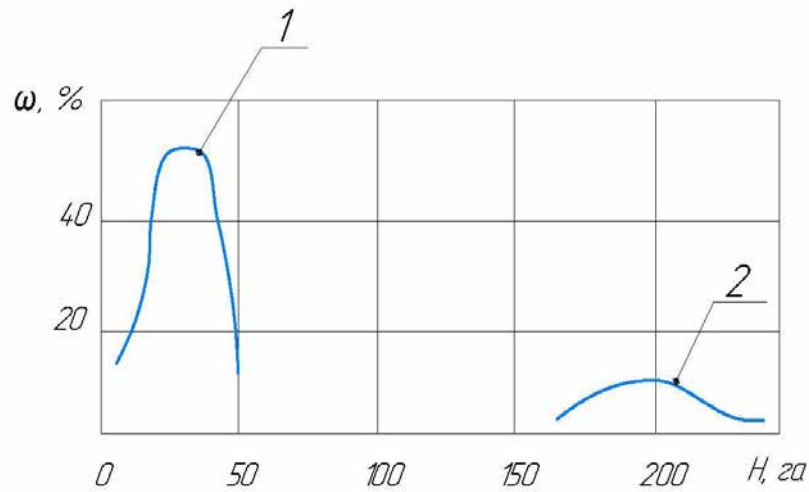


Рис. 4.8 - Коефіцієнт готовності комбайнів Holmer, обслужених бригадами сервісної служби.

4.5. Показники роботи бурякозбиральних комбайнів

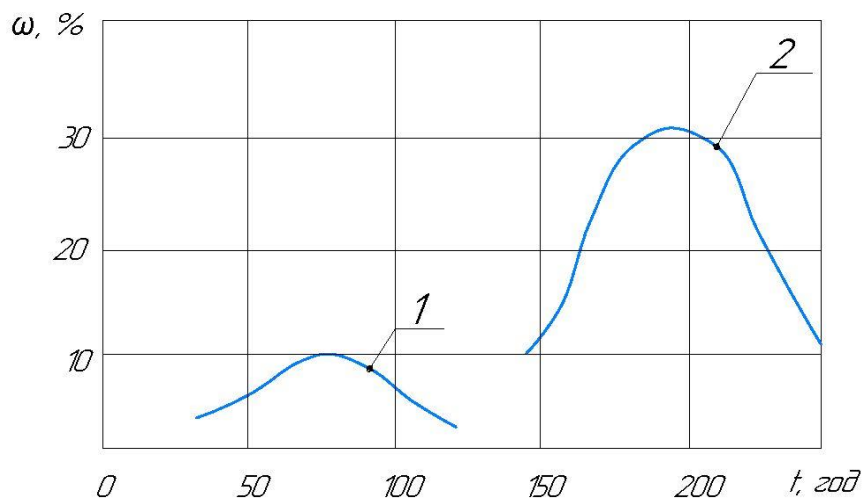
Система управління роботою комбайна Holmer передбачає як ручне управління, так і автоматичний режим. В ході експериментальних досліджень вивчено розподіл наробітку на технологічний відмову в залежності від способу налаштування технологічних параметрів, а також розподіл частоти появи помилок управління, побічно характеризує технологічну надійність програмного забезпечення.

Встановлено, рис. 4.9, що напрацювання на технологічну відмову при ручному управлінні не перевищує 30...50 га, тоді як при автоматичних режимах цей показник знаходиться в інтервалі 180-210 га. Помилкові спрацьовування інформаційних систем рис. 4.10, спостерігаються в інтервалі 70..90 годин.



1 - ручна; 2 - автоматична.

Рис. 4.9 - Розподіл напрацювання на технологічні відмови в залежності від способу налаштування параметрів.



1 - помилкові; 2 - дійсно відповідні.

Рис. 4.10 - Розподіл частоти появи помилок управління.

Ця обставина вказує на те, що спочатку на стадії проектування в системі програмного забезпечення є помилки. Крім того перевірка програм на працюючому комбайні не усуває виникаючих проблем. Зміна програмного забезпечення пов'язані, як правило, з додатковими витратами. Так, наприклад, коригування програмного забезпечення роботи двигуна MAN, встановленого на комбайні, вимагає додаткових вкладень в сумі 100...120 тис. грн. Завод -

виробник двигунів є в цьому відношенні монополістом і не дає сервісним механікам Holmer дозволів на усунення відмов.

Вихід технологічних параметрів за поле допуску викликає зростання втрат коренеплодів, збільшення обсягу ґрунту на сепаруючій поверхні, погіршення зрізу верхньої частини коренеплоду від залишків гички, таблиця 4.2.

Таблиця 4.2

Показники якості збирання коренеплодів при виході технологічного параметра за допустимі межі.

Показник	Значення показника	
	При правильному налаштування	При виході параметра за допустимі межі
Сумарні втрати коренеплодів,%	0,9-1,1	4,6-5,2
Забрудненість купи рослинними залишками,%	0,3-0,5	2,1-3,3
Забезпечення нормального зрізу,%	94-96	84-88
Відсоток збільшення подачі ґрунту на сепаруючі поверхні (Орієнтовно),%	-	15-25

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ САМОХІДНИХ КОМБАЙНІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Річний економічний ефект, що утворюється від використання результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт визначено за допомогою процедур порівняння в просторі і в часі. Порівняння в часі передбачає зіставлення результатів господарської діяльності організації до початку і після застосування результатів наукової роботи. Порівняння в просторі ґрунтується на зіставленні економічних показників діяльності організацій, які застосовують, і організацій, що не використовують науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

Річний економічний ефект від використання результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт визначений методами переваги в прибутку і виграшу в собівартості на основі умовно-постійних витрат.

Річний економічний ефект (E) стосовно методу переваги в прибутку можна представити в наступному вигляді:

$$E = \Delta\Pi, \quad (5.1)$$

де $\Delta\Pi$ - прибуток за рік, грн.

Вихідні дані для розрахунку річного економічного ефекту методом переваги в прибутку отримані на прикладі фірми компанії «TITAN MACHINERY UKRAINE» що є офіційним дистриб'ютором сільськогосподарської техніки кращих світових брендів, яка виконує гарантійне та післягарантійне обслуговування бурякозбиральних комбайнів Holmer Terra Dos в господарствах України, витрати на обслуговування яких за даними на 2023 рік представлено в таблиці 5.1.

Використовуючи дані таблиці 5.2, маємо в першому наближенні:

$$E_c = \frac{24170 - 19710}{6} = 4160 \text{ грн.}$$

Використання результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт дозволяє організації що надає послуги з сервісу

комбайнів отримати річний економічний ефект на рівні $E_c = 4160$ грн. на 1 комбайн.

Таблиця 5.1

Розцінки на виконання робіт.

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Ціна. грн.
1	Вартість роботи сервісного персоналу для проведення ремонтних робіт (не залежно від кількості осіб)	1 год.	912
2	Вартість роботи сервісного персоналу для проведення дефектації сільськогосподарської техніки	1 дефектація	1824
3	Вартість виїзду сервісного персоналу до місця виконання робіт (відстань від м Вінниці до місця виконання робіт):		
4	- до 100 км	1 виїзд	980,4
	- від 101-до 200 км	1 виїзд	1915,2
	- від 201 до 300 км	1 виїзд	2674,8
5	Вартість проживання 1 чоловіка	1 доба	456

Розрахунки виконаємо на уявному підприємстві за даними вказаними в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Результати виробничої діяльності уявного підприємства за 2022-2023 рр.

Показник	2022 р	2023 р
Кількість обслуговуваних комбайнів, шт.	6	6
Число обслуговуючих каналів, шт.	1	2
Число обслугованих заявок, шт.	90	101
Фактичний прибуток, тис. грн.	19,71	24,17

Величина річного економічного ефекту у споживача (E_T), при раціональному проведенні технічного обслуговування одного комбайна за сезон складе більше 4100 грн., за рахунок зниження втрат коренеплодів на 4,1%, засміченості купи рослинними залишками на 2,8% і економії заробітної плати комбайнерів за рахунок скорочення тривалості часу збирання наявної площі цукрових буряків. Зниження витрат на гарантійне та післягарантійне обслуговування на 19,5% зумовлено підвищенням професійних навичок сервісних механіків, ефективністю роботи інформаційно-консультаційної служби, що дозволяє скоротити виїзди сервісних бригад на 10...15% і більше.

У магістерському дослідженні розглядалося три способи зберігання комбайнів. Для техніко-економічного обґрунтування використовувався метод порівняння цих способів.

Річну економію ΔC , тобто різниця експлуатаційних витрат (безумовно постійних витрат) C_1 і C_2 на утримання техніки в розрахунку на одиницю напрацювання (або на одну машину) по порівнюваним способам зберігання обчислюють так:

$$\Delta C = (C_2 - C_1) \cdot A_2 = [(C_{P2} - C_{X1}) - (C_{P1} - C_{X2})] \cdot A_2, \quad (5.2)$$

де A_2 - обсяг механізованих робіт (га, т-км).

Річний економічний ефект E визначають як різницю приведених витрат на утримання техніки в розрахунку на одиницю напрацювання (або на одну машину) по порівнюваним способам зберігання:

$$E = (Z_2 - Z_1) \cdot A_2 = [(C_{P2} - C_{X2} + E_H K_2) - (C_{P1} - C_{X2} + E_H K_1)] \cdot A_2,$$

За даними таблиць (додатки А) і за формулами (5.2, 5.3) розраховувалася річна економія ΔC і річний економічний ефект E , отримані результати наведені в таблиці 5.3 на один комбайн.

Аналізуючи отримані дані можна сказати, що найбільший економічний ефект досягнутий при зберіганні комбайнів під навісом. При такому зберіганні найбільша економія коштів на запасні частини, підготовку до зберігання і зниження витрат на ремонт, рис. 5.1, 5.2.

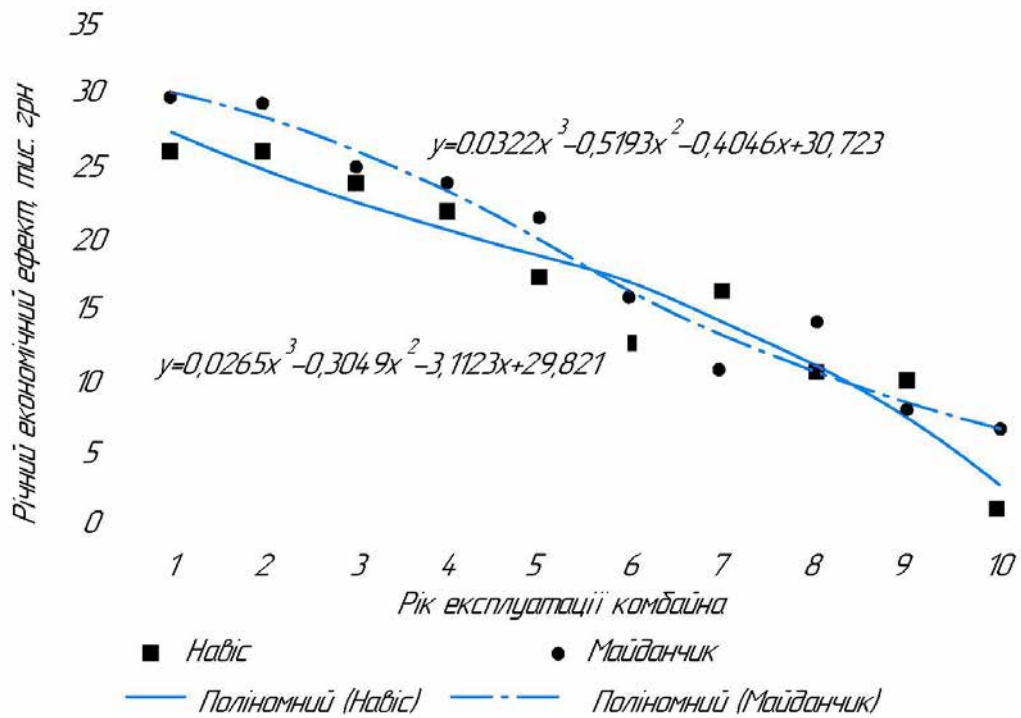


Рис. 5.2 - Зміна річного економічного ефекту від терміну служби комбайна.

Згідно з розрахунками термін окупності коштів зберігання склав: під навісом - 4,06 року, на критій стоянці - 6,44 року.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз використання бурякозбиральних комбайнів свідчить про те, що їх потенційні можливості, закладені в конструкції, реалізуються на 60...65%, при цьому сезонне напрацювання становить 800 - 900 мотогодин або 600 - 630 га, а коефіцієнт технічного використання $K_{me}=0,84.0,9$. Зростання матеріальних засобів на відновлення працездатності комбайнів досягає 40% від первісної вартості при напрацюванні до 5000 мотогодин. У зв'язку з цим актуальність підвищення експлуатаційної надійності і економічності не викликає сумнівів.

2. В ході теоретичних досліджень запропоновані аналітичні залежності: для аналізу режимів навантаження бурякозбиральних комбайнів і встановлення їх взаємозв'язку з показниками надійності; розрахунку вартості втрат продукції, пов'язаних з помилками управління; для обґрунтування технологічних процесів обслуговування і зберігання комбайнів; по обґрунтуванню кількості обслуговуючих ланок для надання послуг з технічного сервісу; визначення коефіцієнта готовності комбайна у взаємозв'язку з достатністю запчастин, інструменту та приладів, наявністю запчастин на складі дилера і термінами їх поставки для відновлення працездатності комбайнів.

3. Запропонована система технічного сервісу забезпечує підвищення експлуатаційної продуктивності комбайна до 2 га/год., замість 0,51 - 1,0 га/год., і коефіцієнта використання експлуатаційного часу до $K_{сч}=0,7$. Подальше підвищення коефіцієнта готовності комбайнів до рівня $K_r=0,95 - 0,96$ пов'язано з підвищенням кваліфікації сервісних механіків, своєчасною доставкою запчастин і їх наявністю на складі дилера. При цьому сезонне напрацювання комбайнів становить не менше 1100 - 1200 га.

4. Вихід технологічних параметрів за поле допуску обумовлює значне зростання сумарних втрат коренеплодів, засміченості купи, погіршує умови досягнення нормального зрізу і збільшує подачу ґрунту на се паруючі органи.

5. Найбільш ефективний автоматичний режим управління, що забезпечує підвищення напрацювання на технологічний відмову в 4...6 разів у порівнянні з ручним режимом. Наявність помилкових спрацьовувань в інформаційних

системах і їх поява пов'язана з наявністю в програмному забезпеченні помилок, закладеному при проектуванні.

6. Імовірність справного стану комбайнів Holmer при зберіганні не перевищує значення $P(x)=0,86...0,89$. Найбільший економічний ефект досягнутий при зберіганні комбайнів під навісом. При такому зберіганні найбільша економія коштів на запасні частини, підготовку до зберігання і зниження витрат на ремонт. Згідно з розрахунками термін окупності коштів зберігання склав: під навісом - 4,06 року, на критій стоянці - 6,44 року.

7. Використання результатів досліджень дозволяє організаціям, що надають послуги технічного сервісу комбайнів Holmer отримувати річний економічний ефект в сумі 4050 грн. на один комбайн. Споживач сервісних послуг (товаровиробник) отримує річний економічний ефект, при раціональному проведенні технічного обслуговування одного комбайна за сезон, більше 4.1 тис грн., За рахунок зниження втрат коренеплодів на 4,1%, засміченості купи рослинними залишками на 2,8% і економії заробітної плати комбайнерів за рахунок скорочення тривалості часу збирання наявної площі цукрових буряків.

8. Зниження витрат на гарантійне та післягарантійне обслуговування на 19,5% обумовлено підвищенням професійних навичок сервісних механіків, ефективністю роботи інформаційно-консультаційної служби, що дозволяє скоротити виїзди сервісних бригад на 10...15% і більше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамчук В. В. Стан наукового забезпечення механізації сільського господарства в Україні. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке: УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого, 2009. Вип. 13., кн. 1. С. 21–29.
2. Комплексна механізація буряківництва: Навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, М.Я. Дмитришак, Р.В. Шатров та ін. За ред. В.Д. Гречкосія, М.Я. Дмитришака. – К: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015.
3. Підгурський М. І. Методи прогнозування ресурсу несучих і функціональних систем бурякозбиральних комбайнів автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2007. 36 с.
4. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Державної цільової програми реалізації політики в агропромисловому комплексі на період до 2020 року" №785 від 30.05.2007р.
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2007 року № 1158 «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року».
6. Пустовіт С. В. Підвищення ефективності роботи зернозбирального комбайна : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. С. В. Пустовіт. Вінниця, 2013. 19 с.
7. Пустовойтенко С. В. Забезпечення якості послуг в автосервісі на основі оптимізації виробничих процесів: Дис... канд. техн. наук: 05.13.22. Національний транспортний ун-т. Київ. 2002. 178 с.
8. Рибак Т. Прогнозування ресурсу роботи мобільних сільськогосподарських машин. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке, 2004. Вип. 7. С. 149-161.
9. Розора І. В. Моделювання випадкових процесів та полів із даною точністю та надійністю: Дис... канд. фіз.-мат. наук 01.01.05 теорія ймовірностей і математична статистика. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ. 2005. 126 с.

10. Савченко В. Б. Забезпечення надійності сільськогосподарських машин і технологічних комплексів: дис. ... канд. техн. наук. 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Харківський державний технічний університет сільського господарства. Харків. 2001. 156 с.

11. Ткаліч О. П. Методика визначення оптимального періоду проведення технічного обслуговування повітряних суден вітчизняного виробництва. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Національний авіаційний університет. Київ, 2007. 130 с.

12. Яцковський В. І. Удосконалення віброакустичного методу діагностування паливної апаратури автотракторних дизелів: Дис... канд. техн. наук 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Вінницький державний аграрний університет. Вінниця, 2006. 160 с.

13. Роговський І. Л. Обґрунтування періодичності профілактичних регулювань або замін деталей при технічному обслуговуванні сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2003. Вип. 20. С. 346–352.

14. Роговський І. Л. Обґрунтування періодичності проведення профілактичних заходів технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2003. Вип. 21. С. 366–373.

15. Роговський І. Л. Аналітичні дослідження обґрунтування періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. 2003. Вип. 33. С. 209–215.

16. Роговський І. Л. Удосконалення технології технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2003. Вип. 16. С. 123–127.

17. Роговський І. Л. Аналіз форм процесу технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Механізація виробничих процесів рибного господарства, промислових і аграрних підприємств. Керч. 2004. Вип. 5. С. 278–285.

18. Роговський І. Л. Фактична періодичність проведення технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2004. Вип. 23. С. 338–342.

19. Роговський І. Л. Методичне обґрунтування періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Львівського державного аграрного університету. Серія: агроінженерні дослідження. Дубляни. 2004. Вип. 8. С. 149–157.

20. Роговський І. Л. Показники технічного стану зернозбиральних комбайнів і послідовність їх визначення при технічному обслуговуванні. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2004. Вип. 73. С. 192–197.

21. Роговський І. Л. Аналітичне визначення факторів впливу на коефіцієнт готовності сільськогосподарських машин в системі їх технічного обслуговування. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. Вип. 35. С. 224–228.

22. Роговський І. Л. Відмови зернозбиральних комбайнів в умовах рядової експлуатації та їх класифікація. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2005. Вип. 80. С. 200–206.

23. Роговський І. Л. Пристосованість до технічного обслуговування кормозбирального комбайна. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 36. С. 39–44.

24. Роговський І. Л. Безвідмовність складальних одиниць сільськогосподарських машин при поступових відмовах. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 37. С. 67–71.

25. Гуков Я. С. Наукове забезпечення формування державної політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2008. Вип. 92. С. 13–25.

26. Агєєва І. В. Розвиток системи інженерно-технічного обслуговування. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2007. Вип. 54. С. 160–168.

27. Демко О. А. Вплив кваліфікації операторів на ефективність використання машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип. 134, Ч.2. С. 159–169.

28. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.11 Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ, 2007. 36 с.

29. Войтюк В. Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Мелітополь, 2012. 39 с.

30. Волк М. О. Методи та засоби розподіленого імітаційного моделювання електронних систем: дис... канд. техн. наук 01.05.02 Математичне моделювання та обчислювальні методи. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки. Харків, 1999. 189 с.

31. Волох О. П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням: Дис... канд. техн. наук: 20.02.14 Озброєння і військова техніка. Військовий інженерний інститут Подільського державного аграрно–технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2006. 175 с.

32. Грабко В. В. Методи і пристрої для технічної діагностики та автоматичного керування силовим електрообладнанням: дис... д-р техн. наук: 05.13.05 Елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування. Вінницький національний технічний університет. Вінниця, 2004. 384 с.

33. Мартинишин Я. М. Організація ремонтно-технічного обслуговування в аграрних підприємствах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.04 Економіка та управління підприємствами. Миколаїв, 2009. 37 с.

34. Мигаль В. Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2003. 513 с.

35. Молодик М. В. Основні напрями досліджень з підвищення надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації, відновленні і ремонті. Вісник аграрної науки. 2010. № 5. С. 110–113.

36. Молодик М. В. Оцінювання надійності машин при експлуатації, технічному обслуговуванні і ремонті. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2008. Вип. 92. С. 381–389.

37. Молодик М. В. Теоретичні передумови оцінки впливу технічного обслуговування і ремонту на надійність машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. КИЇВ. 2010. Вип. 144, ч. 1. С. 75–80.

38. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві: монографія. Кіровоград: Код, 2009. 180 с.

39. Молодик М. В. Оцінка надійності електрообладнання зернозбиральних комбайнів. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2010. Вип. 94. С. 419–425.

40. Морозов В. І. Вивчення якості роботи кормозбиральних машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: Економічні науки. Харків: ХНТУСГ, 2017. Вип. 65. С. 166–171.

41. Норкін В. І. Стохастичні методи розв'язання задач неопуклого стохастичного програмування та їх застосування: Дис... докт. фіз.-мат. наук 01.05.01 Теоретичні основи інформатики та кібернетики. Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова. Київ. 1998. 250 с.

42. Серeda Л.П. Підвищення ефективності процесів збирання цукрових буряків шляхом модернізації бурякозбиральних машин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва" / Л.П. Серeda. - Вінниця, 1985. - 56-62 с.

43. Гарькавий А.Д., Серeda Л.П., Спирін А.В., Вільховий МІ. Обґрунтування рішень при модернізації технологій і оновленні парку машин // Вибрации в технике и технологиях. - Вінниця. - 2000. - № 3(15). - С. 10-13.

44. Іванов І.М. Подолянин. Моделювання копіювального гідропривода механізму підйому зрізуючого апарата гичкозбиральної машини // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. - 2002. - №11 - С. 236-240.

45. Погорілий М.Л. Технологічні і технічні аспекти вдосконалення бурякозбиральної техніки // Техніка АПК. -2000. - №1. -С. 14-18.

46. Подолянин І.М. Динамічні характеристики копіювального гідропривода механізму підйому зрізуючого апарата машини БМ-6АГ. Збірник матеріалів II-ої міжвузівської науково-практичної конференції аспірантів «Сучасна аграрна наука: напрямки досліджень, стан і перспективи» - Вінниця, ВДАУ - 2002 р - С. 172-173.

47. Подолянин І.М. Частотні характеристики гідравлічної системи керування положенням ріжучого апарата машини БМ6-АГ // Вибрації в техніці і технологіях. - Вінниця, 2003 р. - №3 (29) - С. 41-43.

48. Серета Л.П., Іванов М.І., Шаргородський С.А., Подолянин І.М. Удосконалення гичкозбиральних машин шляхом гідрофіксації привода переміщення гичкозрізувального апарата // Промислова гідравліка і пневматика - №3(17)-2007-С. 84-92.

49. Серета Л.П., Подолянин І.М. Аналіз і шляхи удосконалення гичкозбиральних апаратів // Вибрації в техніці і технології. - 2001. -№2(18) - С. 75-78.

50. Серета Л.П., Подолянин І.М. Стійкість гідравлічної системи керування положенням ріжучого апарата машини БМ-6АГ // Весник національного технічного університету України «КПІ». Машиностроєння. - Випуск 42. - 2002 - Т.2. - Київ, НТУУ «КПІ». - С. 69-72.

51. Синій С.В. Розробка і дослідження технологічного процесу збирання гички цукрових буряків механізмом стрічкового типу: автореф. дис.жанд. техн.. Наук: 05.20.01. Луцьк., 1996.

52. Машини для збирання цукрових буряків: конструкції та сучасні вимоги

53. / Інтернет ресурс/ Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу / Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/mashini-dlya-zbirannya-cukrovih->

54. buryakiv-konstrukciyi-ta-suchasni-vimogi

55. Роїк М. В. Буряки / М. В. Роїк. - К. : XXI вік-РІА ТРУД-КИЇВ, 2001. - 320 с.

56. Цукробурякове виробництво України: проблеми відродження, перспективи розвитку : [монографія] / [Саблук П. Т., Коденська М. Ю., Власов В. І. та ін.] ; за ред. П. Т. Саблука, М. Ю. Коденської. - К. : ННЦ ІАЕ, 2007. - 390 с.

57. Кліматичний Кадастр України (електронна версія) Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ, Центральна Геофізична Обсерваторія - Київ, -2018.

58. Адамчук В. В. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки / В. В. Адамчук, Г. Л. Баранов, О. С. Барановський. - К. : Аграрна наука, 2004. - 396 с.

59. Д.В. Борисюк, В.Й. Зелінський, А.В. Спирін, І.В. Твердохліб. Тенденції розвитку техніки для збирання цукрових буряків // вісник машинобудування та транспорту №2(6), 2017. С 28-33.

60. Балашов, А.В. Потреба в бурякозбиральних комплексах при квотованих поставках коренеплодів на цукровий завод [Текст] / А.В. Балашов // Цукрові буряки. - 2007. - С. 22 - 23.

61. Зносостійкість сплавів, відновлення і зміцнення деталей машин / Під загальною ред.В.С. Попова .- Вид. ВАТ Мотор Січ .- Запоріжжя, 2006 .- 420С.

62. Сігова В.І., Руденко П.В. Методи локальної поверхневої обробки деталей машин: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 218 с.

63. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник /за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. - Х.: "Міськдрук", 2010. -744 с.

64. Паладійчук Ю.Б, Зінєв М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду // Сучасні проблеми землеробської

механіки: збірник наукових праць XVIII міжн. наук. конф. (1618 жовтня 2017 р., м. Кам'янецьПодільський). Тернопіль : Крок, 2017. 240 с

65. Соловей Д. Ю., Білоусько Я. К. Аналіз кон'юктури ринку сільськогосподарської техніки в Україні. Економіка України. 2014. №1. С.40- 44.

66. Грицишин М., Перепелиця Н., Кужелюк А. Ринок тракторів в Україні. Пропозиція. 2015. № 4. С. 128132.

67. Сидорчук О. В., Котенко С. С., Василенко М. О., Кучерявий В. М. Проблеми технічного сервісу сільськогосподарської техніки. Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Т.2. Глеваха, 2014. Випуск 99. С. 299307.

68. Технічна механіка [Текст]: підруч. для студентів ВНЗ / Г. М. Калетнік, В. М. Булгаков, О. М. Черниш [та ін.]. - К.: Хай-Тек Прес, 2011. - 340 с.

69. Горячкин В.П. Собрание сочинений: В 3-х томах -М: Колос, 1968.-Т.1 .- 720с.

70. Луценко Ю.Л. Вища математика: метод. розробки практ. занять; індивід. завдання / Ю.Л. Луценко, М.В. Миронюк ; М-во аграр. політики України, ВДАУ. - Вінниця: ВДАУ, 2000. - 464 с.

71. Луценко Ю.Л. Вища математика: метод. розробки практ. занять. Індивідуальні завдання. Розділ 7 : Неозначений інтеграл / Ю.Л.Луценко, М.В.Миронюк; М-во сільського господарства і продовольства України; ВДАУ. - Вінниця: ВДАУ, 1998. - 44 с.

72. Сивак Р.І. Деревенько І.А.Теоретична механіка. Статика. Кінематика. Навчальний посібник - Вінниця: ВЦ ВДАУ, 2010. - 91 с.

73. Конспект лекцій по дисципліне «Злементи автоматизированного електропривода» (для студентів 3,4 курсов всех форм обучения направления подготовки 6.050702 (0922) «Электромеханика»по специальности - «Электромеханические системы автоматизации и ^лектропривод») / Авт: В.П. Андрейченко, В.Н. Фатеев; Харьк. нац. акад. город. хоз-ва. - Х.: ХНАГХ, 2009. - 84 с.

74. Руководство по эксплуатации Holmer Terra Dos KRBST2. [Текст] Holmer-maschinenbau, 2007.

75. Балашов, А.В. Планування мереж при технічному обслуговуванні зарубіжних комбайнів. [Текст] / А.В. Балашов, А.А. Синельников // Підвищення ефективності використання ресурсів при виробництві сільськогосподарської продукції - нові технології і техніка нового покоління для рослинництва і тваринництва: Матеріали Кримського ПУЛу

76. Міжнародної науково-практичної конференції. «Розвиток трудового потенціалу в умовах інноваційної економіки». Східноукраїнський НУ ім. В. Даля. Луганськ-Євпаторія, 2013.-С. 134-136.

77. Гущин, Д.А. Обґрунтування організаційної структури та технічної оснащеності підприємств технічного сервісу. [Текст] / Д.А. Гущин, А.А. Синельников // Машинно-технологічна станція. - 2009 6. - С. 29-31.

78. РД 50-419-83 Методичні вказівки. Нормування тривалості перевірочних робіт.

79. Миколаїв, С.Н. Сучасний технічний сервіс техніки: світовий досвід [Текст] / С.М. Миколаїв // Будівельна техніка та технології. -2002 2.

80. Калетнік Г.М., Скорук О.П., Токарчук Д.М. Інженерний менеджмент. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів факультету механізації сільського господарства спеціальності 8.091902 „Механізація сільського господарства" форма навчання денна і заочна - Вінниця: ОЦ ВДАУ, 2009. - 68 с

81. Методичні рекомендації написання та оформлення дипломних робіт для студентів денної та заочної форм навчання факультету механізації сільського господарства освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» / [Серета Л.П, Швець Л.В, Гунько І.В, Пришляк В.М.]. - Вінниця.: 2015. - 23 С.

ДОДАТОК

Таблиця 1 - Перелік робіт виконуються при ТО-1 комбайна Holmer з тривалістю їх виконання і передбачуваної кваліфікацією виконавця.

№	Суть роботи	Час витрачений на виконання роботи, год.	Виконавець
1	2	3	4
	Запустити двигун	1	К
2	Встановити комбайн на пост мийки	2	К
3	Провести мийку	15	К
4	Встановити комбайн на пост обслуговування.	2	К
5	Прогріти двигун до температури масла 50 ° С, зупинити двигун.	10	К
6	Перевірити стан шин і тиск в них.	5	М
7	Перевірити кріплення передніх і задніх коліс.	5	К
8	Встановити зливний шланг в картер двигуна.	2	К
9	Відкрутити маслозаливну пробку.	2	М
10	Злити масло.	15	К
11	Замінити вставку масляного фільтра.	10	М
12	Зняти зливний шланг.	2	К
13	Залити свіже масло, закрити маслозаливну пробку.	10	М
14	Замінити фільтр тонкого очищення палива.	7	М
15	Замінити фільтр водовіддільник.	8	К
16	Перевірити і при необхідності підтягнути болти головки циліндрів.	10	М
17	Перевірити і при необхідності відрегулювати зазори клапанів двигуна.	15	М
18	Замінити фільтруючий елемент у всмоктуючому фільтрі гідравлічного масла	15	К
19	Замінити фільтруючі елементи на регульованому насосі.	10	К
20	Замінити масло в приводі руху.	30	М+К

Продовження таблиці 1 додатку А			
1	2	3	4
21	Замінити масло в планетарних редукторах переднього і заднього моста.	150	М+К
22	Перевірити натяг ременів і ланцюгів.	8	М
23	Перевірити герметичність всіх з'єднань системи охолодження і пневмошланг подачі стисненого повітря.	10	К
24	Запустити двигун	1	К
25	Перевірити герметичність гідравлічної системи.	5	К
26	Перевірити герметичність подачі палива і масляної системи двигуна.	4	М
27	Перевірити справність світлових приладів.	5	М
28	Виконати загальну візуальну перевірку.	2	М
29	Зупинити двигун	0,3	К

Таблиця 2 - Перелік робіт з підготовки до зберігання комбайна HOLMER з тривалістю їх виконання і передбачуваною кваліфікацією виконавця.

№	Суть роботи	Час витрачений на виконання роботи, год.	Виконавець
1	2	3	4
1	Відкрити захисні люки, кожухи транспортерів, шнеків і провести холосту прокрутку на номінальному режимі для видалення технологічних залишків з порожнин. після прокрутки попередньо очистити комбайн і навісні агрегати від бруду, рослинних залишків спеціальними скребками, щітками, стисненим повітрям на спеціально відведеному місці	55	К+М
2	Встановити комбайн на пост мийки	20	К
3	Провести миття комбайна	55	К
4	Зняти захисні чохла з електрообладнання та обдути поверхні стисненим повітрям. гумові ущільнення і внутрішню оббивку кабіни комбайна протерти ганчіркою, змоченою мильним розчином, а потім чистою фланеллю	25	К+М
5	Включити систему цент-ралізованого мастила і зробити змащення для видалення з вузлів старого мастила і вологи. Місця мастила, до яких не підведена система централізованого змащування, змастити вручну згідно графіка змащування	52	К+М
6	Перевірити герметичність гідравлічної системи і масло в ній, усунути патьоки масла. Змінити фільтри гідравлічного масла. При необхідності долити масло до верхнього рівня щоб уникнути утворення в баку конденсату	45	М
7	Заповнити бак дизельним паливом до верхнього рівня, щоб уникнути утворення в баку конденсату	12	К
8	Штоки гідроциліндрів втягнути так, щоб відполірована частина штоків менше виступала назовні. Виступаючі частини штоків покрити захисним покриттям	37	К

Продовження таблиці 2 додатку А			
1	2	3	4
9	Зняти ремені, очистити від пилю. Ретельно оглянути. придатні для подальшого використання промити, протерти сухим і чистим обтиральним матеріалом. Видалити масляні плями не етильованим бензином. Промити в теплому мильному розчині (в 10 л води розчиняють 10-50 г мила і 100 г тринатрійфосфату). Промиті ремені протерти насухо або обдути стисненим повітрям, присипати тальком і встановити на місце, залишивши їх в ослабленому стані або здати на склад при зберіганні на відкритому майданчику	45	К+М
10	Зняти втулочно-роликові ланцюги і промити їх в промивної рідини. Обдути стисненим повітрям або протерти ганчіркою до повного видалення вологи, оглянути і перевірити на подовження. Витримати в підігрітому до 80-90 ° С моторному маслі протягом 15-20 хвилин. Після проварювання при закритому зберіганні комбайна ланцюга встановити на місце і залишити їх в ослабленому стані чи здати на склад при зберіганні на відкритому майданчику	55	М
11	покрити антикорозійним складом всі незабарвлені металеві частини, а також частини, які піддаються в процесі роботи поліруванню (ножі дообрізчика, підкопувальні лемеші)	60	К
12	Місця з пошкодженим лакофарбовим покриттям зачистити, протерти, знежирити і знову нанести лакофарбове покриття або захисне покриття	40	К
13	Поставити комбайн в закриті приміщення або під навіс. Встановити гичкозрізувач на жорсткі підставки, а під лемеші копачів підкласти дерев'яний брус.	60	К+М

Продовження таблиці 2 додатку А

1	2	3	4
14	Перевірити тиск у всіх шинах коліс, при необхідності довести до нормального стану.	20	К
15	Перевірити працездатність електрообладнання та систем електронного управління. При цьому усувають виявлені несправності. Генератор і стартер ретельно очистити зовні, зняти захисні стрічки, перевірити колектори і щітки, обдути їх стисненим повітрям. У разі забруднення протерти колектори чистою ганчіркою, змоченою в бензині. При підгоряння колекторних пластин зачистити наждачним шкіркою зернистістю 170 і обдути стисненим повітрям.	50	К+М
16	Обдути стисненим повітрям. Перевірити прилади освітлення, датчики та інші елементи електронного управління. При наявності корозії цоколі і патрони ламп, і інші місця контактного приєднання зачистити шкіркою.	30	М
17	Зняти з комбайна акумуляторні батареї, провести технічне обслуговування (очистити полюса акумулятора і змастити їх змазкою, перевірити і при необхідності долити дистильовану воду) і здати на зберігання в спеціальне приміщення	35	К
18	Герметично закрити повітряний фільтр двигуна і вихлопну трубу	15	К
19	Зняти бортовий комп'ютер, магнітолу і здати для зберігання в опалювальний склад	17	М
20	Замінити масло в двигуні і вставку масляного фільтра	55	М