

УДК 631.354.2.004.5

МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Калініченко Д. Ю., аспірант*,

Роговський І. Л., к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

(044)527-82-42

Анотація – технологічні процеси діагностування сільськогосподарських комбайнів при їх технічному обслуговуванні описують ступінчатою функцією технологічності, яка з достатньою точністю апроксимується прямою лінією, що проходить через початок координат. Параметр цієї функції характеризує технологічність процесу діагностування. Запропоновані операційні технології діагностування, які розроблені із врахуванням упорядкуванням робіт між виконавцями і взаємоузгодження їх з режимом діагностування, місця обслуговування підвищили технологічність процесу діагностування при Д-1 – в 1,51; Д-2 – в 1,18, Д-3 – в 1,53 рази. При цьому тривалість діагностування скорочується відповідно в 1,42; 1,36; 2,3 рази. Із застосуванням регресійного аналізу вибрані фактори, які характеризують фрагменти процесу діагностування і отримані емпіричні рівняння, які дозволяють оцінювати трудомісткість діагностування по креслярській документації на ранній стадії розробки системи діагностування.

Ключові слова – моделювання, зернозбиральний комбайн, технічне діагностування, технічне обслуговування, цикл.

Постановка проблеми. Виконані дослідження [1] показали, що від того наскільки зернозбиральний комбайн, як технічна система [2], пристосований до діагностування визначеними діагностичними засобами, значно залежить реалізація самого процесу відновлення працездатності. Тому, не випадково, нормативні документи по контролепридатності передували нормативам по системам і процесам технічного обслуговування [3], а показники ефективності ідентичні між собою [4].

© Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

* Науковий керівник – к.т.н. Роговський І.Л.

DOI: 10.31388/2078-0877-18-2-224-236

В основному всі технології складаються із технологічних карт по оцінці складних частин комбайна [5]. Аналіз технологій діагностування комбайнів показує, що число виконавців робіт коливається від одного до трьох. Так, в маршрутній технології технічного обслуговування [6] і в інтегральній технології технічного обслуговування [7] комбайна передбачено два виконавці, які працюють по першій технології на двох, а по другій – на 4-х постах. Разом з тим в технологіях не вказані роботи, що виконуються кожним конкретним виконавцем, хоча методичні рекомендації і вказівки про необхідність розподілення обов'язків між членами ланки виконавців є в наявності [8].

Аналіз останніх досліджень. Заслуговує уваги праці Вороніна Д. М. і Привалова П. В. по вибору численності виконавців первинних підрозділів на основі графіків узгодження послідовності робіт, які виконуються конкретними виконавцями. Практична реалізація такого підходу здійснена Федоровим С. П., який розробив технологію обслуговування із закріпленням виконавців за певним видом робіт. Однак, в обох випадках розглядалось лише щозмінне технічне обслуговування.

В працях Хмелевого М. М. дано лінійний графік послідовності діагностування комбайна при ТО-3 на посту діагностування з розподіленням робіт між двома виконавцями. В рекомендаціях ГОСНИТИ пропонується розподілити спочатку всі роботи у відповідності за кваліфікацією робітників, а потім після розрахунку їх зайнятості перекласти частину робіт з найбільш перенавантажених членів ланки на менш зайнятих. Недоліком цих рекомендацій є невизначеність критерія при закріпленні робіт за виконавцями [9].

В роботах Бойка Ю. Ф. використовувані методи мережевого планування і управління для покращення технологій технічного обслуговування. Автор розбиває роботи на залежні та незалежні, після чого послідовність залежних робіт встановлюється з врахуванням логічних зв'язків між ними, а незалежних – з використанням правила встановлення пріоритетів на основі критеріїв трудомісткості роботи, її позиційної ваги, сумарного балу, інформаційного навантаження працівника, мінімуму затрат часу. Такий підхід дозволяє скоротити тривалість процесу технічного обслуговування, однак роботи дані укрупнено, що не дозволяє використовувати повний резерв скорочення тривалості [10]. Склад робіт не дозволяє оцінити вплив компонентів систем. Крім того, більшість параметрів мережевої моделі ускладнює аналіз і порівняння технологій.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Провести огляд існуючих підходів та виконати моделювання технологічності

процесу за циклами технічного діагностування зернозбиральних комбайнів.

Основна частина. Застосовуючи розроблений математичний апарат [10], проведена апроксимація експериментальних даних, які характеризують технологічність процесів технічного контролю параметрів технічного стану досліджуваних комбайнів за цикл технічного обслуговування, за видами Д-1, Д-2, Д-3, окремим діагностичним параметрам і роботам, які виконуються окремими виконавцями прийнятими моделюючими функціями.

Результати оцінки похибок апроксимації зведені в табл. 1, які показують, що для різних процесів можна використовувати різні функції з метою отримання мінімальної похибки. Разом з тим, найбільш проста функція при незначній похибці охоплює всі розглянуті процеси діагностування.

Таблиця 1 – Результати оцінки похибок апроксимації процесів діагностування

Про- цес	Функ- ція	1	2	3	4	5
Д-1	с	0,09...0,29	0,01...0,09	0,01...0,03	0,01...0,04	0,07...0,25
	т	0,09...0,31	0,01...0,05	0,0...0,02	0,01...0,03	0,07...0,24
	п	0,11...0,30	0,01...0,07	0,0...0,07	0,01...0,02	0,07...0,24
Д-2	с	0,06...0,14	0,0...0,09	0,0...0,94	0,0...0,01	0,40...2,18
	т	0,05...0,14	0,0...0,05	0,0...0,85	0,0...0,01	0,22...1,43
	п	0,07...0,14	0,0...0,04	0,0...0,52	0,0...0,01	0,18...0,82
Д-3	с	0,05...0,18	0,01...0,04	0,71...1,72	0,0...0,86	0,65...1,32
	т	0,06...0,19	0,01...0,04	0,30...4,0	0,0...0,35	0,29...1,0
	п	0,04...0,19	0,01...0,04	0,38...0,86	0,0...0,44	0,44...0,91
Викона вці	с	0,05...0,13	0,0...0,02	0,35...0,82	0,0...0,35	0,34...0,84
	т	0,06...0,21	0,0...0,02	0,13...0,53	0,0...0,25	0,12...0,56
	п	0,04...0,16	0,0...0,01	0,10...0,45	0,0...0,20	0,12...0,43
Парам етри	с	0,08...0,16	0,0...0,02	0,34...1,13	0,0...0,59	0,47...1,69
	т	0,06...0,10	0,0...0,03	0,26...0,85	0,0...0,48	0,27...0,81
	п	0,09...0,21	0,0...0,02	0,19...0,97	0,0...0,26	0,14...1,01

Для цієї функції визначені показники достовірності коефіцієнтів апроксимації, які наведені в табл. 2.

Із даних таблиці 2 видно, що об'єм вибірок, тобто степінь розчленування процесу у відповідності з прийнятою методикою декомпозиції є достатнім. Критерій суттєвості коефіцієнтів

апроксимації значно перевищує табличні дані при 5% рівні значущості, отже функція апроксимації є значущою.

Функції технологічності будувались на основі графіків трудонапруженості робіт, перелік подій і робіт, відповідних мережевих графіків. На рис 1. дані графіки трудонапруженості робіт по Д-1 комбайнів групи 1.

Таблиця 2 – Середні значення коефіцієнтів апроксимації і показники їх достовірності

Процес		N	Система			Комбайн			Прилад			
			ϵ	S_{ϵ}	t_{05}	ϵ	S_{ϵ}	t_{05}	ϵ	S_{ϵ}	t_{05}	
Д-1	Базова	10	1,07	0,02	2,31	0,66	0,02	2,31	0,41	0,02	2,31	
	Операційна	11	1,6	0,04	2,26	1,02	0,03	2,26	0,59	0,02	2,26	
Д-2	Базова	25	1,33	0,03	2,07	0,90	0,02	2,07	0,54	0,02	2,07	
	Операційна	29	1,7	0,02	2,05	1,03	0,01	2,05	0,65	0,01	2,05	
Д-3	Базова	32	1,54	0,02	2,04	0,73	0,01	2,04	0,81	0,015	2,04	
	Операційна	35	2,33	0,02	2,04	1,13	0,02	2,04	1,2	0,01	2,04	
Виконавці	Комбайнер	Баз.	26	0,5	0,01	2,06	0,39	0,01	2,06	0,11	0,01	2,06
		Опер.	26	0,74	0,01	2,06	0,54	0,01	2,06	0,20	0,01	2,07
	Слюсар	Баз.	24	0,35	0,01	2,07	0,20	0,01	2,07	0,25	0,01	2,07
		Опер.	19	0,78	0,01	2,11	0,51	0,01	2,11	0,37	0,01	2,11
	Майстер	Баз.	8	0,33	0,01	2,11	0,20	0,01	2,45	0,13	0,01	2,45
		Опер.	24	0,77	0,01	2,07	0,37	0,01	2,07	0,40	0,01	2,07
Окремі параметри		20	1,04	0,01	2,10	0,66	0,02	2,10	0,37	0,015	2,10	

Прямокутниками в суцільних лініях зображені роботи по підготовчих, основних і заключних етапів для кожного діагностичного параметру, а прямокутниками в пунктирних лініях – затрати праці по одному чи групі параметрів, що мають підготовчі і заключні роботи. Із графіка наочно видно трудонапруженість робіт по даному виду діагностування і по кожному параметру. Як видно, трудонапруженість параметру «тиск в шинах» аналогічна для всіх типів комбайнів, а відмінність трудонапруженості параметрів «натяг приведених ременів» і «рівень електроліту в акумуляторі» пояснюється конструктивними особливостями комбайнів (три ремені, два акумулятори). Із графіку видно, що значну частку при оцінці натягу приведених ременів на комбайні №1 і рівні електроліту в

акумуляторах комбайнів №1 і №2 займають підготовчо–заклучні роботи. Для цих параметрів побудовані криві трудонапруженості робіт на основі прийнятої по елементної декомпозиції. Операційні технології складались відповідно методики для двох виконавців, в результаті якої показники технологічності для Д–2 тракторів №4, №1, №2, №3 збільшились до 1,5...1,8. При цьому інтенсивність роботи окремого виконавця збільшилась від 0,75 до 0,90.

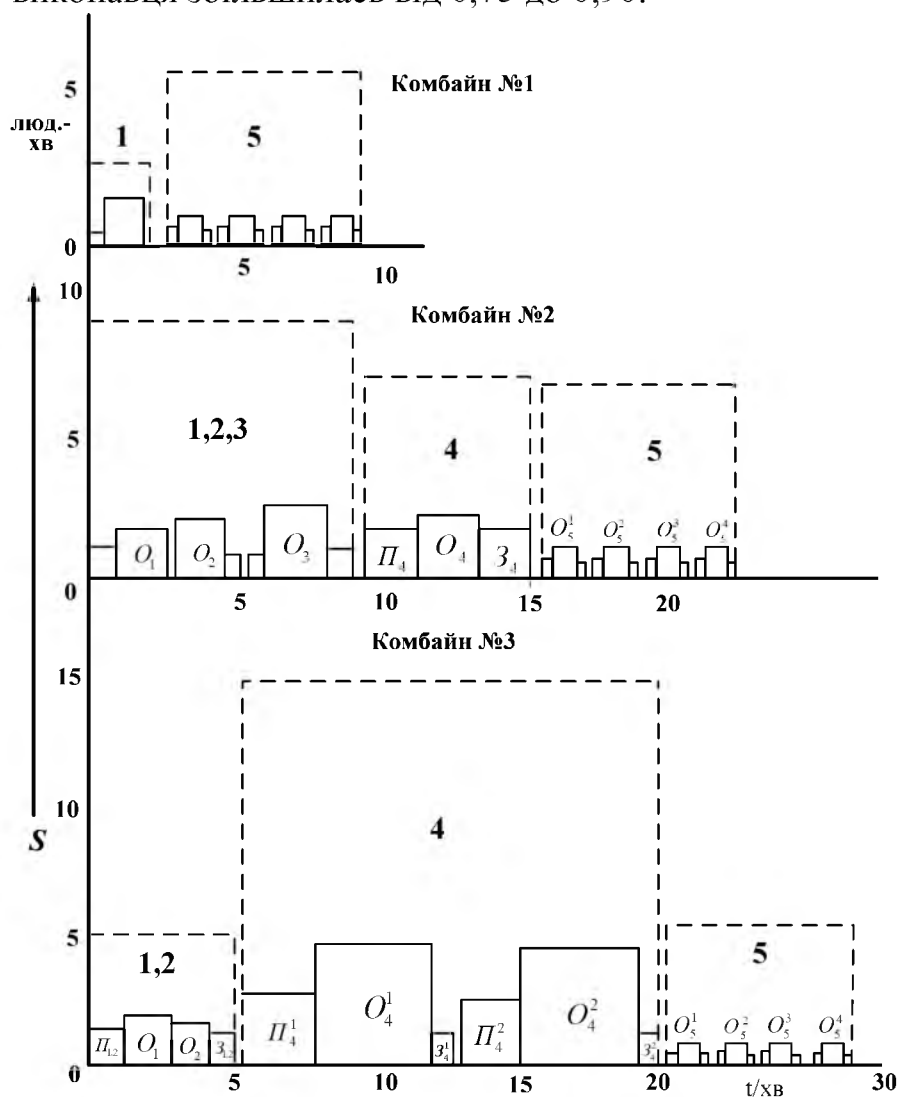


Рис. 1. Трудонапруженість робіт при Д–1 комбайнів

В табл. 3. приведені значення показників технологічності процесу за видами і за цикл діагностування для всього об'єму робіт і приведені на одного виконавця, а на рис. 2 – їх графічна інтерпретація, де заштрихована частина відповідає базовим технологіям.

Діаграма наочно показує підвищення рівня технологічності, тобто інтенсивності діагностування, яке склало за Д–1 – в 1,5 рази, за Д–2 – в 1,8 рази, за Д–3 – в 1,53 і за цикл ТО – в 1,4 рази. Зміна

показників технологічності, приведених до одного виконавця відповідно складає 0,86; 1,35; 2,12; 1,49. Зменшення приведенного показника за Д–1 пояснюється виконанням робіт двома виконавцями замість одного. Однак, при цьому скоротилась тривалість процесу, що є одним із важливих показників ефективності діагностування.

В результаті виконаної роботи з удосконалення технологічності процесів діагностування тривалість операційних технологій в порівнянні з базовими (табл. 4) зменшилась, в середньому, за Д–1 на 40%, за Д–2 на 26,4%, за Д–3 на 56,6%, за цикл ТО – на 44,5%. Діаграма зміни тривалості процесів діагностування представлена на рис. 3.

Таблиця 3 – Значення показників інтенсивності діагностування за базовими та операційними технологіями

Комбайн і технологія	Д–1		Д–2		Д–3		Цикл ТО	
	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
Комбайн №1								
базова	0,97	0,97	1,29	0,65	1,42	0,47	1,29	0,63
операційна	1,6	0,8	1,5	0,75	2,49	0,83	1,95	0,80
Комбайн №2								
базова	0,96	0,96	1,25	0,63	1,51	0,38	1,39	0,50
операційна	1,43	0,72	1,7	0,85	2,39	0,8	2,05	0,80
Комбайн №3								
базова	0,97	0,97	1,3	0,65	1,46	0,49	1,30	0,65
операційна	1,67	0,83	1,8	0,90	1,98	0,66	1,83	0,73
Комбайн №4								
базова	0,98	0,98	1,29	0,65	1,32	0,26	1,21	0,59
операційна	1,77	0,88	1,7	0,85	2,1	0,7	1,88	0,80
Середнє значення								
базова	0,97	0,97	1,44	0,64	1,43	0,49	1,30	0,59
операційна	1,62	0,83	1,68	0,84	2,24	0,75	1,93	0,78

На основі хронометражних спостережень процесів діагностування при технічному обслуговуванні досліджуваних комбайнів отримані експериментальні дані основного нормованого показника ефективності – сумарної оперативної трудомісткості діагностування за цикл технічного обслуговування. Заштрихована частина діаграми показує, що трудомісткість процесу діагностування розглянутих комбайнів складає 24...48% від нормованої трудомісткості їх технічного обслуговування. Це цілком закономірно і пояснює ускладнення конструкцій в зв'язку із зростом їх енергонасиченості.

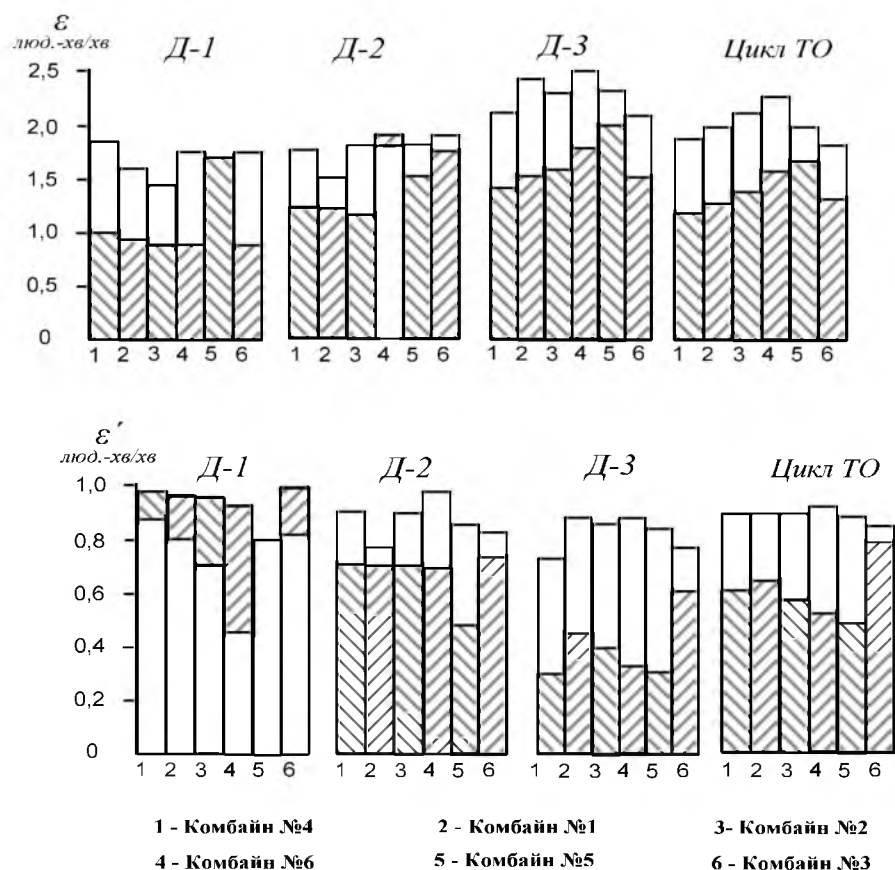


Рис. 2. Діаграма показників технологічності процесів діагностування для всього об'єму робіт (ε) і приведені на одного виконавця (ε')

Таблиця 4 – Тривалість діагностування за базовими і операційними технологіями

Комбайн, Технологія	Д-1, хв.	Д-2, хв.	Д-3, год.	Цикл ТО год.
Комбайн №1				
базова	16,0	50,9	3,86	9,6
операційна	9,3	32,8	1,88	5,38
Комбайн №2				
базова	11,6	40,2	7,63	11,96
операційна	7,2	31,4	2,85	6,04
Комбайн №3				
базова	26,5	144,3	7,47	20,0
операційна	15,3	98,5	3,77	11,75
Комбайн №4				
базова	21,2	56,8	5,58	12,64
операційна	12,0	41,2	2,27	6,73
Середнє значення				
базова	18,83	73,05	6,14	13,55
операційна	8,88	50,98	2,69	7,48

Найбільший об'єм діагностичних робіт по відношенню до всього об'єму за цикл технічного обслуговування передбачається інструкціями комбайнів №2 (48%) і №4 (39%), а найменший в №1 (33,4%). Така відмінність пояснюється не тільки різною складністю конструкції, але і різною повнотою діагностування.

Аналіз трудомісткості діагностування по системах комбайна (рис. 4) показує, що найбільша питома вага припадає на двигун, частка якого складає, в середньому 54,3%, тобто більше половини.

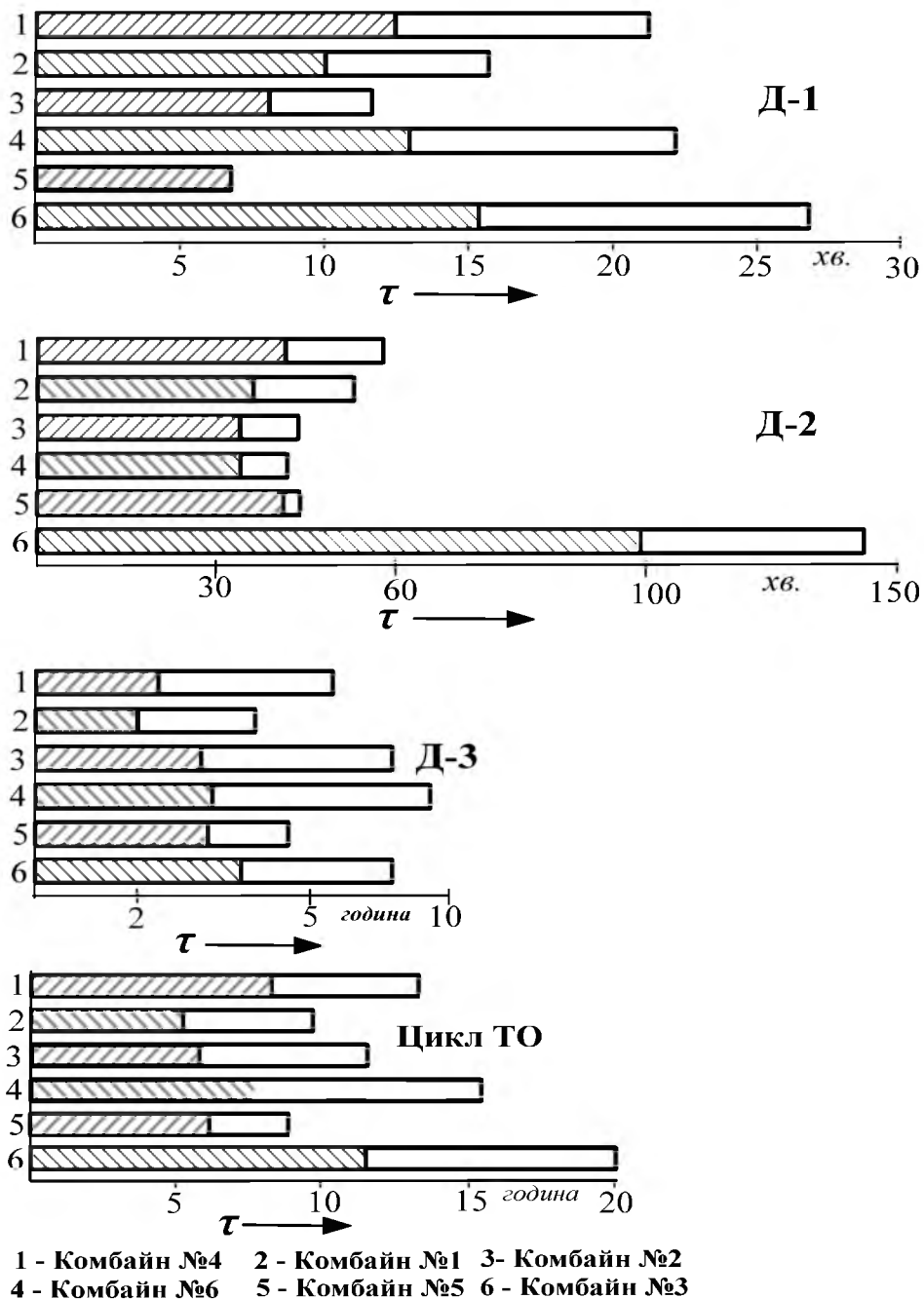


Рис. 3. Діаграма зміни тривалості процесів за базовими і операційними технологіями

Це пояснюється не тільки складністю цього агрегату, але і підвищеною увагою до нього зі сторони діагностів–дослідників і розробкою діагностичного обладнання. З іншої сторони, це викликано технологічністю складальних частин і використанням малоефективних методів і засобів. Частки складальних систем комбайна складають, в середньому: електрообладнання – 21,6%, ходова система – 8,1%, трансмісії – 7,0%, гальма і пневмосистеми – 3,9%, механізмів керування – 3,1%. Гідросистеми навісного пристрою – 2,1%. Даний аналіз дозволяє намітити першочергові шляхи удосконалення процесу діагностування, тобто за двигуном і електрообладнанням.

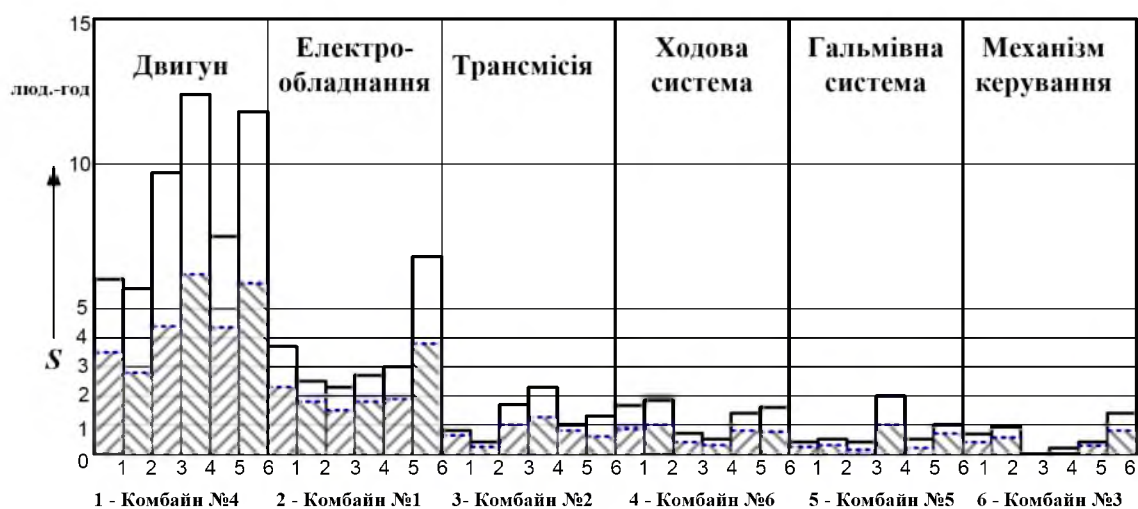


Рис. 4. Діаграма розподілу сумарної циклової трудомісткості діагностування по системам зернозбирального комбайна

Розподіл трудомісткості за видами діагностування (рис. 5) показує, що основний об'єм припадає на Д–3 і складає 5,6...15,2 люд–год.

Такий великий розмах значень також пояснюється різною повнотою діагностування. подальше виявлення причин високої трудомісткості відбувається на основі аналізу окремих діагностичних параметрів, які входять в склад визначеного виду робіт.

Аналіз трудомісткості окремих діагностичних параметрів показує, що більше 80% від всього числа, контролюючих в кожному виді діагностування мають трудомісткість: за Д–1 до 9,0 люд.–хв., за Д–2 до 12 люд.–хв., за Д–3 до 45 люд.–хв. Таким чином, в першу чергу повинні вдосконалюватись процеси діагностування решти 20% параметрів, які мають трудомісткість більше приведених значень. До таких параметрів відносяться: за Д–1 – рівень електроліту в акумуляторах комбайна №3, за Д–2 – зазори між клапанами і коромислами для всіх комбайнів, момент затягування гайок головки

циліндрів для комбайнів №4, кут випередження впорскування палива і тиску впорскування форсунками для комбайнів №3, за Д-3 – параметри паливного насосу для всіх комбайнів, тиск впорскування форсунками для комбайнів № 3, № 4, № 2, зазори в колісних гальмах і сумарний зазор в шатунних вольницях колінчатого валу для комбайнів №2, оцінка правильності контрольно-вимірювальних приладів за № 3.

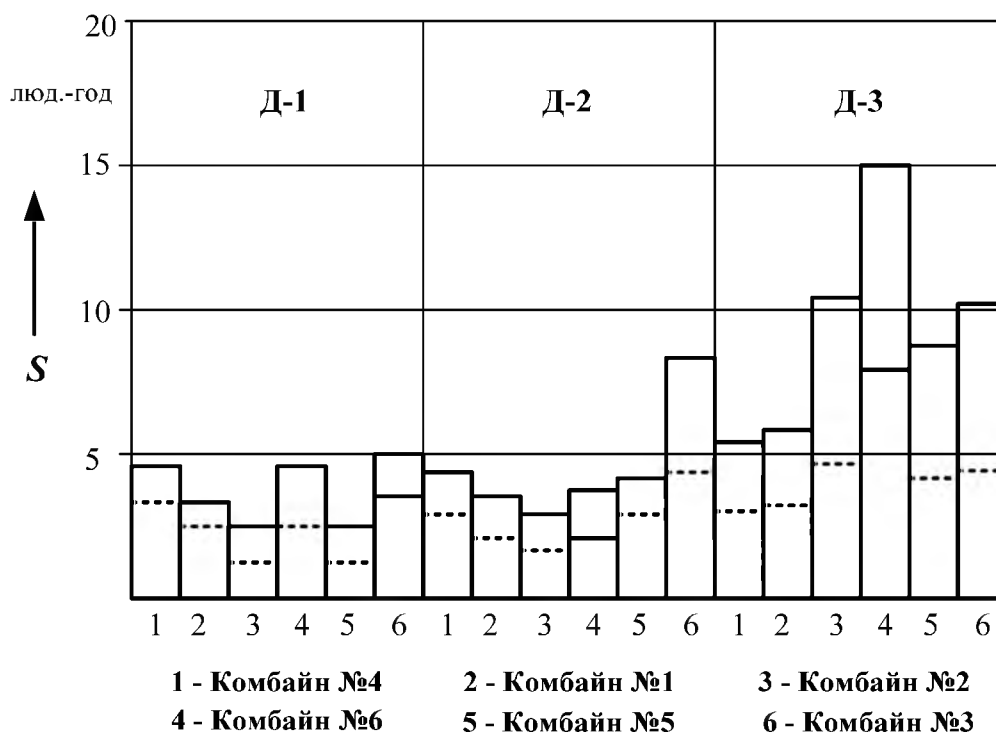


Рис. 5. Діаграма розподілу сумарної циклової трудомісткості за видами діагностування

Подальший пошук «вузьких» ділянок процесу діагностування відбувається на основі аналізу приватних показників, які визначаються за результатами прийнятої декомпозиції як для окремих параметрів, так для виду і циклу діагностування.

Висновки. Трудомісткість діагностування комбайнів складає 24...48% від нормованої оперативної трудомісткості діагностування цих комбайнів. Біля 20% діагностичних параметрів по кожному виду технічного обслуговування мають трудомісткість: за Д-3 – більше 45 люд.-хв., за Д-2 – більше 12 люд.-хв., за Д-1 – більше 9 люд.-хв. Найбільший об'єм робіт, припадає на двигун, що складає в середньому 54,3%. Частки інших систем складають в середньому: електрообладнання – 8,1%, трансмісії – 7%, гальма і пневмосистеми – 3,9%, механізмів керування – 3,1%, гідросистеми навісного пристрою

– 2,1%. В сумарній цикловій трудомісткості діагностування 43...53% займають допоміжні роботи. Трудонапруженість процесів діагностування є нерівномірною, як для видів технічного обслуговування так і для окремих параметрів. Приватні показники трудонапруженості дозволяють виявити «вузькі місця» процесів діагностування.

Показники взаємної пристосованості і технологічності компонентів системи «людина–прилад–машина» свідчить про правильність комплексного підходу і необхідності удосконалення усіх компонентів системи діагностування. При Д–1 і Д–2 методи і засоби діагностування вже достатньо відпрацьовані і вдосконаленню підлягають конструкції комбайнів (0,58...0,74, 0,53...0,66), а при Д–3 – необхідно вдосконалювати методи і засоби діагностування (0,48...0,58).

Низька технологічність процесів діагностування викликана нерациональною послідовністю виконання робіт виконавцями. При Д–3 найбільша інтенсивність робіт припадає на комбайнера, яка, однак, складає біля 0,5, що свідчить про використання його можливостей тільки на половину. В операційних технологіях Д–3 інтенсивність робіт піднялась в середньому: комбайнера – в 1,5, слюсаря – 2,2, майстра – в 2,3 рази і в межах 0,74...0,78. Технологічність робіт, що залежать від компонентів системи діагностування при застосуванні операційних технологій підвищилась в середньому по Д–1: комбайна – на 53%, діагностичних засобів на 44%, виконавців на 16% (зменшилась), по Д–2: комбайна – на 14%, діагностичних засобів – на 22%, виконавців – 35%, по Д–3: комбайна – на 56%, діагностичних засобів – на 42%, виконавців – в 2,1 рази.

Література:

1. Калініченко Д. Ю. Аналітичні положення визначення коефіцієнта динамічності параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Rogovський // Техніко–технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки, технологій для сільського господарства України. – Дослідницьке, 2017. – Вип. 21 (35). – С. 55–61.
2. Калініченко Д. Ю. Аналіз систем і стратегій технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів та їх складових частин / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Rogovський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2017. – Вип. 258. – С. 380–390. – (Техніка та енергетика АПК).

3. Калініченко Д. Ю. Штучні когнітивні системи в процесах технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2017. Вип. 262. – С. 353–361. – (Техніка та енергетика АПК).
4. Калініченко Д. Ю. Математичний апарат опису маршруту технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів з урахуванням виявлення комбінацій відмов / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2017. – Вип. 275. – С. 337–346. – (Техніка та енергетика АПК).
5. Kalinichenko, D., & Rogovskii, I. (2017). Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. *MOTROL. Commission of Motorszation and Energetycs in Agriculture*, 19 (3), 179–184.
6. Kalinichenko, D., & Rogovskii, I. (2017). Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*, 17 (3), 103–114.
7. Rogovskii I. Стохастические модели обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин / И. Rogovskii // *MOTROL. Commission of motorszation and energetycs in agriculture*. – 2014. – Т. 16, № 3. – Р. 296–302.
8. Rogovskii I. L. Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery / I. L. Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2017. – Вип. 262. – С. 403–411. – (Техніка та енергетика АПК).
9. Калініченко Д. Ю. Моделювання операцій контролю параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів при технічному обслуговуванні / Д. Ю. Калініченко, І. Л. Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2018. – Вип. 282. – С. 337–346. – (Техніка та енергетика АПК).
10. Kalinichenko, D., & Rogovskii, I. (2018). Method for Determining Time of next Maintenance of Combine Harvesters. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*, 18 (1), 105–115.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Калиниченко Д. Ю., Роговский И. Л.

Аннотация – технологические процессы диагностирования сельскохозяйственных комбайнов при их техническом обслуживании описывают ступенчатой функцией технологичности, которая с достаточной точностью аппроксимируется прямой линией, проходящей через начало координат. Параметр этой функции характеризует технологичность процесса диагностирования. Предложенные операционные технологии диагностирования, которые разработаны с учетом упорядочения работ между исполнителями и взаимосвязи их с режимом диагностирования, места обслуживания повысили технологичность процесса диагностирования при Д–1 – в 1,51, Д–2 – в 1,18, Д–3 – в 1,53 раза. При этом продолжительность диагностирования сокращается соответственно в 1,42, 1,36, 2,3 раза. С применением регрессионного анализа выбраны факторы, которые характеризуют фрагменты процесса диагностирования и получены эмпирические уравнения, позволяющие оценивать трудоемкость диагностирования по чертежной документации на ранней стадии разработки системы диагностирования.

MODELING OF THE CYCLES OF MAINTENANCE SERVICE OF GRAIN BENCHED COMBINES

D. Kalinichenko, I. Rogovskii

Summary

Technological processes diagnostics of agricultural harvesters in their maintenance describe the step function of technology, which with sufficient accuracy approximated by a straight line passing through the origin. The parameter of this function characterizes the manufacturability of the process of diagnosis. Proposed operating technologies of diagnostics, adapted to the streamlining of work between the performers and link them with the mode of diagnosis, place of service increased manufacturability of the process of diagnosis with D–1 – 1.51, D–2 – 1.18, D–3 – 1.53 times. The duration of diagnosis is reduced to 1.42, respectively, of 1.36, 2.3 times. With the use of regression analysis of selected factors that characterize the fragments of the process of diagnosis and obtained empirical equation allows to estimate the complexity of diagnosing according to drawing documentation in the early stages of developing a system of diagnosis.