

УДК 631.1.004

ПРИСТОСОВАНІСТЬ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ДО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Д. Ю. Калініченко, І. Л. Роговський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Кореспонденція авторів: irogovskii@ukr.net.

Історія статті: отримано – вересень 2018, акцентовано – листопад 2018.

Бібл. 13, рис. 5, табл. 5.

Анотація. В основі технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів за технічним станом лежить технічний контроль, за допомогою якого проводять безперервний або періодичний контроль параметрів технічного стану, що характеризують поточний фактичний стан вузлів, механізмів чи агрегатів. Прогнозування виконують при безперервному контролі для визначення наробітку, протягом якого збережеться працездатний стан, а при періодичному контролі – для визначення моменту часу наступного контролю.

Процес технічного контролю несправностей складається з виявлення та локалізації дефектів у системі зернозбиральних комбайнів. Одним з прикладів є система технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів, де потрібна висока надійність і працездатність, низький рівень викидів, крім того, технічний контроль сприяє підвищенню ефективності ТО зернозбиральних комбайнів.

Ключові слова: аналіз, система, стратегія, технічне обслуговування, зернозбиральний комбайн.

Постановка проблеми

Досвід діагностування машин показав, що від того наскільки об'єкт пристосований до діагностування визначеними діагностичними засобами значно залежить реалізація самого процесу [1]. Тому, не випадково, нормативні документи по контролепридатності передували нормативам по системам і процесам діагностування, а показники ефективності ідентичні між собою [2].

В основному всі технології складаються із технологічних карт по оцінці складних частин комбайна [3]. Аналіз технологій діагностування комбайнів показує, що число виконавців робіт коливається від одного до шести-семи [4]. Так, в маршрутній технології централізованого технічного обслуговування і в технології технічного обслуговування комбайна передбачено сім виконавців, які працюють по першій технології на двох, а по другій – на 4-х постах [5].

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 [6].

Кількість подібних показників практично необмежено [7]. Кожний з таких коефіцієнтів характеризує якусь одну сторону технологічності і ні один із них не можна використовувати в якості загальної характеристики технологічності, так як при порівнянні різної трудомісткості це може призвести до невірної оцінки [8].

Необхідно відмітити, що поділ операцій на основні та допоміжні самі по собі викликають різне відношення до них [9]. Результатом такого підходу є те, що допоміжні операції стали більш трудомісткими ніж основні [10]. На нашу думку не повинно бути допоміжних операцій, так як вони утворюють послідовний ланцюг і повинні розглядатись послідовно в комплексі [11-13].

Аналіз останніх досліджень

Заслугує уваги метод оцінки технологічності машин при технічному обслуговуванні, запропонований інженером Шанінім В.В. на основі порівняння векторів процесів із використанням методів багатовимірного статистичного аналізу і теорії розпізнавання образів. Однак, трудність застосування цього методу складається у визначенні вагомості множини показників і знаходження вектору.

Приймаючи до уваги, що розробка вимог, пред'явлених з однієї сторони до виробників комбайнів, а з іншої сторони – до виробників діагностичних засобів передбачених багатьма нормативними документами до сьогодення часу назріла гостра необхідність застосовувати досить прості показники і методи їх оцінки, які б чітко вказували, що доцільно удосконалювати в першу чергу і яким очікується результат.

Досить важливим є визначення таких показників і відповідних вимог на ранній стадії розробки системи діагностування. Так, Радченко С.Я., Михайліченко А.Л. і Шутов Ю.В. запропонували метод розрахунку ефективності діагностування на стадії проектування і впровадження сільськогосподарських машин. Одна, для визначення коефіцієнта, що характеризує доцільність діагностування, необхідно знати

ймовірність відмов і ймовірність їх виявлення даним методом діагностування, що знижує цінність даного методу. Вченими також визначена багатофакторна залежність питомої оперативної трудомісткості технічного обслуговування і діагностування бавовняних машин в залежності від таких факторів як максимальна кривокова потужність, конструктивна вага, умовний об'єм, а також емпіричні залежності питомої трудомісткості від кожного із цих факторів. Розроблено досить значну кількість аналогічних залежностей між трудомісткістю обслуговування і різними факторами конструкції комбайнів. В якості таких факторів Соломкін А.Б. використовував число точок обслуговування, їх доступність, продуктивність оператора, Халфин М.А. – потужність двигуна, Барамзин С.В. – балансову вартість комбайна.

Для прогнозування затрат праці на розбирання-складання вузла Івашенко М.І. і Тютіним Б.А. виведена функція доступу на основі аналізу доступності до складових частин машини. Однак, ця функція враховує тільки кількість знімних деталей, одночасність і послідовність без врахування їх ваги, зручності, встановлення, геометричних розмірів і т.д. Крім того, рекомендована оцінка доступності вимірюється в спеціальних одиницях, обчислених від 0 до безкінечності і не пов'язана з основними показниками ефективності процесу. Це незручно для порівняння систем діагностування і його компонентів.

Наведені методи дають можливість отримувати наближені дані, так як, наприклад, при одній і тій же потужності або вазі машини можливі різні конструктивні рішення, а відповідно і різні трудомісткості. Ці показники прийнятні для прогнозування рівня технічного прогресу.

Таким чином, існуючі показники технічного обслуговування діагностування комбайнів недостатньо дозволяють оцінити технологічний процес обслуговування та розкрити резерви його удосконалення. Застосовані показники технологічності дають односторонню оцінку без врахування динамічності процесу протікання процесу в часі. Відсутні показники і методи оцінки впливу компонентів системи обслуговування на її ефективність. Удосконаленню підлягають методи оцінки на різних стадіях створення системи обслуговування.

Відмінністю лише є те, що при оцінці контролепридатності визначається питома сумарна оперативна трудомісткість, віднесена до однієї мотогодини напрацювання комбайна:

На об'єм виконуваних робіт впливає повнота діагностування, яка характеризується коефіцієнтом:

$$K_{п.п} = \frac{P_K}{P_0},$$

де: P_0 – число діагностичних параметрів, встановлених для даного параметру, використання яких забезпечує методичну достовірність перевірки.

В праці Топіліна Г.Є. пропонується також враховувати частку контролюючих операцій технічного обслуговування.

Четвертий показник контролепридатності оцінює забезпеченість комбайна типовими пристроями сполучення:

$$K_0 = \frac{P_K}{P_H},$$

де: P_K – число перевірочних параметрів при Д₁, Д₂, Д₃, для вимірювання, в яких наявні пристрої сполучення і не потрібні монтажно-демонтажні роботи при встановленні діагностичних засобів; P_H – число перевірочних параметрів при Д₁, Д₂, Д₃.

Аналогічний показник передбачається з контролепридатності виробів, де він називається коефіцієнтом безрозбірного діагностування. розрахунок цього показника відбувається на основі документації комбайна із врахуванням класифікації типових елементів для контролю (ТЕК), розроблених Аристовим А.М. В праці введений аналогічний коефіцієнт уніфікації ТЕК, характеризуючий частку уніфікованих елементів у їх загальному числі. Різновидом цього показника є також коефіцієнт, який характеризує частку параметрів, доступних для виміру даним комплектом приладів.

Чим більше значення цих коефіцієнтів, тим краща пристосованість комбайна до діагностування, так як скорочуються монтажно-демонтажні роботи при встановленні вимірювальних перетворювачів, зменшиться число типорозмірів сполучень. Вчені такі показники пропонують використовувати для оцінки загального рівня пристосованості комбайнів до діагностування.

В загальному показники контролепридатності класифікуються на основні та допоміжні, причому до основних відносяться ті, які повинні входити в технічне завдання на розробку виробу і бути нормованими, а до допоміжних – показники, які повинні враховувати фактори, які впливають на рівень основних показників, а також використовуються для оцінки заходів по забезпеченню і підвищенню рівня пристосованості машин до діагностування. Крім такої кваліфікації, в ряду випадків розрізняють також часові показники, технічні, інформаційні, ймовірнісні та економічні, назва яких характеризує їх призначення.

Як бачимо, наведені показники характеризують номенклатуру контролюючих параметрів, тривалість і трудомісткість їх оцінки. Якщо номенклатура параметрів визначається конструкцією комбайна, то тривалість і трудомісткість їх оцінки є залежною від застосованих засобів діагностування і людини-виконавця. Тобто, віднести показники трудомісткості і тривалість до повністю залежним від конструкції комбайна є неправомірним, оскільки ці показники характеризують всю систему діагностування. Крім згаданих основних показників ще додатково розглянуті показники, в числі яких:

- коефіцієнт пристосованості комбайна до серійних засобів контролю, що є відношенням кількості параметрів серійними засобами і засобами, встановленими на комбайні (в тому числі, прикладаються в ЗІП) до загальної кількості параметрів технічного стану комбайна;

- коефіцієнт уніфікації приєднувальних місць засобів контролю, що є відношенням числа уніфікованих місць до їх загального числа;

- кількість параметрів, які контролюються з місця механізатора.

Приймаючи до уваги, що визначена множина параметрів дозволяє об'ємно оцінити властивість пристосованості комбайна до технічного обслуговування і діагностування.

Топилін Г.Є. пропонує використовувати комплексний показник на основі ранжирування окремих власних показників по «вазі». При цьому «вага» показників визначається із застосуванням експертних і статистичних оцінок.

В праці Топиліна Г.Є. для прогнозу трудомісткості технічного обслуговування запропонована регресійна залежність між трудомісткістю і конструктивними, експлуатаційно-технологічними факторами комбайна. Цей метод заслуговує уваги, так як дозволяє скоротити терміни оцінки контролепридатності комбайна.

Однак фактори в даній роботі прийняті досить загальні, характеризуючи комбайн, як об'єкт призначення і обслуговування (число ємностей, число точок мащення, число інструментів і т.п.).

Так, ємності для олив, точки мащення так же, як і точки діагностування можуть відрізнятися один від одного за конструктивними і іншими характеристиками. Вибір таких факторів не дозволяє на ранній стадії розробки конструкції комбайна дати конкретні рекомендації по удосконаленню самого конструктивного вузла або точки обслуговування.

Садиков Б.Г. пропонує для дослідження контролепридатності машин використовувати апарат математичної логіки і алгебри логіки, описуючи об'єкт діагностування моделлю, яка являє собою суперпозиційну функцію.

В основі цього методу лежить встановлення взаємозв'язку між елементами вузла і оцінки його впливу на параметри технічного стану цього вузла або агрегату.

Так як взаємозв'язки між елементами вузла і вузлів агрегату є різними, то потрібно знаходити кожну суперпозиційну функцію, яка впливає на узагальнюючу функцію, що потребує значного об'єму вихідних даних і ускладнює застосування даного методу.

При розробці заходів з підвищення рівня пристосованості конструкцій комбайнів до діагностування зручно користуватись економічним методом оцінки, запропонованим вченими НАПІ, який базується на співставленні приведених затрат по засобам базового і нового варіантів комбайна.

Таким чином, для оцінки рівня пристосованості комбайнів до діагностування є значна номенклатура показників, що створює складності при оцінці і порівнянні машин.

Недоліком основних показників, застосованих для оцінки, є те, що вони фактично характеризують процес діагностування, що здійснюється системою діагностування.

Ці показники не дозволяють розглядати комбайн, як складову частину цієї системи. Існуючі моделі

прогнозування трудомісткості обслуговування на основі конструктивних факторів комбайна можуть бути використані на самій ранній стадії його розробки, коли ще немає робочих креслень, але відома загальна компоновка комбайна і не дозволяє дати конкретні рекомендації по удосконаленню конкретного конструктивного вузла комбайна, точки обслуговування.

Всі показники носять, в основному, економічний і технічний характер. Залишаючи в стороні технологічні якості приладів.

Окремі показники враховують число виконавців і раціональність використання робочого часу, але вони не дозволяють оцінити динаміку процесу та виявити існуючі потенційні резерви. Відсутня прийнята методика із визначення «вкладу» засобів діагностування в показники ефективності всієї системи діагностування.

Разом з тим, аналіз експлуатації засобів діагностування свідчить про необхідність удосконалення для підвищення ефективності процесу як в стаціонарних, так і в польових умовах.

Так, враховуючи поставлену задачу зниження питомих витрат палива дизелями 10-12% актуальним стає вимірювання потужно-економічних показників при діагностуванні під час ТО-2 і ТО-3. Не дивлячись на серійний випуск приладів типу ИМД-Ц в картерах маховиків комбайнових двигунів до сих пір немає отворів для підключення цих приборів.

Стационарних стендів типу КИ-8927, КИ-8940 недостатньо. Раніш випущені стенди типу КИ-4935, СТЕУ-40-1000 є малопотужними і не забезпечують перевірку енергонасичених комбайнів.

В теперішній час випуск пересувних діагностичних установок КИ-13905 і КИ-4270, а також пересувних ремонтно-діагностичних майстерень КИ-9924 і МПР-817Д відбувається за межами України. При налагодженні випуску таких установок слід врахувати їх недоліки.

Ці установки не забезпечують контроль і регулювання потужно-економічних показників і, в цілому, питомої витрати палива.

Багато приборів, що перевозяться в діагностичних установках потребують значних демонтажно-монтажних робіт на комбайні. В силу цих і інших причин діагностування Д-3 практично в господарствах не проводиться.

Це скорочує ресурс і знижує надійність комбайнів. Тому однією із задач в області діагностування с/г комбайнів є використання методів і засобів, що оцінюють технічний стан складних частин без їх демонтажу з комбайна.

Заслуговує уваги пропозиція Бельських В.І. з перевірки і регулюванні паливних насосів та форсунок без зняття їх з двигуна, але запропонована методика передбачає використання гальмівного стенду.

Необхідно відмітити, що розроблена серія гальмівних стендів і в останній час спостерігається тенденція до їх широкого застосування.

Це пояснюється, по-перше тим, що на відміну від автомобілів, с/г машин і іншої техніки, с/г комбайни пристосовані до цього методу, маючи вали відбору потужності.

Друга перевага цього методу – це можливість оперативного створення номінальних навантажувальних, теплових і швидкісних режимів для контролю більшості діагностичних параметрів двигуна.

Це дає можливість застосування віброакустичних і інших ефективних методів діагностування, так як є можливість прокрутки трансмісії, колінчатого валу від зовнішнього джерела.

І третя перевага гальмівного стенду складається в його найбільшій точності оцінки потужності і витраті палива двигунів в порівнянні з іншими методами.

Слід враховувати, що можливості гальмівного методу розширюють парціальний і диференціальний методи, які дозволяють використовувати малопотужні стенди для випробування енергонасичених комбайнів.

Основним недоліком гальмівних стендів є їх громоздкість, потреба в приміщенні, необхідність в капітальних затратах.

Тому в передових західних країнах застосовуються пересувні установки для гальмування комбайна через ВВП (стандарт ІСО) з метою максимального наближення робіт по технічному обслуговування до місць експлуатації комбайнів. В нашій країні також є розробки пересувних гальмівних установок але виготовлені лише дослідні зразки.

Мета досліджень

Метою теперішнього дослідження є зниження трудових затрат на технічне обслуговування і сільськогосподарських комбайнів за рахунок удосконалення технологічності процесу обслуговування.

Результати досліджень

Таким чином, існуючі пересувні діагностичні установки доцільно модернізувати з метою максимального використання прогресивних методів і засобів діагностування, можливість проведення діагностичних, регульовальних і мало трудомістких ремонтних робіт в польових умовах. Окремі показники технологічності не відображають динаміку процесу, не дозволяє порівнювати різні процеси і розкрити існуючі потенціальні резерви. Існуючі пересувні засоби обслуговування і діагностування підлягають модернізації (рис. 1).

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. 2).

Удосконалення технологічності процесу Д-2 приведено на прикладі комбайна №2. На рис. 2 представлено трудонапруженість робіт виконавця цього процесу діагностування і відповідна функція технологічності. В існуючій (базовій) технології використання робочого часу виконавцями є нерівномірним.

Слюсар використовує менше ніж на половині тривалості процесу. Комбайнер простоє при оцінці майстром зазорів в клапанному механізмі і куту нахилу важеля муфти зчеплення пускового двигуна. Майстер очікує момент створення необхідного режиму для перевірки гальмівної системи після оцінки технічного стану муфти зчеплення.

Для досягнення мети намічається вирішити наступні задачі (рис. 3):

1. Формулювати обслуговування як технологічний процес і обґрунтувати критерії для порівняльної оцінки його технологічності.

2. Розробити модель взаємозв'язку системи «людина-засіб-машина», яка оцінює вплив кожного компоненту на показник ефективності процесу обслуговування.

3. Вибрати і обґрунтувати фактори, які визначають процес обслуговування і дозволяють проводити прискорену оцінку його показників ефективності на ранній стадії розробки системи обслуговування.

4. Провести експериментальні дослідження і дати порівняльну оцінку процесів обслуговування різних типів сільськогосподарських комбайнів і розробити рекомендації з інтенсифікації технологій обслуговування, удосконалення комбайнів і засобів обслуговування.

Як показали показники хронометражного спостереження (рис. 4), майже половина від сумарної трудомісткості діагностування займають допоміжні роботи (табл. 1), причому, підготовчі і заключні роботи, маючи приблизно однаковий об'єм, знаходяться між собою в певній залежності (табл. 2). Це може використовуватись для скорочення числа хронометражів при оцінці тривалості операцій (табл. 3). Нами встановлено, що відношення між трудомісткістю підготовчих і заключних робіт може бути представлено залежністю (табл. 3). Ця залежність є усередненою і повинна уточнюватись для конкретної конструкції комбайна.

На рис. 5 графічно представлені приватні коефіцієнти, які характеризують частку підготовчих, основних і заключних робіт у цикловій трудомісткості діагностування розглядаючих комбайнів – їх двигунів.

Найбільшу частку допоміжних робіт має комбайн №4 (0,53) і його двигун (0,59), а найменшу – комбайн № 2 (0,42) і його двигун (0,37). Огляд приватних показників за видами діагностування (табл. 4) також показує переважаючий вплив двигуна на сумарну трудомісткість.

За Д-1 найбільшу трудомісткість допоміжних робіт також має комбайн № 4 (0,67) і його двигун (0,77), що пов'язано з більшим об'ємом робіт по забезпеченню доступу до акумуляторам і до приводного ремня вентилятора (табл. 5).

Для інших комбайнів значення приватних коефіцієнтів допоміжних робіт складає 0,42...0,50 і подальше вдосконалення цього виду діагностування складається в скороченні всього об'єму робіт и застосування нових методів діагностування.

На нашу думку, доцільно взагалі виключити допоміжні роботи із цього виду діагностування.

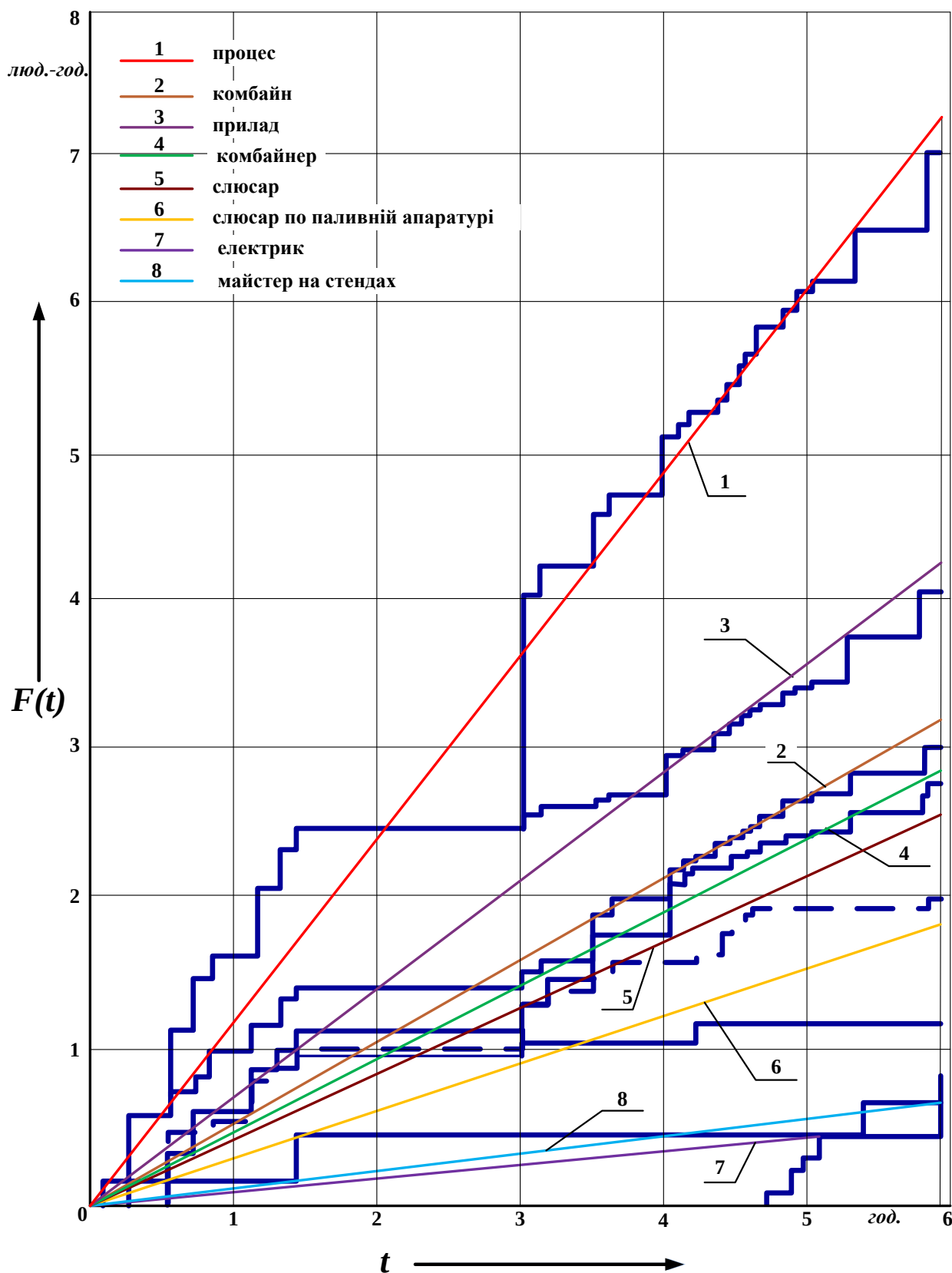


Рис. 1. Технологічність процесу діагностування і робіт, які залежать від компонентів – зернозбирального комбайна, приладів, виконавців.

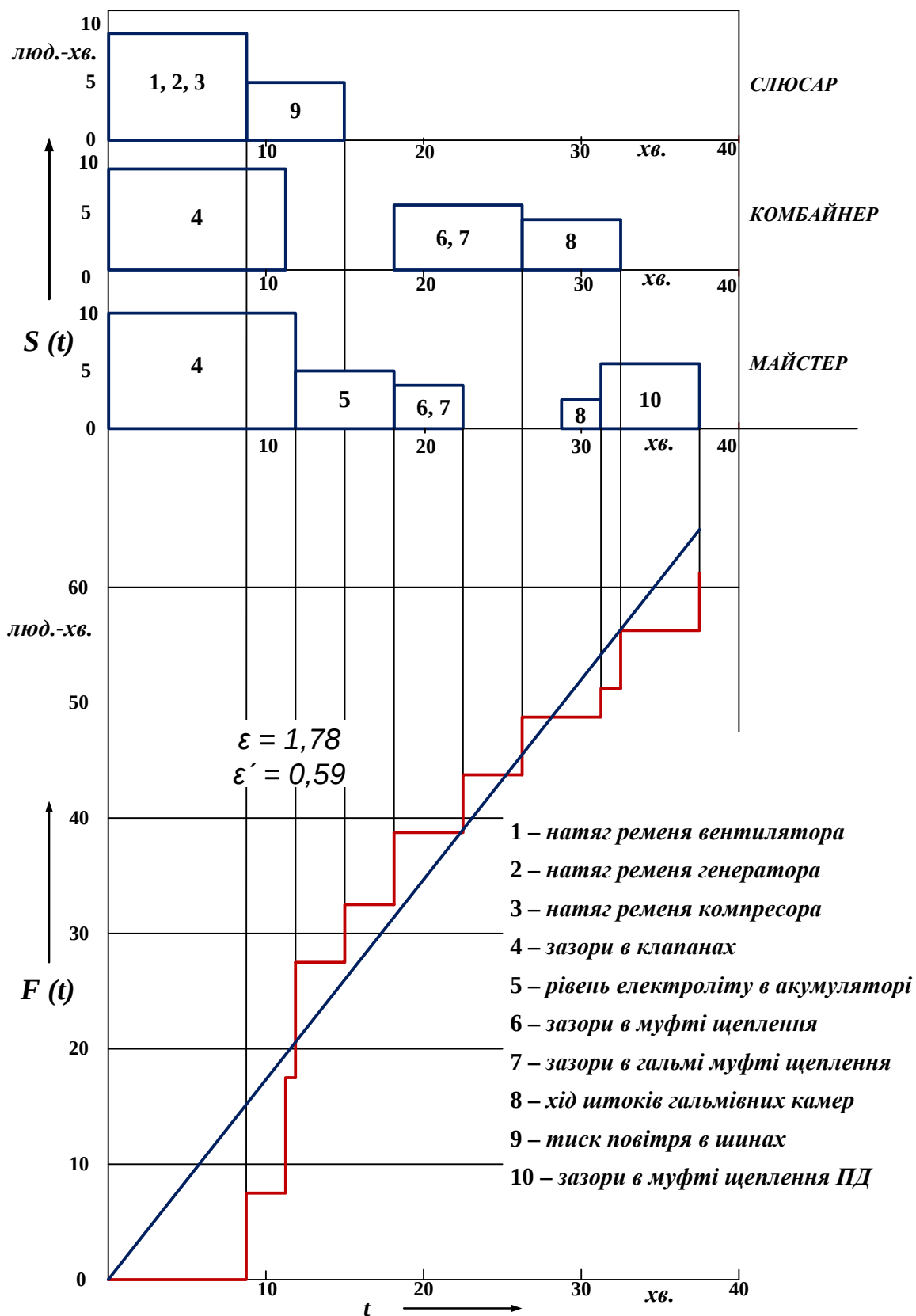


Рис. 2. Побудова функції технологічності для процесу Д-2 комбайнів №3 (базова технологія).

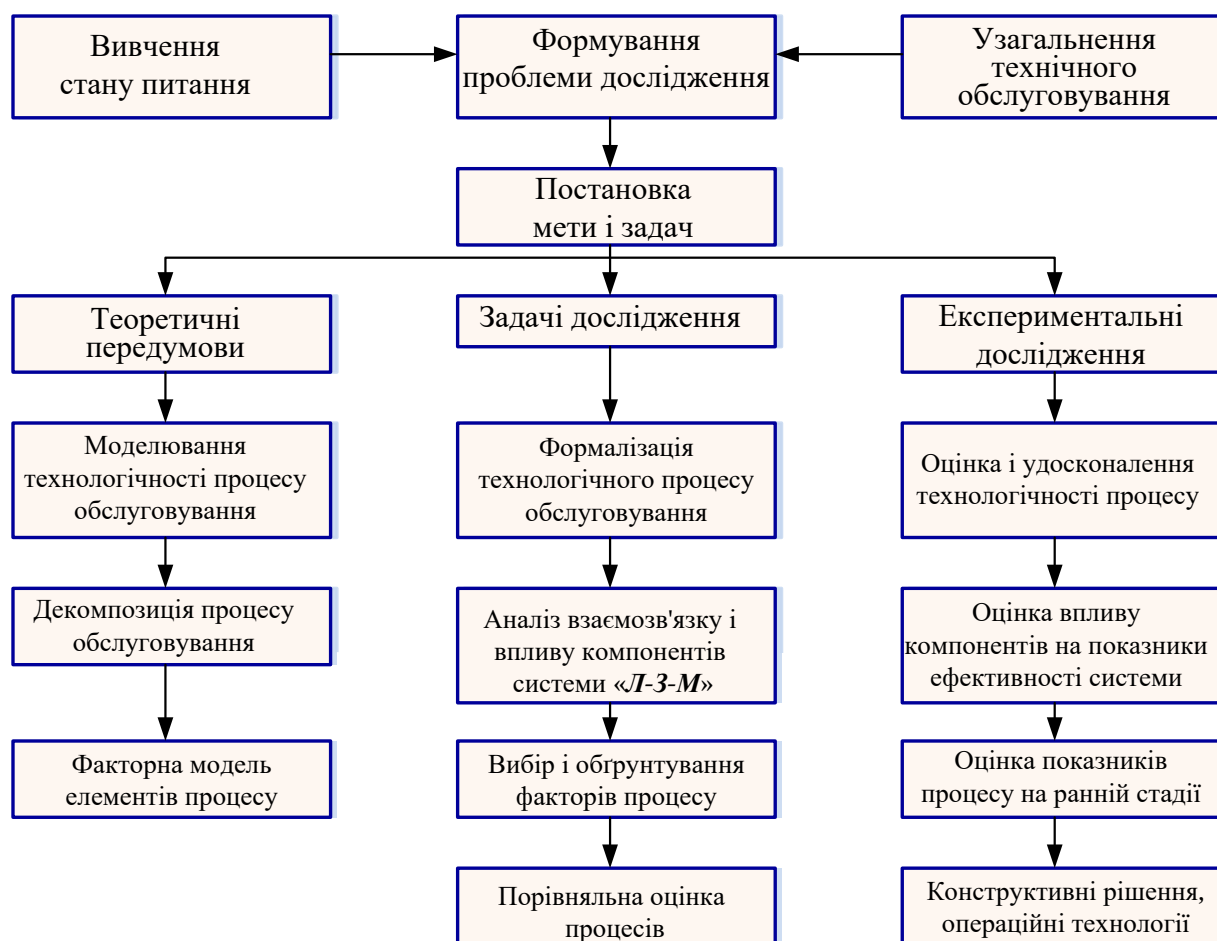


Рис. 3. Блок-схема дослідження.

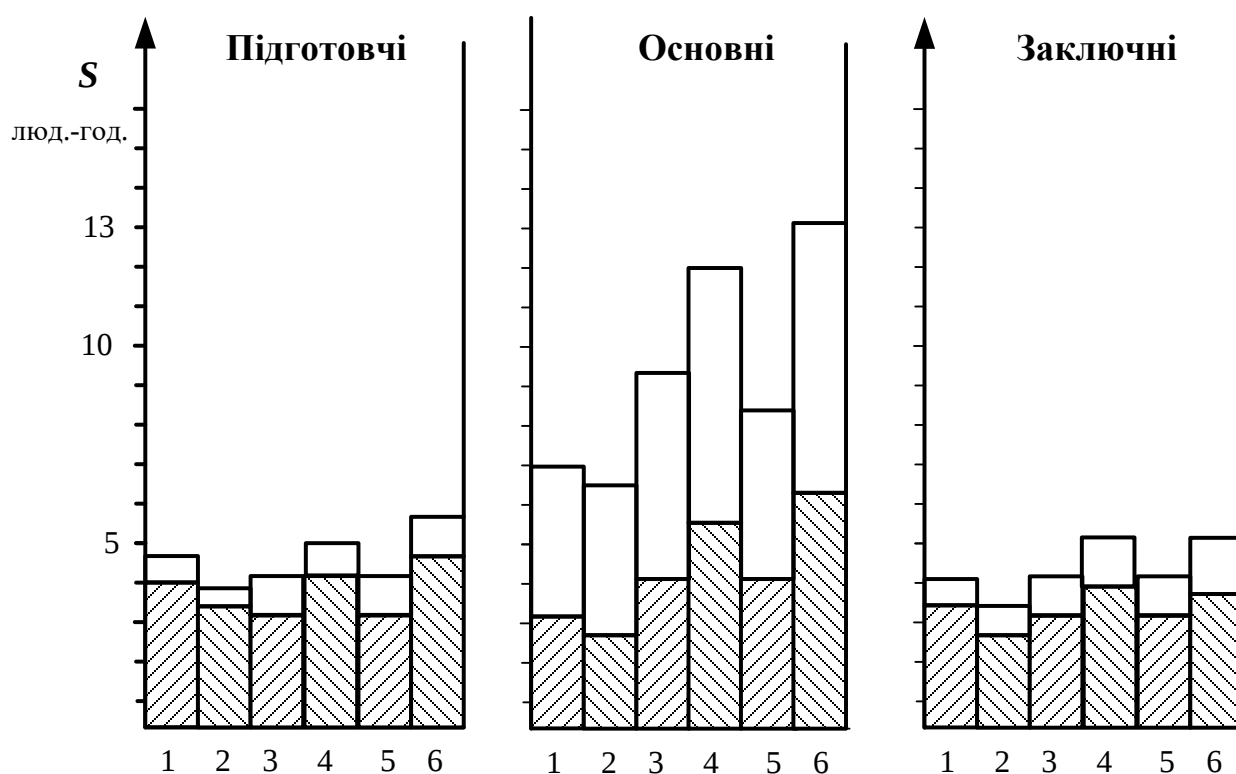


Рис. 4. Розподіл сумарної циклової трудомісткості комбайнів за основними та допоміжними роботами.

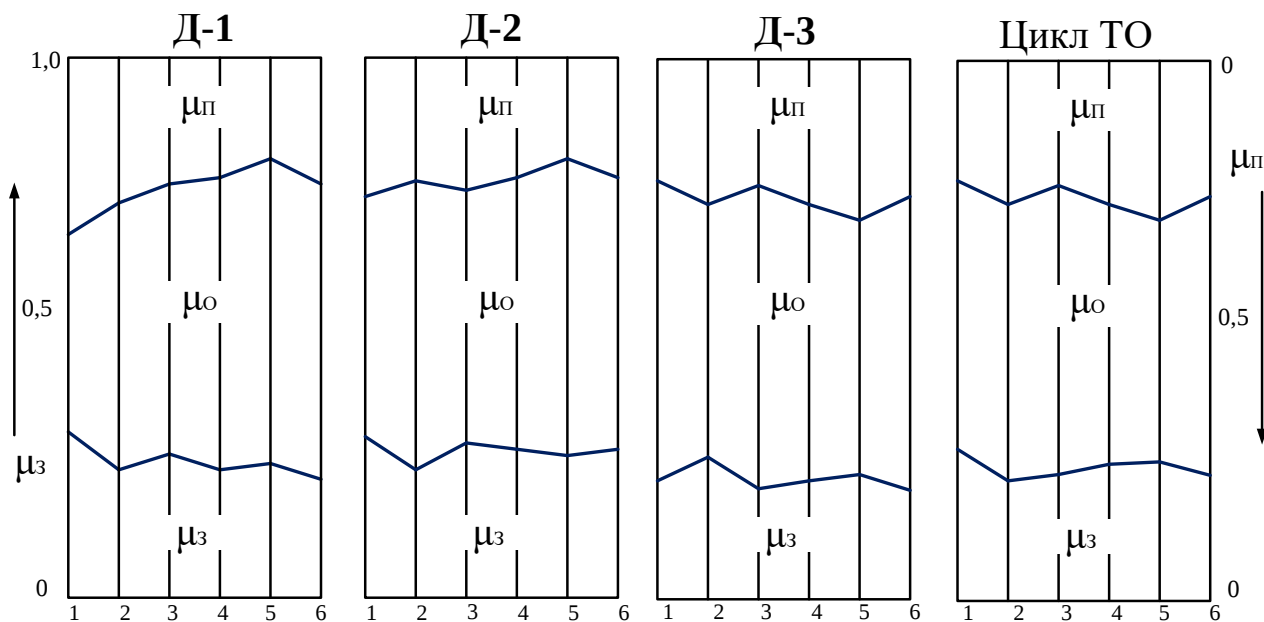


Рис. 5. Приватні показники, які характеризують підготовчі, основні і заключні роботи за видами і за цикл діагностування.

Таблиця 1. Трудомісткість діагностування за цикл ТО і її розподіл за основними і допоміжними роботами.

Показник		Комбайни				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Середній рівень
По комбайну в цілому						
Трудомісткість, люд.-год.	S	11,7	15,5	22,9	13,6	16
Частка основних робіт	μ_o	0,52	0,57	0,56	0,47	0,53
Частка підготовчих робіт	μ_p	0,27	0,21	0,24	0,28	0,25
Частка заключних робіт	μ_z	0,21	0,22	0,20	0,25	0,22
По двигуну						
Трудомісткість, люд.-год.	S	5,9	10,0	12,4	5,95	8,6
Частка основних робіт	μ_o	0,51	0,64	0,50	0,41	0,52
Частка підготовчих робіт	μ_p	0,25	0,16	0,75	0,28	0,36
Частка заключних робіт	μ_z	0,24	0,20	0,25	0,31	0,25
По шасі комбайна						
Трудомісткість, люд.-год.	S	5,8	5,5	10,5	7,66	7,37
Частка основних робіт	μ_o	0,53	0,44	0,63	0,51	0,53
Частка підготовчих робіт	μ_p	0,29	0,29	0,23	0,29	0,28
Частка заключних робіт	μ_z	0,18	0,27	0,14	0,20	0,2

Таблиця 2. Трудомісткість за видами діагностування, показники основних і підготовчо-заключних робіт.

Показник		Комбайни				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Середній рівень
Д-1	S люд.-хв.	15,5	11,2	25,3	21,0	16
	μ_o	0,51	0,52	0,56	0,33	0,53
	μ_p	0,31	0,26	0,28	0,39	0,25
	μ_z	0,18	0,22	0,16	0,28	0,22
Д-2	S люд.-хв.	47,4	50,0	189,6	70,8	8,6
	μ_o	0,58	0,50	0,54	0,45	0,52
	μ_p	0,25	0,27	0,24	0,29	0,36
	μ_z	0,17	0,23	0,22	0,26	0,25
Д-3	S люд.-хв.	6,0	11,24	10,74	6,7	7,37
	μ_o	0,48	0,58	0,56	0,56	0,53
	μ_p	0,25	0,20	0,22	0,20	0,28
	μ_z	0,27	0,22	0,22	0,24	0,2

Таблиця 3. Взаємоприспосованість сільськогосподарських комбайнів і серійних діагностичних засобів (4270) із врахуванням і без врахування повноти діагностування.

Вид діагностування, показники		Комбайни				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Середній рівень
Д-1	K^m	0,44	0,38	0,44	0,25	0,38
		0,64	0,61	0,58	0,35	0,55
	K_O^m	1,10	0,92	1,07	1,25	0,25
		1,60	1,48	1,43	1,75	1,09
	K_B^m	0,14	0,11	0,07	0,06	0,01
Д-2	K^m	0,21	0,17	0,10	0,08	0,14
		0,52	0,47	0,62	0,36	0,49
	K_O^m	0,70	0,59	0,75	0,43	0,62
		1,20	1,08	1,05	1,20	1,13
	K_B^m	1,62	1,36	1,26	1,41	1,41
Д-3	K^m	0,16	0,14	0,33	0,07	0,18
		0,22	0,18	0,40	0,09	0,22
	K_O^m	0,60	1,20	1,07	0,94	0,95
		1,06	1,27	1,36	1,22	1,23
	K_B^m	1,96	1,73	1,66	1,75	1,78
Цикл	K^m	3,35	1,86	2,12	2,23	2,39
		0,23	0,69	0,63	0,45	0,5
	K_O^m	0,40	0,74	0,81	0,59	0,64
		0,54	0,80	0,75	0,49	0,65
	K_B^m	0,89	1,0	0,96	0,64	0,87

Таблиця 4. Показники пристосованості і взаємоприспосованості сільськогосподарських комбайнів і діагностичних засобів за операційними технологіями.

Показник	Комбайни				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Середній рівень
Д-3					
μ^m	0,58	0,47	0,44	0,5	0,5
μ^n	0,42	0,53	0,56	0,5	0,5
K^m	0,71	1,13	1,27	1,0	1,03
K^n	1,4	0,89	0,79	1,0	1,02
Цикл					
μ^m	0,61	0,525	0,525	0,64	0,58
μ^n	0,39	0,475	0,475	0,36	0,43
K^m	0,64	0,9	0,9	0,56	0,75
K^n	1,56	1,1	1,1	1,78	1,39

Таблиця 5. Технологічність робіт виконавців при Д-3 сільськогосподарських комбайнів.

Комбайн і технологія	Показники технологічності, $\mathcal{E}$		
	комбайнер	слюсар	майстер
Комбайн № 1			
базова	0,65	0,48	0,47
операційна	0,81	0,90	0,82
Комбайн № 2			
базова	0,53	0,40	0,26
операційна	0,79	0,84	0,76
Комбайн № 3			
базова	0,49	0,34	0,17
операційна	0,69	0,59	0,71
Комбайн № 4			
базова	0,51	0,42	0,10
операційна	0,67	0,76	0,66
Середнє значення			
базова	0,55	0,41	0,25
операційна	0,74	0,77	0,74

За Д-1 найбільшу трудомісткість допоміжних робіт також має комбайн № 4 (0,67) і його двигун (0,77), що пов'язано з більшим об'ємом робіт по забезпеченню доступу до акумуляторів і до приводного ремня вентилятора. Для інших комбайнів значення приватних коефіцієнтів допоміжних робіт складає 0,42...0,50 і подальше вдосконалення цього виду діагностування складається в скороченні всього об'єму робіт і застосування нових методів діагностування. На нашу думку, доцільно взагалі виключити допоміжні роботи із цього виду діагностування.

Висновки

1. В існуючого технічного обслуговування комбайнів відсутній взаємозв'язок операцій, що викликає їх нераціональну послідовність, нерівномірну завантаженість виконавців і, як наслідок, значну тривалість процесу. Існуючі критерії оцінки технологічності не враховують динаміки протікання технологічного процесу діагностування, не дозволяє порівнювати між собою технології і визначати шляхи їх удосконалення.

2. Застосовані методи оцінки ефективності системи обслуговування недостатньо повно оцінюють процес обслуговування як об'єкт дослідження. Не враховуються взаємозв'язки компонентів і їх вплив на показники ефективності.

3. Різноманіття показників ремонтпридатності і контролепридатності комбайнів ускладнюють оцінку і порівняння їх конструкцій. Застосовані методи оцінки засновані на використанні статистичних матеріалів, що викликає тривалі терміни доведення і дослідження машин. Відсутня прийнята методика швидкісної оцінки показників ефективності обслуговування на основі конструктивних факторів комбайна.

Список літератури

1. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Аналітичні положення визначення коефіцієнта динамічності параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів. 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., Роговський І. Л. Аналіз систем і стратегій технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів та їх складових частин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 258. С. 380–390.

3. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Штучні когнітивні системи в процесах технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія:

техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 353–361.

4. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Математичний апарат опису маршруту технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів з урахуванням виявлення комбінацій відмов. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 337–346.

5. Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan. Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. MOTROL. Lublin. 2017. Vol. 19. No 3. P. 179–184.

6. Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan. Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. TEKA. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 103–114.

7. Войтюк В. Д., Рубльов В. І., Роговський І. Л. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ. НУБіП України. 2016. 360 с.

8. Роговський І. Л. Відновлення працездатності складальних одиниць сільськогосподарської машини. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2015. Вип. 159. С. 224–232.

9. Роговський Іван. Стохастические модели обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. 2014. Tom 16. №3. P. 296–302.

10. Rogovskii I. L. Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 403–411.

11. Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan. Method for Determining Time of next Maintenance of Combine Harvesters. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2018. Lublin–Rzeszów. Vol. 18. No 1. P. 105–115.

12. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Загальні положення структурної схеми АРМ оператора-діагносту зернозбирального комбайна. Machinery & Energetics. Kyiv. 2018, Vol. 9, No 2. С. 155–160.

13. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Рішення завдання розпізнавання сполучень дефектів агрегатів зернозбирального комбайна на основі ШНМ. Machinery & Energetics. Kyiv. 2018, Vol. 9, No 3. С. 159–168.

References

1. Kalinichenko, D. Yu., Rogovskii, I. L. (2017). Analytical position determination of the coefficient of dynamic parameters of the technical condition of combine harvesters. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Doslidnitske. Vol. 21 (35). 55–61.

2. Kalinichenko, D. Yu., Rogovskii, I. L. (2017). Systems analysis and strategies for technical maintenance

of combine harvesters and their parts. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. Vol. 258. 380-390.

3. *Kalinichenko, D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2017). Artificial cognitive systems in the processes of technical maintenance of combine harvesters. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. Vol. 262. 353-361.

4. *Kalinichenko, D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2017). Mathematical apparatus of the description of the route maintenance of combine harvesters in accordance with the detection of combinations of failures. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 275. 337-346.

5. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* (2017). Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. MOTROL. Lublin. Vol. 19. No 3. 179-184.

6. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* (2017). Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. TEKA. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. 103-114.

7. *Voytyuk, V. D., Rublyov, V. I., Rogovskii, I. L.* (2016). System guidelines for quality assurance of technical service of agricultural machinery. Kiev. NULESU. 360.

8. *Rogovskii, I. L.* (2015). Recovery Assembly units of agricultural machines. Bulletin of Kharkov National Technical University of Agriculture named Peter Vasilenko. Kharkov. Vol. 159. 224-232.

9. *Rogovskii Ivan.* (2014). Stochastic models ensure efficiency of agricultural machinery. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Tom 16. № 3. 296-302.

10. *Rogovskii, I. L.* (2017). Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 262. 403-411.

11. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan.* (2018). Method for Determining Time of next Maintenance of Combine Harvesters. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin–Rzeszów. Vol. 18. No 1. 105-115.

12. *Kalinichenko, D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2018). General provisions structural diagram of awp operator-diagnostics combine harvester. Machinery & Energetics. Kyiv. Vol. 9. No 2. 155-160.

13. *Kalinichenko, D. Yu., Rogovskii, I. L.* (2018). Solution to problem of recognition of combinations of defect aggregates combine harvester on basis of INS. Machinery & Energetics. Kyiv. Vol. 9. No 3. 159-168.

техническим состоянием лежит технический контроль, с помощью которого проводят непрерывный или периодический контроль параметров технического состояния, характеризующих текущее фактическое состояние узлов, механизмов или агрегатов. Прогнозирование выполняют при непрерывном контроле для определения наработки, в течение которого сохранится работоспособное состояние, а при периодическом контроле – для определения момента времени следующего контроля.

Процесс технического контроля неисправностей состоит из обнаружения и локализации дефектов в системе зерноуборочных комбайнов. По мере усложнения технических систем зерноуборочных комбайнов и рост требований к безопасности, надежности и экологичности, технический контроль неисправностей становится все более значимой процедурой. Одним из примеров является система технического обслуживания зерноуборочных комбайнов, где требуется высокая надежность и работоспособность, низкий уровень выбросов, кроме того, технический контроль способствует повышению эффективности технического обслуживания зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: анализ, система, стратегия, техническое обслуживание, зерноуборочный комбайн.

ADAPTATION OF COMBINE HARVESTERS TO CONTROL PARAMETERS OF TECHNICAL CONDITION

Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L.

Abstract. The basis of the technical maintenance of combine harvesters for the technical condition is technical control, through which conduct continuous or periodic monitoring of the parameters of the technical condition characterizing the actual state of units, mechanisms or agregatu. Forecasting is performed by continuous monitoring to determine the developments during which you will remain healthy state and under periodic monitoring to determine the time of the next control.

The process of technical control of faults consists of detection and location of defects in the system of combine harvesters. As the complexity of technical systems of combine harvesters and the growth requirements of safety, reliability and sustainability, technical fault monitoring is becoming increasingly important procedure. One example is the system of technical maintenance of combine harvesters, which require high reliability and performance, low emissions, in addition, the technical control helps to improve the effectiveness of the technical maintenance of combine harvesters.

Key words: analysis, system, strategy, technical maintenance, combine harvester.

ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ К КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Д. Ю. Калиниченко, И. Л. Роговский

Аннотация. В основе технического обслуживания зерноуборочных комбайнов за

