

УДК 631.371

**ДО МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ****Козаченко О.В., д.т.н., Блезнюк О.В., к.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н.,
Дроботенко О.А., магістр***(Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенко, Україна)*

Проаналізовано способи випробування сільськогосподарської техніки, запропонована залежність визначення залишкового ресурсу та призначення профілактичних заходів відповідно до сезонного завантаження машин

Вступ. Випробування сільськогосподарської техніки є необхідною умовою для її удосконалення. Необхідність у випробуваннях постає у багатьох випадках, виходячи із мети та постановки завдань дослідження. Згідно [1], випробування у техніці – це експериментальне визначення кількісних або якісних характеристик об'єкта випробувань за результатами впливу на нього під час функціонування. Для сільськогосподарської техніки, особливо сезонного використання, є важливим вибір випробувань за їх тривалістю. За результатами таких випробувань встановлюють прогноз стосовно виконання профілактичного обслуговування і ремонту, виходячи з використання машин у виробничому процесі. Методи випробувань розподіляють по формі організацій, швидкості і точності отримання інформації, а також по технічним засобам, які використовуються при випробуваннях.

Аналіз публікацій. Питання проведення випробування сільськогосподарської техніки розглядаються в [2-5], коли кількісні та якісні характеристики об'єктів досліджень отримані в різних умовах за їх довготривалістю. При цьому такі випробування не забезпечують отримання достовірної інформації стосовно значення залишкового ресурсу, враховуючи умови переходу від стендових до експлуатаційних випробувань. Тому постає необхідність більш детального аналізу характеристик випробувань та надання рекомендацій для розрахунку залишкового ресурсу машин з метою проведення профілактичних заходів.

Метою роботи є аналіз існуючих способів виконання, уточнення умов подібності при різних видах випробувань та визначення залишкового ресурсу сільськогосподарської техніки для встановлення термінів виконання профілактичних заходів.

Основна частина. Найбільш імовірним способом отримання результатів є випробування при безпосередній експлуатації машин. Але для сільськогосподарських машин, які використовуються, у своїй більшості,

сезонно в продовж обмеженого часу, отримання результатів необхідної точності можливо тільки за період двох-трьох сезонів. Це значно затягує і ускладнює строки випробувань і уповільнює процес впровадження у виробництво перспективної техніки. Для збільшення часу сезонного випробування техніки доцільно використовувати різницю в кліматичних умовах районів України. Після виконання певного обсягу робіт у південних районах техніка, яка підлягає випробуванню переміщується в північні райони і таким чином збільшується напруження машин до обсягу, який дозволяє з достатньою точністю зробити оцінку їх надійності. Такі випробування є натурними, але по своїй суті їх можна віднести до прискорених випробувань, під якими розуміють такі випробування, які дозволяють визначити або оцінити надійність машини за більш короткий проміжок часу ніж в експлуатації. Крім вказаних, розрізняють також прискорені випробування з використанням спеціальних полігонів або стендів. Ці види випробувань відрізняють від експлуатаційних насамперед моделюванням або наближеним відтворенням експлуатаційних режимів випробувань.

Користуючись працями академіка В.П. Горячкіна [6], а також відомими принципами подібності [7], можна визначити умови подібності і коефіцієнти переходу при заміні умов роботи деталі або при заміні деталі зразком або фрагментом деталі. При цьому будемо розуміти під умовами подібності зберігання фізичної картини відмови в умовах стенда або полігона, коли фіксується вид відмов і закономірності їх розвитку.

Як правило, прискорені випробування призначають для певного виду руйнування (утомленість, спрацювання, корозія і т.д.) або типу машини, деталі, вузла. Процес руйнування деталі або вузла можна прискорити шляхом виключення пауз або режимів, які практично не впливають на їх довговічність, а також за рахунок форсування режимів навантаження – збільшення навантаження або частоти їх прикладання, підвищення швидкостей руху тощо.

Кожний процес руйнування має свою критичну зону, за якою стається його якісна зміна. Режими і методи прискорених випробувань слід вибирати таким чином, щоб ця критична зона не була досягнута і щоб якісний бік процесу руйнування залишався без змін.

Між часом t_e роботи деталі в умовах експлуатації і часом t_c роботи деталі на стенді існує наступний зв'язок:

$$t_e = K_{II} \cdot t_c, \quad (1)$$

де K_{II} – коефіцієнт переходу.

Коефіцієнти переходу з умов подібності [7] величина постійна, не залежить від часу t_e і t_c , а залежить тільки від їх співвідношення

$$K_{\Pi} = const. \quad (2)$$

З умов постійності K_{Π} виходить, що від функціональної залежності значення параметра від часу роботи при переході від умов експлуатації до стендових умов при повній подібності зберігається.

Наведені вище умови подібності можна розповсюдити і на випадкові величини, які при достатній кількості спостережень можна вважати не випадковими і тому до них можна застосувати спосіб визначення коефіцієнта переходу для детермінованої залежності. Користуючись умовою (2), можна одержати співвідношення математичного очікування часу безвідмовної роботи його середнього квадратичного відхилення, отримані в умовах стендових і експлуатаційних випробуваннях, з яких впливає умова моделювання

$$v_c = v_e, \quad (3)$$

де v_c, v_e – коефіцієнти варіації часу випробувань на стенді і в експлуатації.

Так як параметри розподілення визначаються по кінцевих вибірках, то умови подібності необхідно розуміти в статистичному розподіленні – з деякою довірчою імовірністю.

З метою скорочення часу випробувань машин застосовують спеціальні методи організації випробувань, серед яких необхідно виділити метод ступеневих випробувань і послідовного аналізу.

Сутність методу ступеневих випробувань полягає в тому, що деталь короткочасно навантажується при експлуатаційному навантаженні, а потім руйнується при підвищеному навантаженні.

Метод випробувань, заснований на послідовному аналізі результатів випробувань, передбачає попередню розробку спеціальної процедури визначення відповідних показників і порівняння їх з стандартними. При цьому виділяються три області: область приймання або відхилення гіпотези і область невизначеності, для якої необхідно продовжувати випробування.

Наведені вище методи дозволяють в 1,5-2 рази скоротити час проведення випробувань.

Програма атестаційних випробувань включає додатково ще і порівняння встановлених під час випробувань показників із зразками техніки, що прийнята у якості прототипу. Розрізняють атестаційні випробування: відомчі, державні та міжнародні. Останні дають змогу постачання виробу на міжнародний ринок.

Основними питаннями випробувань є розробка або застосування існуючих технічних засобів проведення випробувань. Загальним принципом при цьому, особливо при скорочених випробуваннях, є внутрішнє навантаження [2]. При випробуванні редукторів, передач, коробок швидкостей з них складають кінематичний замкнений контур, який підлягає внутрішньому

навантаженню шляхом деформування пружного елемента. Такі випробування мають наступні позитивні якості:

- потужність приводу витрачається тільки на подолання сил тертя, при цьому можна випробувати деталі потужних машин на стендах з невеликою потужністю двигунів і малою витратою енергії;

- витрати на тертя можна замірювати з великою точністю.

Але внутрішнє навантаження не завжди можливо. У цьому випадку навантаження виконується по прямому потоку і уся потужність, що передається та витрачається на тертя, перетворюється на тепло.

В останній час широкого використання знаходять стенди з рекуперацією потужності, коли енергія перетворюється в електричну і передається в мережу. Однак, такі пристрої дуже складні, так як потребують стабілізації частоти струму, який направляється в мережу.

В результаті проведення випробувань отримують значення параметрів деталі або вузла з яких необхідно встановити рівень працездатності або безвідмовності. Вирішення цієї задачі полегшується, коли під час проведення випробувань виконують визначення діагностичного параметра.

Залежність діагностичного параметра від напрацювання носить характер сукупності детермінованої і випадкової величин, обумовлених внутрішніми і зовнішніми факторами. Фактично зміна діагностичного параметру конкретного робочого органу являє собою реалізацію випадкової функції. Застосування діагностичних засобів дозволяє відмовитись від прогнозування по середньому значенню і перейти до прогнозування по реалізації, що веде тільки до збільшення точності прогнозу. У якості апроксимуючої функції часто використовується степенева залежність, окремим випадком якої є лінійна функція. При цьому за рекомендацією [7] показник степені вважається відомим, визначеним за попереднім випробуванням, і зберігає своє значення для кожної реалізації. Це твердження при розробці методики доцільно перевіряти використовуючи отримані наступним чином умови. Хай детермінована частина діагностичного параметру $u(t)$ має вид

$$u(t) = at^a, \quad (4)$$

де a – коефіцієнт, що характеризує швидкість зміни параметра $u(t)$;

a – показник степені.

Значення a для різних реалізацій буде відрізнятися, але ця різниця не повинна перевищувати точності визначення діагностичного параметру. Позначимо через a_1 показник степені, визначений по реалізації, а a раніш встановлене усереднене значення показника степені по попереднім дослідженням. Тоді можна записати для реалізації значення діагностичного параметра при a і a_1 і після перетворень отримаємо допустиму різницю $[\Delta a]$

$$[\Delta a] = \frac{\ln(1 + \delta)}{\ln t}, \quad (5)$$

де δ – допустиме відносне відхилення діагностичного параметру.

Якщо $\Delta a < [\Delta a]$, то тоді можна визначити a по методу найменших квадратів, вважаючи, що a є відомою величиною.

Теоретичне значення остаточного ресурсу визначається виразом

$$t_0 = \left[\frac{u(t)}{a} \right]^{\frac{1}{a}} \cdot \left[\left(\frac{u_{II}}{u(t)} \right) \right]^{\frac{1}{a}} - 1, \quad (6)$$

де u_{II} – значення діагностичного параметру.

Для оцінки точності залишкового ресурсу визначається середньоквадратичне відхилення діагностичного параметру і в залежності від прийнятої довірчої ймовірності визначається відхилення діагностичного параметру від його теоретичного значення.

По значенню залишкового ресурсу шляхом порівняння його з сезонним наробітком приймають рішення про проведення технічного обслуговування і ремонту.

Висновок. Запропоновану теоретичну залежність визначення залишкового ресурсу доцільно застосовувати при виконанні випробувань сільськогосподарської техніки та прийняття рішення стосовно проведення заходів технічного обслуговування і ремонту.

Список літератури

1. ДСТУ 3021-95 Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення.

2. *Козаченко А.В.* Ресурсные испытания редукторов копачей корнеуборочной машины КС-6Б [Текст] / *А.В. Козаченко, И.П.Сычев, В.А.Мартыненко та ін.* // Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: Сб. н. тр. ХГТУСХ. – Харьков: ХГТУСХ, 1996. – с. 25-27.

3. *Козаченко А.В.* Повышение ремонтпригодности рабочих органов свеклоуборочной машины [Текст] / *А.В. Козаченко, И.П.Сычев* // Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: Сб. н. тр. ХГТУСХ. – Харьков: ХГТУСХ, 1997. – с.131-134.

4. *Козаченко О.В.* Випробування сільськогосподарських машин і прогнозування їх технічного стану [Текст] / *О.В. Козаченко* // Підвищення

надійності відновлюємих деталей машин: Сб. науч. трудов ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2000

5. *Козаченко О.В.* До обґрунтування стратегії визначення режимів експлуатації сільськогосподарської техніки [Текст] / *О.В. Козаченко* // Підвищення надійності відновлюємих деталей машин: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 14. – С. 128-132.

6. *Горячкин В.П.* Собрание сочинений в 3 т. [Текст]. Под ред. *Н.Д.Лучинского*. – М.: Колос, 1968.

7. *Погорельй Л.В.* Испытания сельскохозяйственной техники: научно-методические основы оценки и прогнозирования надёжности сельскохозяйственных машин [Текст] / *Л.В. Погорельй, В.Я. Анилович*. – К.: Феникс, 2004. – 208 с.

Аннотация

К МЕТОДИКЕ ИСПЫТАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Козаченко А.В., Блезнюк О.В., Шкрегаль А.Н., Дроботенко А.А.

Проанализированы способы испытания сельскохозяйственной техники, предложена зависимость определения остаточного ресурса и назначения профилактических мероприятий в соответствии с сезонной загрузкой машин

Abstract

TO METHODS OF TESTING AND TECHNICAL STATE PREDICTION OF AGRICULTURAL MACHINERY

A. Kozachenko, O. Bleznyuk, A. Shkregal, A. Drobotenko

Analyzed the testing methods of agricultural machinery, suggested dependence of the residual resource assignment and preventive measures in accordance with the seasonal loading machines