

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАКТОРІВ  
ВДОСКОНАЛЕННЯМ СИСТЕМИ ЯКОСТІ ЇХ  
ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ**

**Макаренко М.Г., Вишняк В.Ю., Лебедєв С.А.**

*Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

**Макаренко О.М.**

*Харківський національний технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка*

*Розглядається проблема підвищення надійності тракторів  
вдосконаленням системи якості їх експлуатаційної технологічності та  
пропонуються напрями її вирішення.*

**Вступ.** Висока продуктивність машин залежить від їх надійності, тобто властивості виконувати задані функції, зберігаючи експлуатаційні показники у встановленому діапазоні протягом необхідного часу (необхідного напрацювання) за заданих виробничих умов. Щоб забезпечити безперервність потокового процесу сільськогосподарського виробництва, необхідно виключити простой тракторів, що викликаються відмовами і з технічних причин.

Надійність і ефективність роботи тракторів в значній мірі визначаються рівнем якості їх технічної експлуатації. Різноманіття умов експлуатації і різноплановість застосування тракторів істотно знижують надійність і ефективність їх роботи. При експлуатації машин виникають несправності і відмови. Причини наступні: порушення правил експлуатації; порушення регулювань окремих з'єднань, механізмів, вузлів і систем; знос деталей, що супроводжуються зміною форми і розмірів; порушення правил техніки безпеки; дефекти при виготовленні машин.

**Аналіз публікацій.** Питання підвищення надійності тракторів, пристосованості їх до технічного обслуговування неодноразово розглядалися провідними вченими [1 – 3]. Вони вказували, що вимоги до експлуатаційної технологічності тракторів, які перш за все, ґрунтуються на обліку режимів експлуатації, стратегії технічного обслуговування (ТО) (видах, об'ємі і періодичності дій), достовірності і об'єктивності виконання регламентних робіт при ТО і структурі системи ТО (організації і технології проведення робіт по ТО). Всі встановлені вимоги повинні в повному об'ємі реалізовуватись в процесі виробництва тракторів і дотримувати при ТО, оскільки саме в ході виконання ТО виявляються властивості надійності та експлуатаційної технологічності тракторів, їх складових частин і систем [4].

Експлуатаційна технологічність тракторів істотно впливає на його надійність [5], фактичну продуктивність, витрату палива і визначається конструктивними, виробничими і експлуатаційними чинниками. Конструктивні чинники характеризують контролепридатність, доступність, взаємозамінність, відновлюваність і працездатність трактора і його складових частин [6]. Найбільш значущі виробничі чинники визначаються технологією виготовлення деталей і складальних одиниць, а експлуатаційні – умовами рядової експлуатації, в яких виявляються властивості конструкції трактора, закладені при його проектуванні.

**Мета і постановка задачі.** Метою роботи є дослідження напрямків керування якістю експлуатаційної технологічності тракторів та визначення комплексу управляючих дій по забезпеченню їх надійності.

**Вирішення задачі.** Проблему підвищення надійності тракторів вдосконаленням системи якості їх експлуатаційної технологічності потрібно вирішувати з позицій системного підходу, враховуючи мету технічної експлуатації і реалізацію способів і методів їх досягнення.

Під системою якості експлуатаційної технологічності розуміється енерготехнічна сукупність функціонально поєднаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва і виконавців, призначених для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів або операцій відповідно до вимог нормативно-технічної документації, в якості яких використовуються агрозоотехнічні вимоги, галузеві системи господарювання і стандартизовані в державному масштабі технології.

Як комплексний критерій якості доцільно використовувати комплексний критерій вірогідності якості, що є вірогідністю того, як дана машина задовольняє агрозоотехнічним і експлуатаційно-економічним вимогам по сукупності критеріїв на всій безлічі умов (критерій придатності).

Для сучасного етапу розвитку конструкцій і типуажу сільськогосподарських машин велику актуальність мають також задачі синтезу параметрів машин не тільки з погляду зниження витрати енергії, палива, металоемності, вібронавантаження, але і з позицій підвищення технологічної і технічної надійності.

Аналіз досвіду робіт по забезпеченню надійності тракторів в експлуатації показує, що як правило ці роботи направлені на досягнення обумовленого в технічному завданні або технічних умовах нормативного рівня. При цьому прагнуть підвищити ресурс і термін служби та понизити число відмов і трудомісткість технічного обслуговування (ТО) до бажаного рівня, заданого експертним шляхом.

Нормативи безвідмовності тракторів і їх складових частин (агрегатів, систем, деталей) з метою оперативної перевірки необхідно розробити для умов нормальної експлуатації, тобто експлуатації при якій дотримуються всі вимоги заводської інструкції з експлуатацій, нормативно-технічної

документації на ремонт і зберігання. Рівень безвідмовності трактора у значній мірі визначає термін його експлуатації. Чим більше виникає відмов, тим більше простоє трактор і збільшуються витрати на їх усунення віднесені до одиниці напрацювання. З погіршенням технічного стану агрегатів зростає витрата паливо-мастильних матеріалів і зарплата трактористів.

Одна з найбільш характерних особливостей сільськогосподарського виробництва — значний вплив термінів виконання виробничих процесів на отримання кінцевої продукції.

Зміна збору продукції  $U$  з одиниці площі залежно від календарного терміну виконання роботи  $D$  для більшості сільськогосподарських технологічних процесів має характер кривих вищого порядку з вираженим максимумом, що відповідає оптимальному терміну (рис. 1).

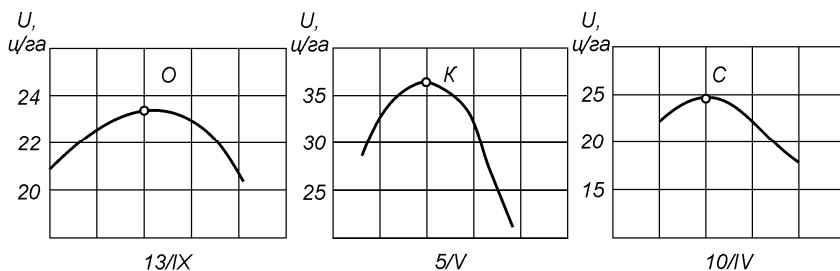


Рис. 1. Зміна врожайності культур  $U$  залежно від терміну посіву:  
 О - озима пшениця (Запорізька область); К - кукурудза (Донецька область); С - соняшник (Харківська область)

Подовження терміну виконання процесу внаслідок пониженої надійності техніки веде і до зниження збору продукції з одиниці площі, оскільки виконання агротехнічної операції у необхідний термін відповідає найбільшому збору врожаю.

Це виражається залежністю

$$U_i = AD_i^2 + BD_i + U_0 \quad (1)$$

де параметри рівняння мають розмірності:  $A$  - ц/(га·день<sup>2</sup>);  $B$  - ц/(га·день);  $U_0$  - ц/га;  $D_i$  - тривалість виконання роботи від оптимального моменту, доба.

З метою спрощення функції  $U_i = f(Dt)$  при відносно невеликих проміжках часу може бути прийнята лінійна залежність

$$U_i = U_{\max} (1 - K_n D_i) \quad (2)$$

де  $U_i$  — поточне значення урожайності, ц/га;  $U_{\max}$  — значення врожайності, відповідне виконанню робіт в оптимальні терміни;  $K_n$  — коефіцієнт обліку втрат збору продукції (в частках) при зміщенні тер-

міну виконання роботи від оптимального моменту на одиницю часу (доба).

Коефіцієнт обліку втрат

$$Kn = \frac{U_{max} - U_i}{U_{max} \cdot D_i} \quad (3)$$

Метод визначення оптимального ресурсу (терміну служби) і нормування безвідмовності (зворотна задача) заснований на зміні мінімуму функції питомих приведених витрат до напрацювання рівного терміну служби трактора, шляхом моделювання його показників безвідмовності.

Як показує виробничий досвід, підвищення надійності машин вдосконаленням конструкції і технології виготовлення супроводиться збільшенням її первинної вартості

Хоча при цьому знижується вартість підтримки працездатності (рис. 2), загальні витрати експлуатації мають характер кривої з вираженим мінімумом, що визначає економічно оптимальний рівень надійності машини.

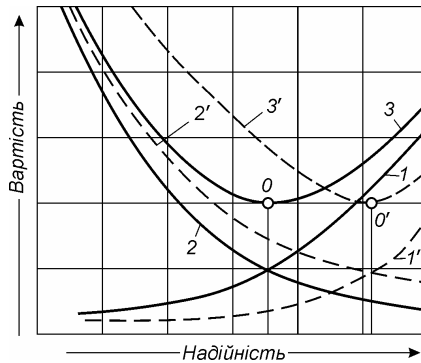


Рис. 2. Зміна вартості експлуатації залежно від рівня надійності машин: 1 — вартість виготовлення; 2 — вартість експлуатації; 3 — сумарна вартість; О — оптимальний рівень надійності.

Аналізуючи графік, можна зробити висновок, що впливаючи на вартість виготовлення та експлуатації, є можливість керувати надійністю тракторів. Економічно оптимальний рівень надійності буде завжди менше надійності абсолютно безвідмовних машин. Тому в практиці експлуатації машинно-тракторного парку виключно важливе значення мають заходи, направлені на підтримку працездатності машин при їх експлуатації і при зберіганні.

В практиці нормування показників надійності, що склалася, для комплексної оцінки рівня надійності використовують коефіцієнт готовності

$$K_r = \frac{R}{R+t_e} \quad (4)$$

Проте, для виконання парком тракторів заданих об'ємів робіт у встановлені терміни необхідно враховувати також час на проведення технічних обслуговувань. Тому для комплексної оцінки рівня надійності трактора є доцільним застосовувати коефіцієнт технічного використання який взаємозв'язаний з показниками довговічності і безвідмовності. Зокрема, повним середнім ресурсом, терміном служби, коефіцієнтом готовності, напрацюванням на відмову, середнім числом відмов, вірогідністю безвідмовної роботи і ін.

$$K_{III} = \frac{\alpha \sum_{K=1}^N \tau_K}{\alpha \sum_{K=1}^N \tau_K + \sum_{K=1}^N \tau_{B,K} + \sum_{K=1}^N \tau_{TO,K}} = \frac{\alpha \bar{\tau}}{\alpha \bar{\tau} + \bar{\tau}_B + \bar{\tau}_{TO}} \quad (5)$$

де  $\tau_K$  - час роботи К-го трактора, г;

$\tau_{B,K}$  - час відновлення К-го трактора, г;

$\tau_{TO,K}$  - час проведення ТО К-го трактора, г;

$\alpha$  - коефіцієнт переводу мото.г. в години;

$\bar{\tau}_K, \bar{\tau}_B, \bar{\tau}_{TO}$  - відповідно, середній час роботи, відновлення, проведення ТО.

Коефіцієнт  $\alpha$  у значній мірі залежить від структури тракторних робіт. Так, для гусеничних тракторів загального призначення, зайнятих в основному на обробці ґрунту  $\alpha=1,05 - 1,15$ ; для універсально-просапних тракторів, зайнятих значну частину часу на легких і транспортних роботах  $\alpha=1,2 - 1,25$ . Для практичних розрахунків можна прийняти  $\alpha=1$ .

**Висновки.** Статистичні дані показують, що збільшення витрат на технічне обслуговування до деякої межі збільшує надійність трактора та його річне напрацювання. Подальше збільшення витрат супроводжується падінням напрацювання. Це обумовлено порушенням планово-попереджувальної системи ТО та значними витратами від простоїв тракторів.

Показники досконалості тракторів, що характеризуються надійністю при вдосконаленні системи якості їх експлуатаційної технологічності це перш за все відносна трудомісткість технічного обслуговування як відношення витрат праці на технічне обслуговування за період експлуатації до тривалості експлуатації і витрати праці на технічне обслуговування в перерахунку на один еталонний га.

При розробці і виготовленні трактора його показники можна змінювати в бажаному напрямі для забезпечення необхідного рівня надійності та експлуатаційної технологічності. Відмінність умов експлуатації, об-

слуговування і ремонту, тобто складу і характеру діючих експлуатаційних чинників, є причиною відмінності значень показників надійності. Конструктивні особливості трактора зумовлюють значення його показників надійності і інтенсивності їх зміни при зміні умов експлуатації. Конструкція трактора повинна реагувати на здійснювані в процесі експлуатації профілактичні заходи, які є одним з найважливіших експлуатаційних чинників для забезпечення необхідного рівня надійності.

#### **Список використаних джерел:**

1. Топилин Г.Е., Забродский В.М. Работоспособность тракторов. – М.: Колос, 1984. – 303 с.
2. Топилин Г.Е. Нормирование трудоемкости технического обслуживания тракторов // Техника в сел. хоз-ве. – 1978. – № 7. – С. 86–88.
3. Топилин Г.Е. Экспертная оценка приспособленности тракторов к техническому обслуживанию // Техника в сел. хоз-ве. – 1978. – № 5. – С. 34–37.
4. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов / В.С. Михлин, К.И. Диков, Г.Е. Топилин. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
5. Прогнозирование надежности тракторов / В.Я. Анилович, А.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко, И.Ш. Чернявский; под общ. ред. В.Я. Аниловича. – М.: Машиностроение, 1986. – 244 с.
6. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов / Под общ. ред. Н.Ф. Чухчина и В.Н. Старикова. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.

#### **Аннотация**

### **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРАКТОРОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ**

**Макаренко Н.Г., Вишняк В.Ю., Лебедев С.А.,**

**Макаренко А.Н.**

*Рассматривается проблема повышения надежности тракторов совершенствованием системы качества их эксплуатационной технологичности и предлагаются направления ее решения.*

#### **Abstract**

### **RISE OF RELIABILITY OF TRACTORS BY PERFECTION OF SYSTEM OF QUALITY OF THEIR OPERATING TECHNOLOGICAL**

**N. Makarenko, V. Vishnyak, S. Lebedev, A. Makarenko**

*The problem of rise of reliability of tractors is considered by perfection of the system of quality of their operating technological and directions of its decision are offered.*