

УДК 631.3:62-192

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ГОТОВНОСТІ МАШИН РОСЛИННИЦТВА ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ ПОТОЦІ ВІДМОВ

Шевченко С.А., канд. техн. наук

(Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. П.Василенка)

Запропоновано характеризувати коефіцієнт готовності машин рослинництва в умовах нестационарного потоку відмов його еквівалентним значенням – значенням коефіцієнту готовності при стаціонарному потоці відмов, яке призводить до такої самої втрати врожаю, що й при нестационарному потоці. Обґрунтовано залежність для визначення еквівалентного значення коефіцієнта готовності машин рослинництва.

Постановка проблеми. Одним з комплексних показників надійності є коефіцієнт готовності, який визначається як імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу крім запланованих періодів протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено [1]. Проаналізуємо особливості застосування коефіцієнту готовності до машин рослинництва, враховуючи, що йому притаманні технологічні процеси з багатьох технологічних операцій. Якщо перед виконанням технологічної операції здійснюються превентивні заходи, спрямовані на заміну елементів машини з недостатнім залишковим ресурсом, то параметр потоку відмов зменшується, а надалі – набуває свого сталого значення. Відповідно змінюються миттєве та інтервальне значення коефіцієнта готовності.

При дослідженні експлуатаційної надійності машин рослинництва слід враховувати, що при виконання кожної з операцій технологічного процесу характеризується коефіцієнтом реалізації біопотенціалу (КРБП) рослин [2], який залежить, зокрема, від часу її виконання. Отже, як показано в роботі [3], втрати КРБП рослин внаслідок відмови залежать не лише від тривалості відновлення, а також і від частки площі поля, обробленої до настання відмови.

Таким чином, при нестационарному потоці відмов, середнє значення коефіцієнта готовності машин рослинництва не в повній мірі характеризує вплив відмов на втрати врожаю. Отже, визначення інтервального коефіцієнту готовності шляхом усереднення миттєвих значень коефіцієнта готовності не в повній мірі враховує вплив нестационарності потоку відмов на втрати врожаю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Коефіцієнт використання часу доби, як і коефіцієнт технічного використання, застосовується в моделі управління технічною готовністю і станом машин [4].

Як узагальнений показник безвідмовності, готовності і ремонтпридатності періодично використовуваних машин в роботі [5]

запропоновано використовувати зважену суму відповідних показників. Однак слід зауважити щодо складності об'єктивного вибору відповідних вагових коефіцієнтів – аналогічно тому, як це має місце при зведенні задачі багатокритеріальної оптимізації до однокритеріальної задачі.

В роботі [6] міститься огляд робіт, спрямованих на вдосконалення методик визначення коефіцієнта готовності і коефіцієнта технічного використання, які полягають в обліку середньої частки машин, які не готові і не плануються до використання; обліку організаційних резервів при ремонті машин; обліку використання машини за призначенням. Там же стверджується, що коефіцієнти технічної готовності і технічного використання не в повній мірі характеризують споживчі властивості і можливості техніки, оскільки до уваги не береться робота в міжзмінний і неробочий час, при відновленні машин, а також простої в очікуванні технічного обслуговування і ремонту, можливість надання технічного сервісу тощо.

На основі аналізу станів машин в процесі експлуатації в роботі [7] запропоновано, зокрема, такі показники використання машин, як коефіцієнт простоїв і непланових технічних обслуговувань і ремонтів (ТОiP) машин в робочий час, коефіцієнт простоїв і непланових ТОiP машин в неробочий час.

Невирішеною частиною проблеми є визначення коефіцієнту готовності машин рослинництва при експлуатації за станом з урахуванням впливу відмов на втрати врожаю.

Метою даної роботи є обґрунтування методики обчислення еквівалентного значення коефіцієнту готовності машин рослинництва при нестационарному потоці відмов. Критерієм еквівалентності є відповідність втрат врожаю внаслідок відмов машин певному сталому значення коефіцієнту готовності.

Виклад результатів дослідження.

Отже, коефіцієнт готовності машин рослинництва на інтервалі виконання технологічної операції пропонується характеризувати його еквівалентним значенням, що визначається наступним чином. Еквівалентним значенням коефіцієнта готовності називатимемо значення сталого коефіцієнта готовності, який призводить до таких самих втрат середнього КРБП рослин внаслідок відмов, що й при заданій зміні параметра потоку відмов у часі.

В подальшому розглядатимемо випадок, коли розподіл тривалості відновлення не залежить від превентивних заміन елементів перед технологічною операцією і лишається незмінним.

Далі аналізуватимемо випадок лінійного зменшення КРБП рослин з часом. Для визначення втрат КРБП рослин при стаціонарному відмов і довільній кількості відмов скористаємось залежністю [8]:

$$M[\Delta_k] = \frac{k_1 M[\tau] w_0 T}{2}, \quad (1)$$

де Δ_k – втрата середнього КРБП рослин внаслідок відмов; k_1 – коефіцієнт пропорційності в лінійній залежності КРБП рослин від часу, 1/год; τ

- тривалість відновлення, год; w_0 – параметр потоку відмов, 1/год; T – тривалість технологічної операції за відсутності відмов, год.

Виражаючи середній наробіток між відмовами через параметр потоку відмов, перетворимо (1):

$$\mathbf{M}[\Delta\kappa(K_T)] = \frac{k_1 T}{2} \cdot \left(\frac{1}{K_T} - 1 \right), \quad (2)$$

де K_T – коефіцієнт готовності.

Зменшення втрат КРБП рослин внаслідок превентивних заходів по заміні елементів машин будемо характеризувати відповідним коефіцієнтом:

$$\mathbf{M}[\Delta\kappa_{II}] = K_M \frac{k_1 T}{2} \left(\frac{1}{K_T} - 1 \right), \quad (3)$$

де $\Delta\kappa_{II}$ – втрата середнього КРБП рослин внаслідок відмов при застосуванні превентивних заходів для запобігання відмов; K_M – коефіцієнт зменшення втрат КРБП рослин внаслідок превентивних заходів по заміні елементів машин.

Еквівалентне значення коефіцієнта готовності машин рослинництва при виконанні технологічної операції визначимо з рівняння:

$$\mathbf{M}[\Delta\kappa_{II}] = \mathbf{M}[\Delta\kappa(K_{EF})], \quad (4)$$

де K_{EF} – еквівалентне значення коефіцієнта готовності машин.

Отже,

$$\frac{k_1 T}{2} K_M \cdot \left(\frac{1}{K_T} - 1 \right) = \frac{k_1 T}{2} \cdot \left(\frac{1}{K_{EF}} - 1 \right). \quad (5)$$

Після перетворень одержимо:

$$K_{EF}(K_M, K_T) = \frac{1}{K_M \cdot \left(\frac{1}{K_T} - 1 \right) + 1}. \quad (6)$$

Таким чином, знаючи сталі значення коефіцієнту готовності машин (наприклад, при коригувальному ремонті) та оцінивши зменшення втрат внаслідок превентивних заходів з запобігання відмов, можна визначити еквівалентне значення коефіцієнта готовності (при стаціонарному потоці відмов).

Здійснюючи аналогічні перетворення, можна показати, що залежність (6) може застосовуватись також і спадаючій квадратичній залежності КРБП рослин від часу. В цьому випадку [8]:

$$\mathbf{M}[\Delta\kappa] = \frac{2}{3} k_2 T^2 w_0 \mathbf{M}[\tau], \quad (7)$$

де k_2 – коефіцієнт пропорційності в квадратичній залежності КРБП рослин від часу, 1/год².

Графік залежності (6) наведено на рис. 1.

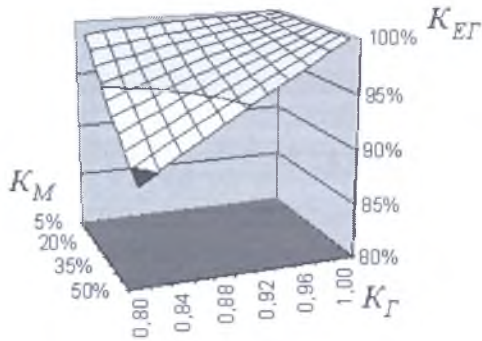


Рисунок 1 – Залежність еквівалентного значення коефіцієнта готовності машин рослинництва при нестационарному потоці відмов від коефіцієнту готовності при сталому потоці відмов та коефіцієнту зменшення втрат врожаю внаслідок заходів для запобігання відмов.

Висновок. Розроблено методику для обчислення еквівалентного значення коефіцієнту готовності машин рослинництва при нестационарному потоці відмов. Критерієм еквівалентності є відповідність втрат врожаю внаслідок відмов машин певному сталому значенню коефіцієнту готовності. Одержані результати можуть використовуватись при оптимізації обслуговування машин рослинництва з урахуванням втрат врожаю внаслідок відмов. Перспективним напрямком подальших досліджень є визначення впливу параметрів обслуговування машин рослинництва за станом на еквівалентне значення коефіцієнту готовності.

Список літератури

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
2. Ковтун Ю. Реалізація біопотенціалу сільгоспкультур як показник рівня індустріального землеробства // Техніка і технології АПК –2012. – № 11 (38). – С. 31–35.
3. Шевченко С.А. Дослідження впливу відмови техніки на коефіцієнт реалізації біологічного потенціалу рослин / С.А. Шевченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми технічної експлуатації машин. Системотехніка і технології лісового комплексу. – 2010. – Вип. 94. – С. 22-25.
4. Назаренко А.С. Модель управління технічної готовністю и состоянием транспортных и технологических машин лесного комплекса // Вестник РГАЗУ. Научный журнал. –2007. –№2 (7). –С. 20–25.

5. Rajpal P.S., Shishodia K.S., Sekhon G.S. Reliability, Availability, and Maintainability of Intermittently-used Repairable Systems // Defence Science Journal. – 2007. – Vol. 57. – No. 2. – P. 211-222.

6. Бураев М.К. К выбору критерия комплексной оценки системы агротехнического сервиса / М.К. Бураев // Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”. – 2009. – Вып. 34. – С. 76–91.

7. Репин С.В. Методология совершенствования системы технической эксплуатации строительных машин: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук: спец. 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины» / С.В. Репин; Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строительный университет. – С.-Пб. – 2008. – 46 с.

8. Шевченко С. Потери урожая при корректирующем ремонте машины и при обслуживании по состоянию перед технологической операцией / С. Шевченко // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation in farm and agri-food industry machinery. – Lublin-Rzeszów: Polish Academy of Sciences, University of Engineering and Economic in Rzeszów. – 2015. – Vol. 17. – №7. – P. 149-157.

Аннотация

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ МАШИН РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ПОТОКЕ ОТКАЗОВ

Шевченко С.А.

Предложено характеризовать коэффициент готовности машин растениеводства в условиях нестационарного потока отказов его эквивалентным значением - значением коэффициента готовности при стационарном потоке отказов, которое приводит к такой же потери урожая, что и при нестационарном потоке. Обоснована зависимость для определения эквивалентного значения коэффициента готовности машин растениеводства.

Annotation

FEATURES OF DETERMINING OF AVAILABILITY OF CROP MACHINES AT UNSTEADY FLOW OF FAILURES

Shevchenko S.A.

The equivalent availability of crop machinery in terms of unsteady flow of failures as the complex parameter of reliability is proposed. The equivalent availability is the availability at the steady stream of failures which leads to yield losses of the same as at the unsteady flow. Dependence to determine the equivalent availability of crop machines is grounded.