

УДК 631.372

М.Л. Шуляк¹, Ю.Ю. Козлов²¹ Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Харків² Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Харків

ВПЛИВ КОЛИВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ НА НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

При роботі тракторного двигуна в реальній експлуатації агрегатів відбувається зниження ефективної потужності, так як моменти сил опору агрегату, приведені до колінчастого валу двигуна, завжди мають стохастичний характер за частотою і амплітудою. Виявлені режими функціонування трактора на довжині гону з мінімальними непродуктивними витратами.

Ключові слова: трактор, тягова потужність, розгін, гальмування, коливання моменту.

Вступ

Одним з основних показників надійності технологічної системи є ймовірність безвідмовної роботи – ймовірність того, що в межах заданої технологічної операції не станеться відмови технологічної системи за параметрами виготовленої продукції (параметри продуктивності, витрати).

Аналіз джерел інформації. Якщо розглянути сільськогосподарську операцію як сукупність технологічних систем, що спільно функціонують, то відповідно до положень ГОСТ [1] технологічна система розуміється як сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення (ЗТО), предметів виробництва (ПВ) і виконавців (В) для виконання в регламентованих умовах виробництва (РУВ) заданих технологічних процесів або операцій (рис. 1).

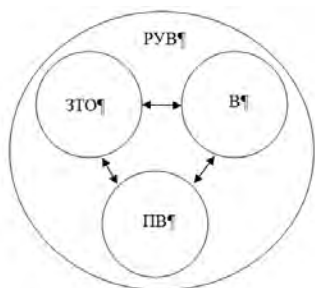


Рис. 1. Структура технологічної операції

До предметів виробництва відносяться: продукція рослинництва, що знаходяться у відповідності з технологічним процесом, що виконується, у стадії зберігання, транспортування, обробки, збирання та контролю [2]. Виконавець – це зовнішній керуючий фактор, який здійснює в технологічній системі безпосередні зміни або визначення стану предметів виробництва, технічне обслуговування чи ремонт засобів технологічного оснащення.

До регламентованих умов виробництва відносять: регулярність надходження предметів виробни-

цтва, параметри енергорозподілу, параметри навколишнього середовища та ін. Поняття засобів технологічного оснащення ГОСТ не регламентує. Очевидно, під ними слід розуміти обладнання, машини, механізми, прилади, пристосування, інструменти, що використовуються в технологічній операції.

Структура технологічної системи розглядається у співвідношенні з конкретними ієрархічними рівнями: технологічні системи операцій, процесів, підприємств. Технологічні системи об'єднуються в залежності від порядку виконання операцій і процесів в послідовні, паралельні або комбіновані ланцюги. Зв'язки між підсистемами здійснюються за допомогою одного з елементів технологічної системи – предмета виробництва (рис.2) [2].

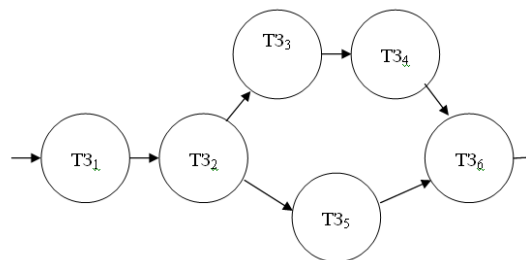


Рис. 2. Структура комбінованої технологічної системи

Працездатним є стан технологічної системи, при якому значення всіх параметрів та показників якості продукції, що виготовляється, продуктивності, матеріальних і вартісних витрат на виготовлення продукції відповідають вимогам, встановленим у нормативно-технічній, чи конструкторській та технологічній документації. Будь-яке відхилення від цих вимог означає перехід в непрацездатний стан, а сама подія є відмовою [2].

Під час виконання багатьох технологічних операцій, пов'язаних зі збиранням та подальшим транспортуванням продуктів рослинництва, транспортні агрегати працюють сумісно з комбайнами, така робота пов'яз-

зана з втратами урожаю із-за недостатнього ступеню синхронізації елементів збирального комплексу.

В роботах [3, 4] розглянутий технологічний процес збирання коренеплодів, зазначено, що при падінні з висоти 15-20% коренеплоди зазнають ушкоджень, також частина коренеплодів, внаслідок порушення синхронності руху збирального комплексу, а також розкиду траєкторій польоту коренеплодів після сходу їх з транспортера, потрапляє за межі кузова транспортного засобу. Ці коренеплоди складають безповоротні втрати. Вирішенням цього питання є створення автоматичних слідкуючих систем, які описані в роботах [5, 6]. Проте зазначені системи не враховують коливання швидкості транспортного агрегату, яка виникає за рахунок збільшення вантажу рослин. Компенсація таких коливань цілком покладена на водія транспортного засобу, що збільшує кількість безповоротних втрат при його недостатній кваліфікації.

Основна частина

Для комбінованої технологічної системи ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ визначається після розбиття її на послідовні і паралельні ділянки [2]:

$$P(t) = \prod_{i=1}^k [P_i(t)] \cdot \left(1 - \prod_{i=k+1}^l [1 - P_i(t)]\right), \quad (1)$$

де $P_i(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи елемента (підсистеми) технологічної системи; $i = 1 \dots k$ – елементи послідовних ділянок технологічної системи; $i = k + 1 \dots l$ – елементи паралельних ділянок технологічної системи. Ймовірність безвідмовної роботи елементарної підсистеми – технологічної системи визначається залежністю:

$$P_i(t) = P_{1i}(t)P_{2i}(t)P_{3i}(t), \quad (2)$$

де $P_{1i}(t)$, $P_{2i}(t)$, $P_{3i}(t)$ – ймовірності безвідмовної роботи засобів технологічного оснащення операції; відповідності предмета виробництва встановленим вимогам та безпомилкової роботи виконавця.

Ймовірність безвідмовної роботи засобів технологічного оснащення описується різними законами розподілу в залежності від виду виникаючих відхилень та від заданих параметрів. У загальному випадку вона може бути виражена законом Вейбулла:

$$P_{1i}(t) = 1 - e^{-(t/a)^b}, \quad (3)$$

де a – параметр масштабу, b – параметр форми, варіювання яким дозволяє описувати різні види розподілів. Стабільна відповідність предмета виробництва встановленим вимогам забезпечується належним сортуванням і вхідним контролем. Її ймовірність визначається відносно стабільної інтенсивності відхилень від заданих вимог λ_{2i} , як для експоненціального закону розподілу

$$P_{2i}(t) = 1 - e^{-\lambda_{2i}t}. \quad (4)$$

Відмови технологічних систем за характером порушення працездатності розділяються на функціональні і параметричні. Функціональною є відмова,

в результаті якої настає припинення функціонування, не передбачене регламентованими умовами або в конструкторській документації. Відмова технологічної системи, в результаті якої зберігається її функціонування, але відбувається вихід одного або декількох параметрів за межі, встановлені в нормативно-технічній, або конструкторській та технологічній документації. Залежно від того, які параметри порушені, розрізняють відмови і, відповідно, непрацездатні стани, які настали: по продуктивності; за параметрами продукції; за витратами.

Так як технологічні операції збирання продуктів рослинництва носять стохастичний характер, то розглядати фактори, що впливають на надійність такої системи, необхідно застосовуючи комплексний підхід (рис. 3). На стадії функціонування протікають процеси, що характеризуються зміною стану продуктів виробництва та взаємодією елементів збирального комплексу та технологічного середовища F_v , як наслідок виникають безпосередні F_n та опосередковані F_{op} зв'язки, вони формують загальний зв'язок функціонування F_u . У процесі функціонування вхідні параметри $(X_i)_{t=0}$ перетворюються в поточні параметри $(X_i)_t$ і потім, у вихідні параметри $(X_i)_{t=T}$ технологічної системи. На стадії функціонування під дією технологічних чинників початкові параметри перетворюються, але оскільки і самі вхідні параметри і процеси мають випадкову складову, можлива поява відмов, як раптових, так і поступових, що в свою чергу призведе до функціональної або параметричної відмови. Таким чином, з точки зору появи відмов, ймовірність безвідмовної роботи технологічної системи може бути визначена, як ймовірність поєднання подій безвідмовності за всіма критеріями:

$$P(t) = P_\Phi(t)P_\Pi(t)P_K(t)P_3(t), \quad (5)$$

де $P_\Phi(t)$, $P_\Pi(t)$, $P_K(t)$, $P_3(t)$ – відповідно ймовірність безвідмовної роботи за критеріями: функціонування, продуктивності, якості виготовленої продукції і витрат на виготовлення.

Технічні вимоги до методів оцінки надійності технологічних систем за витратами на виготовлення продукції не стандартизовані. Нами запропоновано для технологічної операції збирання критерій швидкості $V(t)$ [7], коливання якої не повинне перевищувати максимум заданий для даної технологічної операції [8]. Ймовірність безвідмовної роботи за цим критерієм:

$$P_3(t) = P[V_{\min} \leq V(t) \leq V_{\max}]. \quad (6)$$

Висновок

Технологічні операції збирання продуктів рослинництва носять стохастичний характер, тому розглядати фактори, що впливають на надійність такої системи, необхідно застосовуючи комплексний підхід. Встановлено, що коливання швидкості МТА під час виконання технологічної операції є одним з критеріїв працездатного стану технологічної системи.

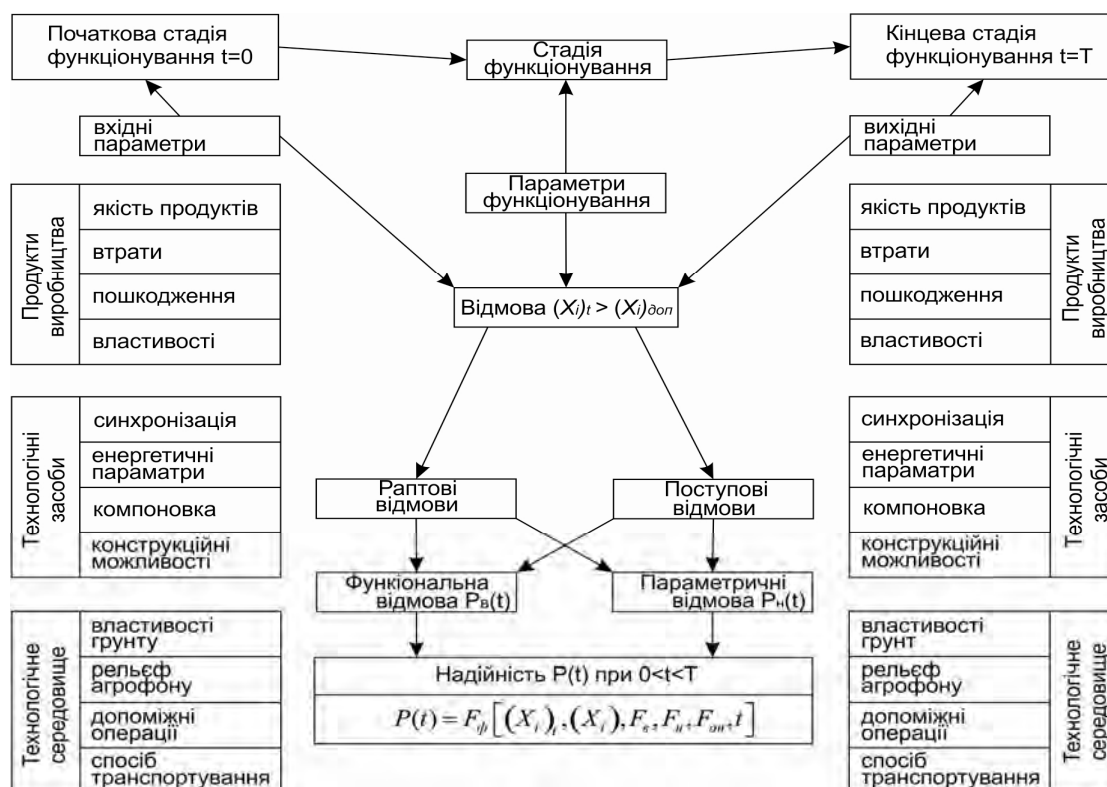


Рис. 3. Стохастична модель технологічної операції

Список літератури

- ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 22954-78; введ. 1986-07-01. – М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 2002. – 9 с.
- Новоселов В.Г. Взаимосвязь проблемы надежности технологических систем и качества продукции в деревообработке / В.Г. Новоселов, И.Т. Рогожников, Т.В. Полякова // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – Ника, 2007. – С. 36-38.
- Справочник по эксплуатации свеклоуборочных комплексов / А.М. Мазуренко, И.И. Русанов, В.И. Сухомлин и др.; Под ред. А.М. Мазуренко. – К.: Урожай, 1984. – 128 с.
- Никитин С.Н. Математическая модель автоматических манипуляторов для сортировки, сепарации и выгрузки картофеля на уборочном комбайне / С.Н. Никитин, К.Б. Цаллагов, С.К. Майрамуков // Автоматизация технологических процессов в полеводстве. – М.: ВИМ, 1985. – Т. 10. – С. 42-48.
- Пат. 19940 Россия, МКИ А01В 69/00. Устройство автоматического управления процессом загрузки кузова

транспортного средства / Корчмарь И.Б., Лебедев С.А., Поляшенко С.А. и др. – № 4938674/15; заявл. 24.03.91; опубл. 30.09.94, Бюл. № 18. – 3 с.

- Декл. пат. № 71849 Україна, МКИ А01В69/00. Система автоматического управления вивантажувальним транспортером коренеклубнезбиральної машини / Лебедев А.Т., Поляшенко С.А. – № 20031213156; заявл. 30.12.2003; опубл. 15.12.2004, Бюл. № 12. – 3 с.
- Лебедев А.Т. Энергозберігаючий режим руху тракторного агрегату на гоні / А.Т. Лебедев, С.А. Лебедев // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2011. – Вип. 107 – С. 5-11.
- Важенин А.Н. Регулирование движения МТА / А.Н. Важенин, Б.А. Арютов, А.В. Пасин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – С. 28-29.

Надійшла до редколегії 06.05.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Т. Лебедев, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, Харків.

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ

М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Козлов

При работе тракторного двигателя в реальной эксплуатации агрегатов происходит снижение эффективной мощности так, как моменты сил сопротивления агрегата, приведенные к коленчатому валу двигателя, всегда имеют стохастический характер по частоте и амплитуде. Выявлены режимы функционирования трактора на длине гона с минимальными производительными затратами.

Ключевые слова: трактор, тяговая мощность, разгон, торможение, колебания момента.

THE IMPACT OF FLUCTUATIONS SPEED TRACTOR UNITS THE RELIABILITY OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS

M.L. Shuljak, Yu.Yu. Kozlov

When working in a real tractor engine operating units a reduction in the effective power as resistance moment of the unit given to the crankshaft of the engine, always have a stochastic character in frequency and amplitude. Identified modes of operation of the tractor on the length of the rut with minimum overhead cost.

Keywords: tractor, pulling power, acceleration, braking, oscillations of the moment.