

ВПЛИВ КОЛИВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ МТА НА НАДІЙНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

Артьомов М.П.¹, д.т.н., проф., Шуляк М.Л.¹, к.т.н., доц.,
Колеснік І.В.¹, асп., Козлов Ю.Ю.², інженер

¹Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка

²Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Технологічна операція збирання продукції рослинництва розглянута як стохастична система з послідовними та паралельними процесами. Встановлені зв'язки між елементами технологічної операції та їх вплив на імовірність відмов технологічної системи. Встановлено, що коливання швидкості машинно-тракторного агрегату (МТА) під час виконання технологічної операції є одним з критеріїв працездатного стану технологічної системи.

Ключові слова: продукція рослинництва, технологічна система, коливання, працездатність, безвідмовна робота

Вступ. Одним з основних показників надійності технологічної системи є ймовірність безвідмовної роботи - імовірність того, що в межах заданої технологічної операції не станеться відмови технологічної системи за параметрами щодо вимог роботи системи (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 (РUV) заданих технологічних процесів або операцій (рис. 1).

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

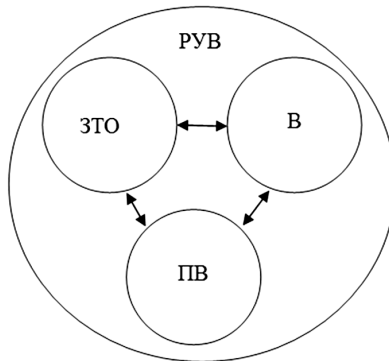


Рис.1. Структура технологічної операції

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].

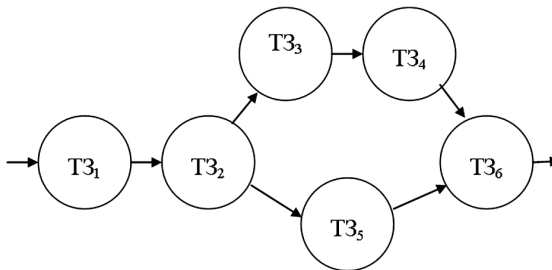


Рис.2. Структура комбінованої технологічної системи

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 продукції рослинництва транспортні агрегати працюють сумісно з комбайнами, така робота пов'язана з втратами урожаю через недостатній ступінь синхронізації елементів збирального комплексу.

В роботах[3, 4] розглянуто технологічний процес збирання коренеплодів, зазначено що при падінні з висоти 15-20% коренеплодів 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, яке 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 $P_{1i}(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи засобів технологічного оснащення операції; $P_{2i}(t)$ – ймовірність відповідності предмета виробництва встановленим вимогам; $P_{3i}(t)$ – ймовірність 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 розподілу Вейбулла:

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

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 встановлених 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 продукції рослинництва носять стохастичний характер то розглядати фактори, що впливають на надійність такої системи, необхідно застосовуючи комплексний підхід (рис. 3).

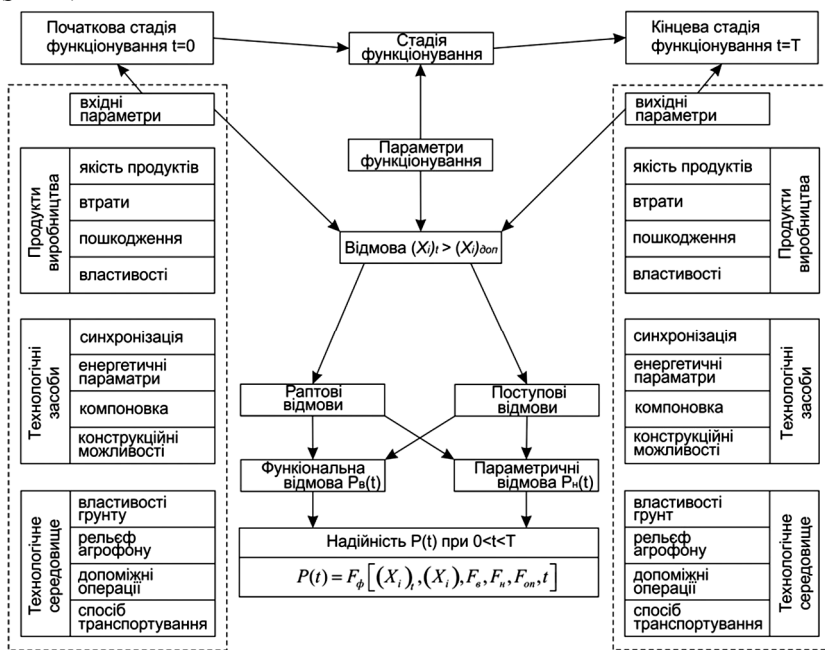


Рис.3. Стохастична модель технологічної операції

На стадії функціонування протікають процеси, що характеризуються зміною стану продуктів виробництва та взаємодією елементів збирально-го комплексу та технологічного середовища F_e , як наслідок виникають безпосередні F_u та опосередковані F_{on} 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 параме-

три $(X_i)_{t=T}$ 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 продукції 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.

Список використаних джерел.

1. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. [Текст]. Взамен ГОСТ 22954-78; введ. 1986-07-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 2002. 9 с.
2. Новоселов В.Г. Взаимосвязь проблемы надежности технологических систем и качества продукции в деревообработке [Текст] В.Г. Новоселов, И.Т. Рогожникова, Т.В. Полякова / Труды Международного симпозиума «Надежность и качество» // Ника. 2007. №. с.36-38.
3. 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.
4. С.Н. Никитин К.Б. Цаллагов С.К. Майрамуков Математическая модель автоматических манипуляторов для сортировки, сепарации и выгрузки картофеля на уборочном комбайне / Сб. научн. тр. Автоматизация технологических процессов в полеводстве, т. 10, ВИМ, М., 19785, – 176 с.

5. И.Б. Корчмарь, С.А. Лебедев, С. А. Поляшенко и др. Устройство автоматического управления процессом загрузки кузова транспортного средства Пат. № 19940 Россия, МКИ А01В 69/00 "№ 4938674/15; Заявлено 24. 03. 91; Оpubл. 30. 09. 94, Бюл. № 18.
6. А.Т. Лебедев, С. А. Поляшенко Система автоматического керування вантажувальним транспортером коренеклубнезбиральної машини // Декл. пат. № 71849 Україна, МКИ А01В69/00, № 20031213156; Заявлено 30. 12. 2003; Оpubл. 15. 12. 2004, Бюл. № 12
7. Лебедев А.Т. Енергозберігаючий режим руху тракторного агрегату на гоні [Текст] / А.Т. Лебедев, С.А. Лебедев // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ: – Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107 – С. 5 – 11.
8. Важенін А.Н. Регулирование движения МТА [Текст] / А.Н. Важенін, Б.А. Арютов, А.В. Пасин // Трактора и сельскохозйственные машины, № 2008 С. 28 – 29.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ МТА НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ

Артемов Н.П., Шуляк М.Л., Колесник И.В., Козлов Ю.Ю.

Технологическая операция уборки продуктов растениеводства рассмотрена, как стохастическая система с последовательными и параллельными процессами. Установлены связи между элементами технологической операции и их влияние на вероятность отказов технологической системы. Установлено, что колебания скорости МТА при выполнении технологической операции являются одним из критериев оценки работоспособного состояния технологической системы.

Ключевые слова: *продукция растениеводства, технологическая система, колебания, работоспособность, безотказная работа*

Abstract

INFLUENCE OF FLUCTUATIONS IN THE SPEED OF THE MTA ON THE RELIABILITY OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS

N. Artimov, M. Shulyak, I. Kolesnik, Yu. Kozlov

Technological operation harvesting crop products is considered as a stochastic system with serial and parallel processes. The connection between the elements of technological operations and their impact on the probability of failure of the technological system. It was found that variations in the speed of MTA in technical operations are one of the criteria for evaluating the operating condition of the technological system.

Keywords: *production of plant growing, technological system, variations, performance, failure operation.*