

біомаси в ньому від геометричних параметрів обертового метантенка та густини рідини в яку занурений обертовий метантенк при забезпеченні знаходження обертового метантенка у завислому стані.

Список літератури

1. *Руководство по биогазу. От получения до использования / Специальное агентство возобновляемых ресурсов (FNR). 5-е издание. – Гюльцов: Германия, 2012. –213 с.*
2. *Голуб Г.А. Технічне забезпечення виробництва біогазу / Голуб Г.А., Дубровіна О.В., Рубан Б.О., Войтенко В.О. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 10. – С. 17–19.*
3. *Голуб Г. Сучасні тенденції розвитку біогазових установок / Голуб Г., Войтенко В., Рубан Б, Єрмоленко В. // Техніка і технології АПК. – 2012. – № 2 (29). – С. 18–21.*

Обоснованы зависимости для определения уровня заглубления оборотного метантенка в жидкость, а также коэффициента заполнения от его геометрических параметров при обеспечении нахождения оборотного метантенка во взвешенном состоянии.

Метантенк, біомаса, рівня заглублення, геометрические параметри.

Grounded dependence for determining level of immersion in liquid rotating of methane tanks and also fill factor on its geometrical parameters for providing location rotating of methane tanks in suspension.

Methane-tank, biomass, levels immersion, geometrical parameters.

УДК 620.19:631.3

РОЗРОБКА СТОХАСТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-МАШИНА» ПРИ НАКОПИЧЕННІ ВІДМОВ

***А.І. Бойко, доктор технічних наук
А.В. Новицький, кандидат технічних наук***

Розроблена стохастична модель та проведено системний аналізу системи «людина-машина» при накопиченні відмов.

Машина, система, модель, надійність, оператор.

© А.І. Бойко, А.В. Новицький, 2012

Постановка проблеми. Надійність сільськогосподарських машин, як складних систем залежить не лише від досконалості їх конструкції, але й від професійного рівня операторів, рівня забезпечення їх працездатності. Виходячи з цього, на перший план виходить тенденція щодо необхідності вивчення таких машин, як складних систем «людина – машина» («ЛМ»). Для підсистем складних систем «ЛМ», з позицій надійності, типовою ситуацією є поступове збільшення інтенсивностей відмов при відсутності резервувань.

Аналіз останніх досліджень. В таких умовах формування потоків відмов складових «людина» (оператор) і «машина» не можуть бути описані як марківські випадкові процеси переходів систем в різні можливі стани. Для системного аналізу надійності складних систем в роботі професора Ушакова І.О. [1] пропонується введення додаткових фіктивних станів. В процесі аналітичних досліджень таких «старіючих» систем «ЛМ» немарківські процеси замінюються на марківські, але разом з тим, ускладнюється математичний апарат опису поведінки систем.

В останні роки в наукових виданнях України з'явилися дослідження [2, 3], в яких розглядаються питання забезпечення надійності сільськогосподарської техніки, як складних систем. Особливе місце в них займають питання системного аналізу та способів забезпечення надійності зернозбиральної і посівної техніки [1, 2]. Але в представлених статтях об'єктами досліджень виступали машини або ж системи «машини-база технічного обслуговування». Значне місце в статтях займають проблеми дослідження складних машин при накопиченні пошкоджень і зміні потенціалу бази їх технічного обслуговування.

Мета досліджень. Виходячи з аналізу приведених вище матеріалів, метою представленої роботи є встановлення ймовірності безвідмовної роботи системи, рівень надійності якої знижується зі збільшенням кількості відмов двох складових системи «ЛМ» людини і машини. Тобто, передбачається проведення системного аналізу системи «ЛМ», як «старіючої» системи.

Результати досліджень. В реальних умовах експлуатації змінюється технічний стан складної сільськогосподарської техніки, як системи «ЛМ». При встановленні надійності системи «ЛМ» розглянемо вплив на ймовірність безвідмовної роботи (ймовірність перебування у працездатному стані) двох компонент: людини і машини. Як відомо, на протязі всього періоду експлуатації системи ймовірність безвідмовної роботи машини зменшується під впливом різних видів пошкоджень. Проходить період старіння машини.

Складова системи «ЛМ» «людина-оператор» також не залишається без змін. Причин переходу цього компонента в

непрацездатний стан кілька. Перш за все, при надходженні нової машини, оператор знайомиться з її конструкцією, особливостями експлуатації, ТО і ремонту. Саме це є причиною зменшення ймовірності безвідмовної роботи системи під впливом оператора в початковий період. Якщо кваліфікація оператора недостатня, якщо часто оператор змінює вид робіт, тим на довший термін затягується цей період. Іншою причиною є також низька кваліфікація людини-оператора, яка затримує своєчасне відновлення працездатності машини при виникненні відмов. З часом, в процесі «старіння» техніки ускладнюються відмови, зростає їх трудомісткість і час відновлення. А все це в цілому негативно впливає на ймовірність безпомилкової роботи, своєчасність вирішення завдання та ймовірність виправлення помилки оператором. Тобто відбувається «старіння» оператора. Граф станів і переходів системи «людина-машина», у якій з часом напрацювання на відмову зменшується, а інтенсивність відмов відповідно збільшується, представлена на рис. 1.

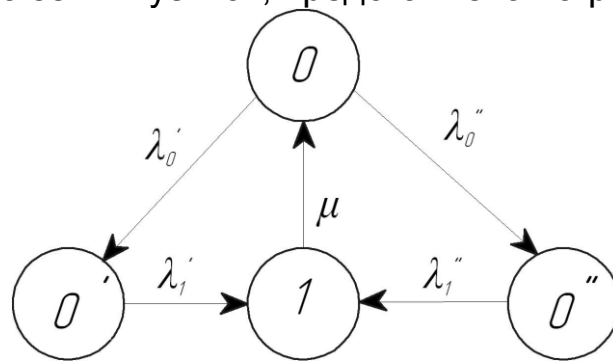


Рис. 1. Граф станів і переходів системи «людина-машина»: “0” – працездатний стан; “1” – непрацездатний стан (усунення відмов оператора та усунення відмов машини);; “0’” – проміжний (фіктивний стан) старіння оператора; “0’’” – проміжний (фіктивний стан) старіння машини $\lambda'_0, \lambda''_0, \lambda'_1, \lambda''_1$ - інтенсивності відмов; μ – інтенсивність відновлень.

На підставі побудованого графу станів і переходів складені диференційні рівняння динамічного балансу для ймовірностей станів системи «людина-машина»:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} P_0(t) = -\lambda_0 P_0(t) + \mu P_1(t) + \lambda_0'' P_0(t); \\ \frac{d}{dt} P_1(t) = -\lambda_1' P_0'(t) + \mu P_1(t) + \lambda_1'' P_0''(t); \\ \frac{d}{dt} P_0'(t) = -\lambda_1' P_0'(t) + \lambda_0' P_0(t); \\ \frac{d}{dt} P_0''(t) = -\lambda_1'' P_0''(t) + \lambda_0'' P_0(t). \end{cases} \quad (1)$$

де $P_0(t)$ – ймовірність перебування системи в працездатному стані;

$P'_0(t)$ – ймовірність перебування системи в проміжному стані (фіктивному стані) – «старінні» машини;

$P''_0(t)$ – ймовірність перебування системи в проміжному стані (фіктивному стані) – «старінні» оператора;

$P_1(t)$ – ймовірність перебування системи в непрацездатному стані.

Для представленого на рисунку графа запишемо нормувальну умову, якою є сума ймовірностей станів системи «ЛМ»:

$$P_0(S) + P_1(S) + P'_0(S) + P''_0(S) = 1. \quad (2)$$

За початкову умову можна прийняти ситуацію, коли складові «людина» і «машина» забезпечують роботу системи і вона перебуває у працездатному стані. Для часу $t = 0$, ймовірність $P(t) = 1$. Для розв'язку системи рівнянь можна підставити початкові дані і провівши перетворення Лапласа замінити друге рівняння на нормувальну умову. Якщо при $t = 0$ система знаходиться в працездатному стані, можемо записати вихідні умови $P_0(t) = 1, P'_0(t) = 0, P''_0(t) = 0$:

$$\begin{cases} SP_0(S) - 1 = -\lambda'_0 P_0(S) - \mu P_1(S) - \lambda''_0 P_0(S) = 1 \\ P_0(S) + P_1(S) + P'_0(S) + P''_0(S) = 1 \\ SP'_0(S) - 0 = -\lambda'_1 P'_0(S) + \lambda'_0 P_0(S) \\ SP''_0(S) - 0 = -\lambda''_1 P''_0(S) + \lambda''_0 P_0(S) \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} SP_0(S + \lambda'_0) P_0(S) - \mu P_1(S) - \lambda''_0 P''_0(S) = 1 \\ P_0(S) + P_1(S) + P'_0(S) + P''_0(S) = 1 \\ -\lambda'_0 P_0(S) + (S + \lambda'_1) P'_0(S) = 0 \\ -\lambda''_0 P_0(S) + (S + \lambda''_1) P''_0(S) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Для отриманої системи (4) запишемо залежність для встановлення визначника, встановивши коефіцієнти при невідомих:

$$\Delta = \begin{vmatrix} (S + \lambda'_0) - \mu & 0 & \lambda''_0 & 1 \\ S & S & S & S \\ -\lambda'_0 & 0 & S + \lambda'_1 & 0 \\ -\lambda''_0 & 0 & 0 & (S + \lambda''_1) \end{vmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}. \quad (5)$$

Невідомі $\varphi_i(S)$ можуть бути знайдені згідно правила Крамера з наступних виразів:

$$\varphi_0(S) = \frac{\Delta_0}{\Delta}; \varphi_1(S) = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \varphi'_0(S) = \frac{\Delta'_0}{\Delta}; \varphi''_0(S) = \frac{\Delta''_0}{\Delta}. \quad (6)$$

де Δ – рішення визначника (5); Δ_0 – рішення визначника для невідомої $\varphi_0(S)$; Δ_1 – рішення визначника для невідомої $\varphi_1(S)$; Δ'_0 – рішення визначника для невідомої $\varphi'_0(S)$; Δ''_0 – рішення визначника для невідомої $\varphi''_0(S)$.

Розв'язок отриманої матриці (5) та встановлення значень ймовірностей перебування системи «людина-машина» в одному із станів для забезпечення надійності виконання технологічної операції сільськогосподарською технікою, буде представлено в подальших дослідженнях. Цікавими в науковому плані можуть бути отримані дослідження впливу на ймовірність безвідмовної роботи системи складових «людина» (оператор) і «машина», які в процесі експлуатації «старіють».

Висновок. Перспективними з позицій опису роботи, оцінки та забезпечення надійності сільськогосподарської техніки, як системи «людина-машина», можуть бути дослідження працездатності системи також в період припрацювання (введення в експлуатацію) і період нормальної роботи.

Список літератури

1. Ушаков А.И. Курс теории надежности систем / А.И. Ушаков. – М., Дрофа, 2008. – 239 с.
2. Бойко А.І. Встановлення функції відновлення підсистем зернозбиральних комбайнів в умовах розвитку сфери технічного обслуговування / А.І. Бойко, К.М. Думенко // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. – Львів, 2010. – Т. 1, № 14. – С. 12–20.
3. Бойко А.І. Стохастичне моделювання роботи пневмомеханічного висівного апарату / А.І. Бойко, О.О. Банний // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Серія: техніка і енергетика АПК. – К., 2011. – Т. 166, ч. 1. – С. 112–118.

Разработана стохастическая модель и проведен системный анализ системы «человек-машина» при накоплении отказов.

Машина, система, модель, надёжность, оператор.

Worked out stochastic model and system to analysis of system «operator-machine» is conducted at accumulation of refuses.

Machine, system, model, reliability, operator.

УДК 631.27.002

ВДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРОБКИ КОМПЛЕКСНО-ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ З ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

О.Є. Семеновський, кандидат технічних наук

Викладені основні принципи розробки хімічних складів сталей з заданими властивостями.

Легування, карбонітриди, аустенітне зерно.

© О.Є. Семеновський, 2012