

УДК 62-93:681.5

© А.І.Бойко, д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
© В.М. Савченко, к.т.н., доц.

Житомирський національний агроекологічний університет

© В.В. Крот, аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

ВСТАНОВЛЕННЯ СЕРЕДНЬОГО НАРОБІТКУ ДО ВІДМОВИ ФОРСУНКИ І СЕРЕДНЬОГО ЧАСУ НА ВІДНОВЛЕННЯ ФІЛЬТРА І КЛАПАНА

Метою роботи є дослідження середнього наробітку до відмови форсунки та середнього часу відновлення роботоздатного стану фільтра і клапана. На основі фрагментів розміченого графу станів і переходів форсунки в різні можливі стани для встановлення середнього часу відновлення фільтра та клапану складене диференційне рівняння динамічного балансу ймовірностей. Математично доведено, що середній наробіток до відмови форсунки є величиною оберненою до суми інтенсивностей відмов фільтру і запірного клапану. Підтверджено, що середні часи відновлення підсистем форсунки обернені інтенсивностям їх відновлень.

**ФОРСУНКА, ПРАЦЕЗДАТНИЙ СТАН, ЙМОВІРНІСТЬ
БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ВІДМОВ,
ВІДМОВА.**

Постановка проблеми. Форсунка представляє собою спеціальний пристрій для механічного розпилення рідини на високому тиску 70-100 Бар в приміщеннях теплиць. При необхідній кількості форсунок і правильному раціональному їх розташуванні досягають можливості активного впливу в регулюванні параметрів мікроклімату в промисловій теплиці [1,2,3,4]. Виходячи з цього можна стверджувати, що форсунки, як елемент системи підвищення вологості та зниження температури внутрішнього середовища індустріальних теплиць, відіграють важливу роль у створенні необхідного мікроклімату при вирощуванні рослин

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблем забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту досить актуальні для розвитку в АПК України і широко розглянуті в роботах [5,6]. Тому в результаті отриманої в роботі [7] моделі експлуатації форсунки для розпилювання рідини і створення мікроклімату в приміщенні теплиць,

а також побудованого графу станів і математичного моделювання переходів форсунки в різні можливі стани [8,9]

Мета дослідження. Метою роботи є дослідження середнього наробітку до відмови форсунки та середнього часу відновлення роботоздатного стану фільтра і клапана.

Результат дослідження. Крім характеристики безвідмовності форсунки, якою є функція готовності (коєфіцієнт готовності), важливу роль в оцінці надійності даної технічної системи відіграють показники, що характеризують її довговічність і ремонтопридатність. Серед них варто виділити важливі для практики експлуатації такі показники, якими є середній наробіток до відмови і середні терміни відновлення пошкоджених елементів.

Для встановлення середнього наробітку до відмови виділимо з загального розміченого графу станів і переходів форсунки в різні можливі стани [8] фрагмента, що стосується працездатного стану «0».

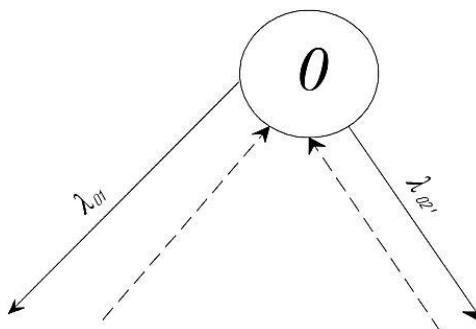


Рис. 1 – Фрагмент розміченого графу станів і переходу форсунки в різні можливі стани для встановлення середнього наробітку до відмови: «0» – працездатний стан, λ_{01} – інтенсивність відмов по причині забивання фільтру, λ_{02} – інтенсивність відмов клапана

Враховуючи, що в даному дослідженні використовується розмічений граф станів і переходів технічної системи форсунки (рис. 1), а також математичний апарат перетворень Лапласа, відкривається можливість визначити середній наробіток до відмови, як середній час знаходження системи в працездатному стані [8]. Тоді з виділеного фрагмента загального графу, який має безпосереднє відношення до працездатного стану і враховує потоки ймовірностей, що зв'язані з ним, можна записати слідуоче стохастичне диференційне рівняння динамічного балансу ймовірності (рівняння Колмогорова):

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda_{01} \cdot P_0(t) - \lambda_{02} \cdot P_0(t) \quad (1)$$

де $P_0(t)$ – ймовірність працездатного стану;

(t) – час експлуатації.

В даному випадку стан «0» розглядається, як поглинаючий, а процеси, що приводять до нього вважаються початковими.

В перетвореннях Лапласа рівняння (1) представляється наступним чином:

$$-1 + S\varphi_0(S) = -\lambda_{01} + \lambda_{02} \varphi_0(S).$$

Звідси, при рішенні його відносно $\varphi_0(S)$ маємо:

$$\varphi_0(S) = \frac{1}{S + \lambda_{01} + \lambda_{02}}.$$

Середній наробіток до відмови форсунки визначається при $S = 0$ [2]. Тоді:

$$\bar{t} = \frac{1}{S + \lambda_{01} + \lambda_{02}} \Big|_{S=0} = \frac{1}{\lambda_{01} + \lambda_{02}} \quad (2)$$

З отриманого рівняння видно, що із збільшенням інтенсивності відмов по причині забивання фільтра і не спрацювання клапану, середній наробіток до відмови зменшується. Такий обернений зв'язок відповідає фізичній сутності роботи форсунки.

Середні часи відновлення працездатності форсунки розглядаються в контексті тих причин, що привели до відмов. Так, як спостерігається два види відмов, то і відновлення розглядаються відповідно до цих відмов.

Для фільтра, що відмовив в результаті забивання, треба виділити переход із стану відмови «1» в стан працездатний «0» [8]. Фрагмент графу для цього переходу представлено на рис. 2.

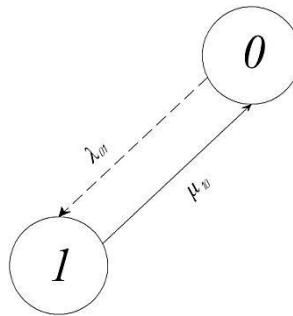


Рис. 2 – Фрагмент розміченого графу станів і переходів форсунки в різні можливі стани для встановлення середнього часу відновлення фільтра: «1» – непрацездатний стан по причині виходу з ладу фільтра, μ_{10} – інтенсивність відновлень при заміні фільтра

З представлена фрагменту графа диференційне рівняння динамічного балансу ймовірностей, при включені інтенсивності відмови λ_{01} записується слідуючим чином:

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\mu_{10} \cdot P_1(t) . \quad (3)$$

де $P_1(t)$ – ймовірність відмови фільтру.

В перетвореннях Лапласа рівняння представляється у наступному вигляді:

$$-1 + S\varphi_1(S) = -\mu_{10}\varphi_1(S) . \quad (4)$$

Звідси:

$$\varphi_1(S) = \frac{1}{S + \mu_{10}}$$

Середній час відновлення від забивання фільтру знаходимо, поклавши $S = 0$. Тоді:

$$\tau_1 = \frac{1}{S + \mu_{01}} \Big|_{S=0} = \frac{1}{\mu_{01}} \quad (5)$$

По аналогії розглядаючи відмови клапану розглянемо слідучу частину розміченого графу:

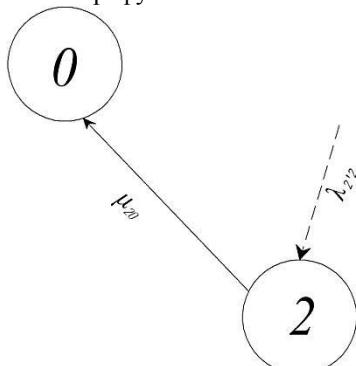


Рис. 3 – Фрагмент розміченого графу станів і переходів форсунки в різні можливі стани для встановлення середнього часу відновлення клапана: «2» – непрацездатний стан по причині виходу з ладу клапана, μ_{20} – інтенсивність відновлень при ремонті(очищенні) клапана, заміні пружини

При $\lambda_{22}=0$ для відмов клапана можна записати слідуюче диференційне рівняння:

$$\frac{dP_2}{dt} = -\mu_{20} \cdot P_2 \quad . \quad (6)$$

де $P_2(t)$ – ймовірність відмови клапану.

В перетвореннях Лапласа диференційне рівняння представляється наступним чином:

$$-1 + S\varphi_2 \cdot S = -\mu_{20}\varphi_2 \cdot S \quad . \quad (7)$$

Звідкіля ймовірність відмови клапана дорівнює:

$$\varphi_2 \quad S = \frac{1}{S + \mu_{20}}.$$

Середній час відновлень форсунки по причині відмови клапану визначається слідуючим чином:

$$\overline{\tau}_2 = \frac{1}{S + \mu_{20}} \Big|_{S=0} = \frac{1}{\mu_{20}} \quad (8)$$

Висновки. Середній наробіток до відмови форсунки є величиною оберненою до суми інтенсивностей відмов фільтру і запирного клапану. зі збільшенням видів відмов і кількістю підсистем і елементів системи її середній наробіток до відмови зменшується. підтверджено, що середні часи відновлення підсистем форсунки обернені інтенсивностям їх відновлень. перспективою подальших досліджень є дослідження впливу часу експлуатації на зміну ймовірності відмов фільтра форсунки

Література

1. Міненко С. В. Вплив шторних екранів на внутрішню температуру в скляних теплицях / С. В. Міненко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 270–274.
2. Савченко В.М. Вплив культиваторів та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту/ В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II міжнар. наук.-техн. конф., 3 квіт. 2013. – К. : НУБіП, 2013. – С. 72–74.
3. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – № 1 (53), т. 1. – С. 270–276.
4. Міненко С. В. Класифікація способів зняття перегріву рослин в індустріальних теплицях / С. В. Міненко// Вісник ЖНАЕУ. – 2016. – №1 (53), т. 1. – С. 276–282.
5. Бойко А.І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України / А.І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – №6. – С. 200-203.

6. Бойко А.І. Основні несправності форсунок систем автоматизованого контролю вологісними та температурними параметрами повітря в приміщеннях теплиць / А.І. Бойко, В.М.Савченко, В.В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. IV міжнар. наук.-техн. конф., 16-17 лют. 2017. – К. : НУБіП, 2017. – С. 61–64.
7. Minenko S. Researching indexes of reliability of systems of microclimate control onto productivity of products of protected soil/ S. Minenko// Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 46. – Кіровоград: КНТУ, 2016. – С. 105–108.
8. Boiko A.I. Charts of conditions and mathematical modelling of transition of nozzles into various possible conditions/A. Boiko, V. Savchenko, V. Krot// Бічн. ХНТУСГ ім. Василенка – 2017 – Вип. 181 – С. 173–178.
9. Boiko A.I. Mathematical modelling of transition of nozzles for liquid sprayer and generation of microclimate in the premises of greenhouses into various possible conditions /A. Boiko, V. Savchenko, V. Krot// Бічн. ХНТУСГ ім. Василенка – 2017 – Вип. 180– С. 72–77.