

**ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО НАРОБІТКУ НА ВІДМОВУ  
РІЖУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СОШНИКІВ ПРЯМОГО ПОСІВУ  
ПІД ДІЄЮ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА**

**А.І. Бойко, доктор технічних наук, І.С. Павлюченко, асистент**

*(Миколаївський національний аграрний університет)*

***Анотація.** Наведено проблему забезпечення підвищення надійності агрегатів прямого посіву. Складено та досліджено не транзитивний граф станів і переходів для визначення середнього наробітку безвідмовної роботи прорізаючого робочого органу. Визначено фактори, які впливають на значення середнього наробітку безвідмовної роботи.*

**Постановка проблеми.** Сівалки прямого посіву працюють в більш складних умовах чим звичайні. Відсутність попереднього обробітку поля під посів накладає додаткові вимоги до робочих органів цих сівалок. Так, наявність поживних решток від врожаю минулого року вимагає встановлення спеціальних робочих органів, які призначені для прокладання шляху іншими підсистемами посівної секції.

Однак ефективне застосування даної технології вимагає вирішення ряду проблем як агрономічного, так і технічного характеру. Однією з таких технічних проблем є необхідність забезпечення заданого рівня надійності робочих органів, що безпосередньо працюють в складних умовах абразивного середовища.

**Аналіз останніх досліджень.** Досвід експлуатації робочих органів ґрунтообробних машин свідчить про інтенсивне зношування лемешів, лап культиваторів, дискових сошників тощо. Незважаючи на те, що всі ці робочі органи мають свої конструктивні особливості і працюють в дещо відмінних умовах контактної взаємодії з середовищем, загальним для них є відносно велика інтенсивність зношування. Як відомо, середній наробіток на відмову ґрунтообробних знарядь складає всього 20 га. В залежності від типу ґрунтів, умов експлуатації, особливостей контактної взаємодії - наробіток на відмову може змінюватися як в більшу, так в меншу сторону.

**Постановка завдання.** Крім ймовірнісних показників безвідмовності і відновлення технічних систем важливу роль для характеристики їх надійності відіграють показники довговічності. Враховуючи ймовірнісний розподіл наробітку на відмову доцільно використовувати середнє їх значення, як деякий узагальнений параметр довговічності. Середній наробіток безвідмовної роботи, як відомо [1-3], пов'язаний з ймовірністю безвідмовної роботи  $P(t)$ :

$$\bar{T} = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (1)$$

Для встановлення середнього наробітку безвідмовної роботи необхідно знати ймовірність безвідмовної роботи виробу. Це приводить до необхідності трансформації графа станів і переходів технічної системи в не транзитивний граф з поглинаючими станами, що відповідають відмовам.

**Виклад основного матеріалу.** Зображення такого розміченого графу представлено на рис. 1.

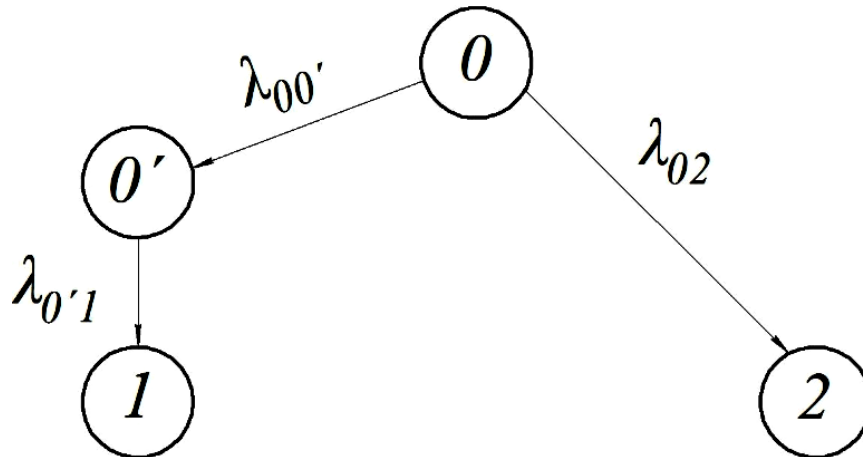


Рисунок 1 – Не транзитивний граф станів і переходів для визначення середнього наробітку безвідмовної роботи прорізаючого робочого органу.

Відповідно до приведенного графу диференційні рівняння динамічного балансу ймовірностей (рівняння Колмогорова), з урахуванням початкових умов ( $P_0(t=0) = 1; P_{0'}(t=0) = 0; P_1(t=0) = 0; P_2(t=0) = 0.$ ), записуються наступним чином [4-6]:

$$\begin{cases} -1 + S\varphi_0(S) = -\lambda_{00'}\varphi_0(S) - \lambda_{02}\varphi_0(S); \\ S\varphi_{0'}(S) = \lambda_{00'}\varphi_0(S) - \lambda_{0'1}\varphi_{0'}(S). \end{cases} \quad (2)$$

Розподіляючи складові по невідомим  $\varphi_i(S)$  запишемо:

$$\begin{cases} (S + \lambda_{00'} + \lambda_{02})\varphi_0(S) = 1; \\ -\lambda_{00'}\varphi_0(S) + (\lambda_{0'1} + S)\varphi_{0'}(S) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Головний визначник системи представляється наступним чином:

$$\begin{vmatrix} S + \lambda_{00'} + \lambda_{02} & 0 \\ -\lambda_{00'} & \lambda_{0'1} + S \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \end{vmatrix} \quad (3)$$

Його рішенням є:

$$\Delta = (S + \lambda_{00'} + \lambda_{02})(\lambda_{0'1} + S) \quad (4)$$

Запишемо визначник для встановлення ймовірності  $\varphi_0(S)$

$$\Delta_{0'} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \lambda_{0'1} + S \end{vmatrix} = 1(\lambda_{0'1} + S) \quad (5)$$

Згідно правила Крамера, сама ймовірність в перетвореннях представляє наступне відношення:

$$\varphi_0(S) = \frac{\Delta_0}{\Delta} = \frac{\lambda_{0'1} + S}{(S + \lambda_{00'} + \lambda_{02})(\lambda_{0'1} + S)} = \frac{1}{S + \lambda_{00'} + \lambda_{02}} \quad (6)$$

Середній наробіток безвідмовної роботи можна знайти з отриманого рівняння (3) на підставі формального визначення перетворення Лапласа [1] коли:

$$\varphi(S) = \int_0^{\infty} Y(t) e^{-St} dt \quad (7)$$

Для даного дослідження запишемо:

$$\bar{T} = \int_0^{\infty} P_0(t) dt = \left[ \int_0^{\infty} P_0(t) e^{-St} dt \right]_{S=0} = \varphi_0(S)|_{S=0} \quad (8)$$

Повертаючись до рівняння (4) маємо:

$$\bar{T} = \varphi_0(S)|_{S=0} = \frac{1}{\lambda_{00'} + \lambda_{02}} \quad (9)$$

З структури отриманої формули видно, що кожна з інтенсивностей відмов  $\lambda$  вносить свій вклад в середній наробіток безвідмовної роботи. Однак збільшення кожної з них зменшує середній наробіток її величини. Це природний факт, який додатково підкреслює несуперечливість і правомірність отриманого результату.

Враховуючи, що інтенсивність відмов є величинами зворотними середньому часу напрацювання до відмов  $\lambda = 1/t$ , вираз (9) можна записати наступним чином:

$$\bar{T} = \frac{t_{02} \cdot t_{00'}}{t_{02} + t_{00'}} \quad (10)$$

З формули видно, що при збільшенні середнього часу напрацювання до відмови, як при зношуванні, так і при аварійних пошкодженнях, чисельник зростає швидше ніж знаменник. Тобто загальний середній наробіток до відмови технічної системи також зростає.

Слід відмітити, що для аварійних пошкоджень характерна незалежність інтенсивності відмов від часу експлуатації. Значить і середній наробіток до відмов по причинам аварій також може бути прийнятий сталою величиною, яка визначається в основному, загальною культурою сільськогосподарського виробництва. В деякій мірі вона також залежить від захищеності робочого органу від ударних раптових навантажень.

Така захищеність може бути обумовлена матеріалом, що застосовується для виготовлення ножів, а також додатковими захисними конструкціями запобіжних пристроїв. Можливе також конструктивне рішення самого робочого органу виконаним таким чином, що він в більшій мірі адаптований до реальних умов експлуатації і тим самим краще захищений від аварійних пошкоджень.

**Висновки.** Таким чином, загальний середній наробіток до відмови прорізаючого робочого органу в основному визначається інтенсивностями відмов по причинах затуплення і аварійних пошкоджень лез.

### **Список літератури**

1. Ушаков И. А. Курс теории надежности систем / И. А. Ушаков - М. : Дрофа, 2008. - С. 240.
2. Половко А. М. Основы теории надежности / А. М. Половко, С. В. Гуров - С-П. : БХВ-Петербург, 2006. - С. 702.
3. Проников А.С. Надежность машин / А. С. Проников - Л. : Машиностроение, 1978. - С. 592.
4. Козлов Б. Справочник по расчету надежности / Б. Козлов, И. Ушаков - М. : Советское радио, 1975. - С. 472.
5. Сандлер Д. Техника надежности систем / Д. Сандлер - М. : Наука, 1956. - С. 300.
6. Брауде В.И. Надежность подземно-транспортных машин / В. И. Брауде, Л. Н. Семенов - Л. : Машиностроение, 1986. - С. 183.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СОШНИКОВ ПРЯМОГО ПОСЕВА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ**

**А.И. Бойко, доктор технических наук , И.С. Павлюченко, ассистент**  
*(Николаевский национальный аграрный университет)*

*Аннотация.* Приведена проблема повышения надежности агрегатов прямого посева. Составлены и исследованы не транзитивные графы состояний и переходов для определения средней наработки безотказной работы прорезающего рабочего органа. Определены факторы, которые влияют на значение средней наработки безотказной работы.

**DETERMINATION OF MIDDLE WORK COMPLETELY CUTTINGS  
WORKINGS PARTS SEEDERS OF DIRECT SOWING UNDER ACTION OF  
EXTERNAL FACTORS OF ENVIRONMENT**

**A. Boyko,**

**I. Pavlyuchenko**

**Nikolaev National Agrarian University**

*Abstract.* The problem of increase of reliability of aggregates of the direct sowing is resulted. Made and investigational charts of the states for determination of middle faultless work of cutting through working organ. Factors which influence on the value of middle work of faultless work are certain.