

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і
природокористування України
Механіко-технологічний факультет

Представництво Польської академії наук в Києві
Відділення в Любліні Польської академії наук
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



***ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
"Агроінженерія:
сучасні проблеми та перспективи розвитку"
(7–8 листопада 2019 року)
присвячена
90-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України***



Київ – 2019

КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДМОВ В ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ОСНОВНІ МАТЕМАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Кузьмич І. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відмови, що можуть виникати в зернозбиральних комбайнах загалом і в агрегатах зокрема, можуть бути класифіковані за різними ознаками (див. табл. 1).

Таблиця 1

Класифікаційна ознака	Вид відмови
Характер виникнення відмови	Раптова, поступова
Час існування відмови	Постійна, тимчасова
Характер прояву відмови	Явна, неявна
Залежність відмов між собою	Залежна, незалежна
Причина виникнення відмови	Конструктивна, виробнича, експлуатаційна, деградаційна

Раптова відмова (миттєва) – характеризується стрибкоподібною зміною значення одного або декількох параметрів зернозбиральних комбайнів та зазвичай спричиняє повну втрату працездатності.

Поступова відмова – виникає в результаті поступової, безперервної та монотонної зміни значення одного або кількох функціональних параметрів та виходу їх за межі норм, вказаних в технічній документації.

За своєю фізичною суттю відмови елементів і пристроїв зернозбиральних комбайнів є подіями випадковими, і тому для їх кількісного опису придатні прийоми теорії ймовірностей. При цьому, випадковою величиною, яка описує відмови, є час до відмови (в загальному випадку напрацювання до відмови). На практиці в переважній більшості випадків користуються припущенням про експоненційний розподіл часу до відмови елементів зернозбиральних комбайнів, при якому щільність розподілу часу до відмови задається виразом:

$$w(t) = \lambda e^{-\lambda t}; \lambda \geq 0, t \geq 0.$$

де λ - параметр розподілу для елемента зернозбиральних комбайнів, що розглядається, чисельно рівний його інтенсивності відмов.

Характеристика $w(t)$ на практиці не знаходить широкого застосування в якості показника надійності зернозбиральних комбайнів, однак вона використовується для визначення показників безвідмовності зернозбиральних комбайнів.

Іншим показником, що характеризує роботу зернозбиральних комбайнів є його надійність, для опису якої на практиці користуються показниками

надійності - кількісними характеристиками однієї або декількох властивостей, що визначають надійність зернозбиральних комбайнів. На практиці використовують п'ять груп таких показників:

- 1) показники безвідмовності;
- 2) показники ремонтпридатності;
- 3) показники довговічності;
- 4) показники збереження;
- 5) комплексні показники надійності.

Усі показники, крім комплексних, відносять до одиничних показників. Під одиничним розуміють такий показник, який характеризує одну з властивостей складових надійності зернозбиральних комбайнів, в той час як комплексний показник характеризує кілька властивостей з числа, що складають надійність зернозбиральних комбайнів (дві і більше).

Основні одиничні показники надійності, що використовуються в інженерній практиці, вказані на рис. 1 та в табл. 2.

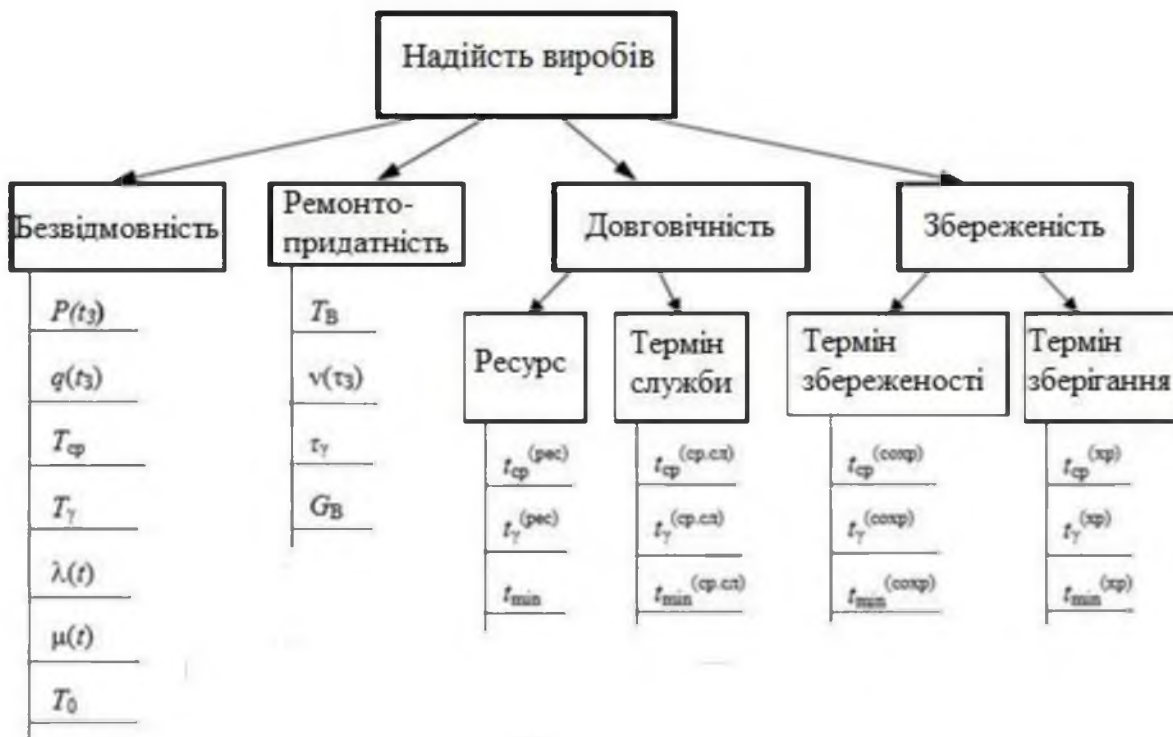


Рис. 1. Основні показники та складові надійності.

Таблиця 2

Позначення	Пояснення показників надійності
Показники безвідмовності	
$P(t_3)$	Імовірність безвідмовної роботи за заданий час t_3
$q(t_3)$	Імовірність відмови за заданий час t_3
T_{cp}	Середнє напрацювання до відмови. Якщо напрацювання виражається часом, то показник називають середнім часом безвідмовної роботи

Позначення	Пояснення показників надійності
T_γ	Гамма-процентна напрацювання до відмови (зазвичай $\gamma \geq 90\%$)
$\lambda(t)$	Інтенсивність відмов, в загальному випадку є функцією часу. Використовується в якості основної довідкової характеристики безвідмовності елементів, причому приймається $\lambda(t) = \lambda_0 = \text{const}$ при напрацюванні, що дорівнює t_H (вказується конкретне значення t_H в годинах)
T_0	Середнє напрацювання на відмову, коротко - напрацювання на відмову. Має фізичний зміст тільки для відновлюваних елементів.
Показники ремонтпридатності	
T_B	Середній час відновлення. Являє математичне очікування часу відновлення.
$v(\tau_z)$	Імовірність відновлення за заданий час τ_z
τ_γ	Гамма-процентний час відновлення (зазвичай $\gamma \geq 90\%$)
G_B	Середні витрати на відновлення. Показує, скільки в середньому потрібно коштів на відновлення працездатності.
Показники довговічності	
$t_{cp}(\text{рес})$	Середній ресурс виробу. Являє собою математичне очікування ресурсу виробів розглянутого типу.
$t_\gamma(\text{рес})$	Гамма-процентний ресурс (зазвичай $\gamma \geq 90\%$)
t_{\min}	Мінімальне напрацювання. Характеризує ресурсні можливості виробу, вважають, що t_{\min} відповідає значенню $t_\gamma(\text{рес})$, при $\gamma = 99,99\%$
$t_{cp}(\text{ср.сл})$	Середній термін служби виробу. Являє собою математичне очікування терміну служби виробів розглянутого типу
$t_\gamma(\text{ср.сл})$	Гамма-відсотковий термін служби (зазвичай $\gamma \geq 90\%$)
$t_{\min}(\text{ср.сл})$	Мінімальний термін служби. Вважають, що $t_{\min}(\text{ср.сл})$ відповідає гамма-відсотковому терміну служби $t_\gamma(\text{ср.сл})$ при $\gamma = 99,99\%$
Показники збереженості	
$t_{cp}(\text{збер})$	Показники зберігання Середній термін зберігання виробу. Являє собою математичне очікування терміну зберігання виробів розглянутого типу
$t_\gamma(\text{збер})$	Гамма-відсотковий термін зберігання (зазвичай $\gamma \geq 90\%$)
$t_{\min}(\text{збер})$	Мінімальний термін зберігання. Вважають, що $t_{\min}(\text{збер})$ відповідає значенню $t_\gamma(\text{збер})$ При $\gamma = 99,99\%$
$t_{cp}(\text{зб})$	Середній термін зберігання виробу. Являє собою математичне очікування терміну зберігання виробів розглянутого типу

Продовження табл. 2

Позначення	Пояснення показників надійності
$t_\gamma^{(зб)}$	Гамма-відсотковий термін зберігання (зазвичай $\gamma \geq 90\%$)
$t_{min}^{(зб)}$	Мінімальний термін зберігання. Вважають, що $t_{min}^{(зб)}$ відповідає гамма-відсотковому терміну зберігання $t_\gamma^{(зб)}$ при $\gamma = 99,99\%$

Під ймовірністю безвідмовної роботи за час t_3 розуміють ймовірність виду

$$P(t_3) = \text{Ймовірність}\{T \geq t_3\},$$

де T - випадковий час безвідмовної роботи виробу (час до відмови).

Якщо відома функція щільності розподілу часу до відмови $w(t)$, то ймовірність безвідмовної роботи виробу за час t_3 може бути визначена як

$$P(t_3) = \int_{t_3}^{\infty} w(t) dt$$

Геометрична інтерпретація виразу зрозуміла з рис. 3.

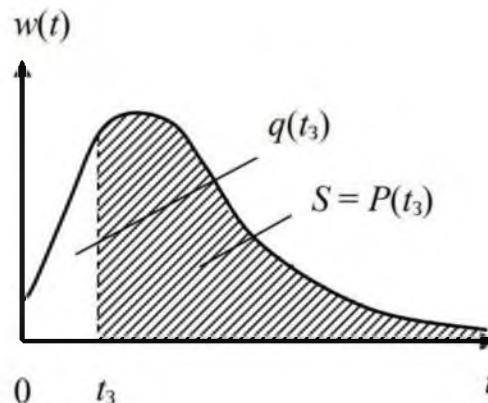


Рис. 3. Для визначення ймовірностей $P(t_3)$ й $q(t_3)$.

В разі експоненціального розподілу часу до відмови з використанням виразу можна отримати

$$P(t_3) = e^{-\lambda t}$$

де λ - параметр експоненціального розподілу для розглянутих зернозбиральних комбайнів.

Формулою широко користуються в інженерних розрахунках. Вона також відома під назвою експонентний закон надійності.

Під інтенсивністю відмов елементів для інтервалу часу Δt_i розуміють значення умовної щільності розподілу часу до відмови за умови, що до початку розглянутого моменту часу Δt_i відмов не було. З використанням результатів випробувань інтенсивність відмов чисельно можна визначити як

$$\lambda_i^* = \frac{n(\Delta t_i)}{N_{сп i} \Delta t_i}$$

де $n(\Delta t_i)$ - кількість елементів, які відмовили в i -му часовому інтервалі; $N_{cp\ i}$ – середня кількість елементів, безвідмовно працювали в i -му часовому інтервалі; Δt_i - ширина i -го часового інтервалу.

Надійність однотипних комбайнів або елементів з точки зору тривалості їх роботи до першої відмови характеризують середнім часом безвідмовної роботи зернозбиральних комбайнів, під яким розуміють математичне очікування часу безвідмовної роботи.

Основною характеристикою безвідмовності елементів зернозбиральних комбайнів, що наводиться в технічних умовах або інших технічних документах, є інтенсивність відмов λ_0 . Значення λ_0 приймається постійним, вказується в технічній документації і відповідає номінальному електричному режиму і нормальним (лабораторним) умовам експлуатації, якщо явно не вказано інше.

Розмірність інтенсивності відмов: $[\lambda] = 1/\text{год} = \text{год}^{-1}$.