



Міністерство освіти і науки України

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича

**ПЛАНУВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ З БАГАТОСТУПЕНЕВИМИ
РЕЖИМАМИ НАВАНТАЖЕННЯ**

Методичні вказівки

до виконання практичної роботи

**для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання зі спеціальності
133 Галузеве машинобудування**

Харків

2023

0

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра надійності та міцності машин і споруд
імені В.Я. Аніловича

**ПЛАНУВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ З БАГАТОСТУПЕНЕВИМИ
РЕЖИМАМИ НАВАНТАЖЕННЯ**

Методичні вказівки
до виконання практичної роботи

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання зі спеціальності
133 Галузеве машинобудування

Затверджено рішенням
Методичної ради
ФМІ ДБТУ
Протокол № 1
від 07. 02. 2023 р.

Харків

2023

УДК 631.3

Схвалено на засіданні кафедри надійності та міцності машин і споруд
імені В.Я. Аніловича
протокол № 6 від 30.01.2023 р.

Планування випробувань з багатоступеневими режимами навантаження: методичні вказівки до виконання практичної роботи для студентів денної та заочної форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти, спеціальності 133 Галузеве машинобудування; Харків. Державний біотехнологічний університет; уклад.: В.І. Іванов, М. В. Сліпченко, В.Б. Савченко, О.А. Свіргун – Харків : [б. в.], 2023. – 8 с.

Методичні вказівки призначені для набуття практичних навичок з проведення і аналізу результатів випробувань з багатоступеневими режимами навантаження.

Розглядаються способи проведення і аналізу результатів випробувань з багатоступеневими режимами навантаження.

Рецензенти:

А.К. Автухов, д-р техн. наук, завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні ім. О.І. Сідашенка Державного біотехнологічного університету.

Р.В. Антощенко, д-р техн. наук, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю Державного біотехнологічного університету.

Відповідальний за випуск: М. В. Сліпченко, к.т.н., доцент, зав.каф.

© Іванов В.І., Сліпченко М.В.,
Савченко В.Б., Свіргун О.А.
© ДБТУ, 2023

ПЛАНУВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ З БАГАТОСТУПЕНЕВИМИ РЕЖИМАМИ НАВАНТАЖЕННЯ

Мета роботи: вивчити способи проведення і аналізу результатів випробувань з багатоступеневими режимами навантаження.

Часто при плануванні прискорених стендових випробувань заздалегідь невідомі закономірності, що визначають розрахункову величину коефіцієнту прискорення (переходу), який може бути отриманий за рахунок підвищення жорсткості випробувань. У цьому випадку коефіцієнт переходу K_n заздалегідь невідомий, але відомі експлуатаційні навантаження. Тоді очікувану експлуатаційну довговічність об'єкту можливо отримати за допомогою ступеневих режимів випробувань.

Перший зразок випробовують при експлуатаційному навантаженні Q_e деякий заданий час t_e , не доводячи його до відмови; потім навантаження збільшують (збільшують жорсткість режиму) до величини Q_n і доводять об'єкт до відмови впродовж наробітку t_n (рис.1.а.1).

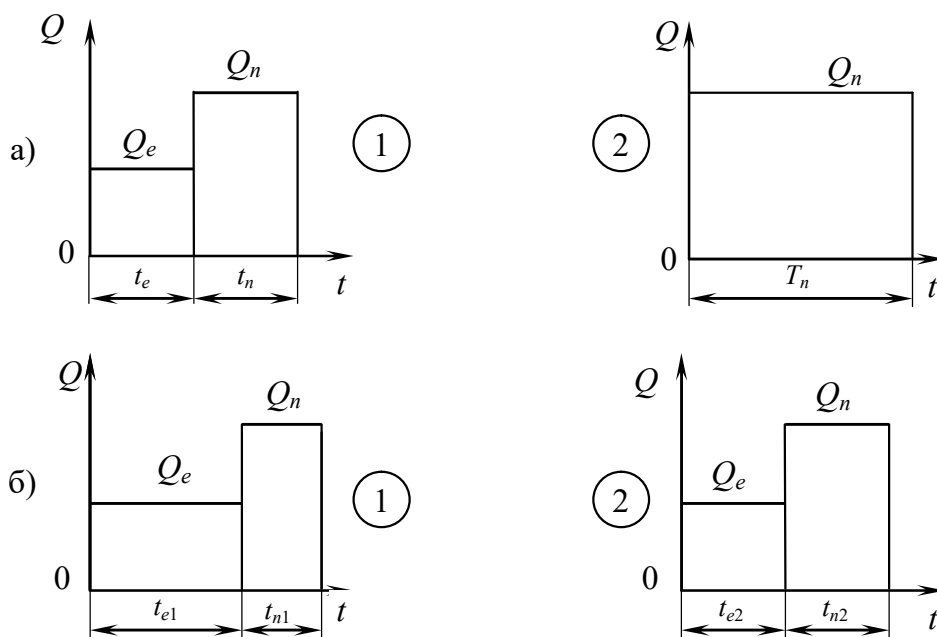


Рис.1. Схеми двоступеневих прискорених випробувань

Проводять також випробування другого зразку тільки у режимі з підвищеною жорсткістю і доводять його до відмови при наробітку T_n (рис.1.а.2).

При цьому відсутня необхідність знати попереднє значення коефіцієнта переходу K_n . Очікуваний наробіток до відмови у експлуатації T_e отримується безпосередньо за результатами випробувань з умови лінійного накопичення механічних пошкоджень:

$$\frac{t_e}{T_e} + \frac{t_n}{T_n} = 1. \quad (1)$$

Після проведення випробувань, знаючи наробітки до відмов T_n і T_e , визначають коефіцієнт переходу K_n :

$$K_n = \frac{T_e}{T_n} = \frac{\frac{t_e}{t_n}}{\frac{t_n}{T_n} - 1}, \quad (2)$$

Виходячи з припущення, що випробування першого і другого зразків проводяться одночасно, можливо оцінити у скільки разів прискорюється отримання інформації під час двоступеневого режиму прискорених випробувань порівняно з одноступеневими випробуваннями у експлуатації, та визначити коефіцієнт прискорення K_{np} :

$$K_{np} = \frac{\frac{T_n}{t_n}}{\frac{t_e}{t_n} + 1} \cdot K_n. \quad (3)$$

Прискорення випробувань з таким значенням коефіцієнту прискорення має місце тільки при первинних випробуваннях. У подальшому, після визначення коефіцієнту переходу K_n , проводять тільки прискорені стендові одноступеневі випробування, а експлуатаційний ресурс визначають за формулою:

$$T_e = T_n \cdot K_n. \quad (4)$$

Під час планування випробувань за схемою рис.1.б, також як і для схеми за рис.1.а, для проведення двоступеневих випробувань, необхідно два зразки. Однак, як видно з рис.1.б, на відміну від схеми за рис.1.а, обидва зразки випробовуються

з початку у експлуатаційному режимі до наробітків t_{e1} і t_{e2} , а потім доводяться до відмови при режимі з підвищеною жорсткістю відповідно при наробітках t_{n1} і t_{n2} .

Коефіцієнт переходу визначається за формулою:

$$K_n = \frac{T_e}{T_n} = \frac{\frac{t_{e1} - t_{e2}}{t_{n1}}}{\frac{t_{n2}}{t_{n1}} - 1}; \quad (5)$$

Як і для схеми випробувань за рис.1.а, можливо визначити коефіцієнт прискорення випробувань K_{np} . Для найбільш тривалого варіанту випробувань, наприклад, першого зразка (рис. 1,б1), для якого $t_{e1} > t_{e2}$, коефіцієнт прискорення дорівнює:

$$K_{np} = \frac{T_e}{t_{e1} + t_{n1}} = \frac{1 - \frac{t_{n1} \cdot t_{e2} \cdot t_{n1}}{t_{e1} \cdot t_{n1} \cdot t_{n2}}}{1 - \frac{t_{n1}}{t_{n2}} + \frac{t_{n1}}{t_{e1}} - \frac{t_{n1}}{t_{e1}} \cdot \frac{t_{n1}}{t_{n2}}}. \quad (6)$$

Індивідуальні завдання

Визначити значення коефіцієнтів переходу K_n' і K_n'' під час проведення двоступеневих випробувань за даними табл.1.

Таблиця 1. Вихідні данні до завдання щодо визначення коефіцієнту переходу і коефіцієнту прискорення під час двоступеневих випробувань

№ строки	$\frac{t_e}{t_n}$	$\frac{T_n}{t_n}$	$\frac{t_{e1}}{t_{n1}}$	α'	$\frac{t_{n2}}{t_{n1}}$
1	5,5	1,1	5,5	0,100	1,1
2	6,0	1,2	6,0	0,125	1,2
3	6,5	1,3	6,5	0,150	1,3
4	7,0	1,4	7,0	0,175	1,4
5	7,5	1,5	7,5	0,200	1,5
6	8,0	1,6	8,0	0,225	1,6
7	8,5	1,7	8,5	0,250	1,7
8	9,0	1,8	9,0	0,275	1,8
9	9,5	1,9	9,5	0,300	1,9
0	10,0	2,0	10,0	0,325	2,0

Приклад.

Визначити величину коефіцієнтів переходу K_n' і K_n'' , а також коефіцієнтів прискорення K_{np}' і K_{np}'' під час проведення двоступеневих випробувань відповідно за схемами рис.1.а і 1.б.

Вихідні данні для розрахунків:

а) до схеми за рис.1.а: $\frac{t_e}{t_n} = 8,0$; $\frac{T_n}{t_n} = 1,6$;

б) до схеми за рис.1.б: $\frac{t_{e1}}{t_{n1}} = 8,0$; $\alpha' = 0,2$; $\frac{t_{n2}}{t_{n1}} = 1,6$.

Розв'язок.

Значення коефіцієнтів переходу K_n' і K_n'' визначаються відповідно з (2) і (5); при визначенні K_n'' спочатку слід знайти величину $\frac{t_{e2}}{t_{n1}} = \alpha' \cdot \frac{t_{e1}}{t_{n1}} = 0,2 \cdot 8 = 1,6$; після цього визначити коефіцієнти переходу:

$$K_n' = \frac{8}{1,6 - 1} = 13,3; \quad K_n'' = \frac{8 - 1,6}{1,6 - 1} = 10,07.$$

Коефіцієнти прискорення K_{np}' і K_{np}'' визначаються відповідно з (3) і (6):

$$K_{np}' = \frac{1,6}{8 + 1} \cdot 13,3 = 2,36; \quad K_{np}'' = \frac{1 - 0,125 \cdot 1,6 \cdot 0,625}{1 - 0,625 + 0,125 - 0,125 \cdot 0,625} = 2,074.$$

Бачимо, що коефіцієнти прискорення під час прискорених випробувань у розглянутих режимах суттєво менші за коефіцієнти переходу (відповідно $2,36 < 13,3$ і $2,074 < 10,07$). Подальші випробування слід проводити у одноступеневому форсованому режимі навантаження, який забезпечить більш високий рівень прискорення випробувань.

Рекомендована література

1. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В.Л. Надежность машин в задачах и примерах. Харьков: Око, 2001. 320 с.
2. Гринченко А.С. Механическая надежность мобильных машин: оценка, моделирование, контроль. Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2012. 259 с.
3. Погорелый Л.В., Анилович В.Я. Испытания сельскохозяйственной техники. Научно-методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин. Феникс, 2004. 208 с.
4. Армашов Ю.В., Охмат П.К. Випробування сільськогосподарської техніки на надійність: Навч. Посібник. Дніпропетровськ, 2002. 219 с.
5. Шмат К.І., Бондарев Є.І., Мігальов О.В. та ін. Випробування і сертифікація техніки АПК: Навчальний посібник. Херсон: ОПДІ-плюс, 2004. 268 с.

Навчальне видання

**ПЛАНУВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ З БАГАТОСТУПЕНЕВИМИ
РЕЖИМАМИ НАВАНТАЖЕННЯ**

Методичні вказівки
до виконання практичної роботи

Укладачі:

ІВАНОВ Володимир Іванович
СЛІПЧЕНКО Максим Володимирович
САВЧЕНКО Володимир Борисович
СВІРГУН Ольга Анатоліївна

Формат 60x84\16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 0,3

Наклад 30 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44