



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 58940

(13) A

(51) 7 G01N3/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВІАДВИГУНІВ

1

2

(21) 2002119481

(22) 28 11 2002

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Богуслаєв Олександр Вячеславович, Дубровін Валерій Іванович, Субботін Сергій Олександрович, Яценко Віктор Кузьмич

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МОТОРСІЧ"

(57) Спосіб визначення коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей авіадвигунів, що включає оцінку значення коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей за інформативними факторами

без проведення руйнівних випробувань деталей, який **відрізняється** тим, що на основі значень ознак для кожної деталі визначають відстані деталі від центрів кластерів у просторі ознак, що пов'язані із коефіцієнтом ультразвукового зміцнення, на основі значень відстаней деталі від центрів кластерів визначають характеристики належності деталі кластерам, на основі характеристик належності деталі кластерам визначають коефіцієнт зміцнення деталей кульками в ультразвуковому полі за допомогою неплінійної багатопараметричної моделі, побудованої на основі експериментально отриманих даних

Винахід відноситься до машинобудування й обчислювальної техніки і може бути використаний для прогнозування міцносних властивостей деталей авіадвигунів після ультразвукового зміцнення кульками без проведення руйнівних випробувань

Відомий спосіб визначення коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей авіадвигунів, який обрано за прототип, полягає в тому, що коефіцієнт ультразвукового зміцнення деталей визначають за статистичною лінійною регресійною моделлю, побудованою на основі експериментально отриманих даних для різних зразків (деталей) (Богуслаєв В. А., Яценко В. К., Притченко В. Ф. Технологическое обеспечение и прогнозирование несущей способности деталей ГТД.-К. Манускрипт, 1993 - С. 309-315)

Недоліками відомого способу є невисока точність обчислень та низька надійність оцінки коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей

В основу винаходу поставлена задача підвищення точності обчислень та надійності одержуваної оцінки коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей авіадвигунів

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей авіадвигунів, який полягає в тому, що значення коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей оцінюють за інформативними факторами без проведення руйнівних випробувань деталей, на основі значень ознак для кожної дета-

лі визначають відстані деталі від центрів кластерів у просторі ознак, що пов'язані із коефіцієнтом ультразвукового зміцнення, на основі значень відстаней деталі від центрів кластерів визначають характеристики приналежності деталі кластерам, на основі характеристик приналежності деталі кластерам визначають коефіцієнт зміцнення деталей кульками в ультразвуковому полі за допомогою неплінійної багатопараметричної моделі, побудованої на основі експериментально отриманих даних

Такий спосіб дозволяє підвищити точність та надійність оцінювання коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей авіадвигунів

Оцінку коефіцієнта ультразвукового зміцнення деталей авіадвигунів на основі запропонованого способу визначають наступним чином

Спочатку для кожної деталі (кожного зразку) вимірюють значення факторів, що впливають на коефіцієнт ультразвукового зміцнення деталей кульками в ультразвуковому полі. В якості таких факторів (ознак), що найповніше відбивають процес ультразвукового зміцнення деталей використовують

$x_1 = \bar{G}$, мм⁻¹ - відносний градієнт першого головного напруження,

$x_2 = \sigma_{0.2}$, МПа - межа текучості матеріалу,

$x_3 = HB$, МПа - твердість матеріалу за Бринеллем,

(13) A

(11) 58940

(19) UA

$X_4 - v$ - швидкість співударення кульки з об'єктом, що змищується, м/с,

$X_5 - D$ - діаметр кульок, мм,

$X_6 - t$ - час змицнення, с

Після вимірювання значень факторів, їх заносять у пам'ять ЕОМ

Далі на основі значень ознак для кожної деталі визначають характеристики приналежності кластерам (компактним областям у просторі ознак). Ці характеристики визначають на основі оцінювання відстані значень ознак деталі від центрів кластерів в просторі ознак, що пов'язані із коефіцієнтом ультразвукового змицнення

$$C_i = \psi \left(w_0^{(1)} \sqrt{\sum_{j=1}^6 (x_j - w_j^{(1)})^2} \right)$$

$i=1, 2, \dots, 11,$

де ψ - радіально-симетрична функція

$$\psi(a) = e^{a^2},$$

$w_j^{(1)}$ - вагові коефіцієнти, що визначаються за таблицею 1

Значення характеристик приналежності кластерам зберігають у пам'яті ЕОМ і використовують для визначення коефіцієнта змицнення деталей кульками в ультразвуковому полі

Далі за допомогою нелинійної багатопараметричної моделі, побудованої на основі експериментально отриманих даних, оцінюють значення коефіцієнту ультразвукового змицнення деталей за наступною формулою

$$y = \sum_{i=1}^{11} w_i^{(2,1)} C_i + w_0^{(2,1)}$$

Розрахунок коефіцієнта ультразвукового змицнення деталей запропонованим способом роблять для деталей, що виготовлені зі сплаву ВТ8 та сталі ЕП718. Відносний градієнт першого головного напруження деталей знаходиться у межах $\bar{G} = 0,66 - 3,05 \text{ мм}^{-1}$, межа текучості матеріалу

$\sigma_0 = 700 - 950 \text{ МПа}$, твердість матеріалу за Брінеллем $HB = 3250 - 3800 \text{ МПа}$, швидкість співударення кульки з деталлю, що змищується, $v = 19 - 28 \text{ м/с}$, діаметр кульок $D = 1,3 - 2,35 \text{ мм}$, час змицнення $t = 300 - 900 \text{ с}$, маса кульок $M = 0,4$

кг, межа міцності $\sigma_B = 1100 \text{ МПа}$, об'єм камери для кріплення деталей, що змищується $V = 0,2 \text{ м}^3$

У таблиці 2 представлені значення факторів для реальних деталей, а також відповідні їм значення коефіцієнта ультразвукового змицнення деталей, отримані експериментально в результаті руйнівних випробувань $y_{\text{експ}}$ та розрахункові значення $y_{\text{роз}}$, отримані в результаті обчислень запропонованим способом

З таблиці легко бачити, що запропонований спосіб розрахунку дозволяє на практиці досить точно оцінювати значення коефіцієнта ультразвукового змицнення деталей авіадвигунів. Запропонований спосіб також забезпечує більшу надійність визначення коефіцієнту ультразвукового змицнення деталей ніж статистична модель

Таблиця 1

Вагові коефіцієнти для визначення коефіцієнта ультразвукового змицнення деталей

I	$w_0^{(1)}$	$w_1^{(1)}$	$w_2^{(1)}$	$w_3^{(1)}$	$w_4^{(1)}$	$w_5^{(1)}$	$w_6^{(1)}$	J	$w_J^{(2,1)}$
								0	1,1051
1	0,8326	1,0	950	3600	28	2,4	300	1	-0,0990
2	0,8326	0,9	700	3250	28	2,4	300	2	0,2543
3	0,8326	3,0	950	3600	19	1,3	900	3	0,1149
4	0,8326	3,0	950	3600	19	1,3	600	4	0,0149
5	0,8326	3,0	950	3600	28	2,4	300	5	0,0319
6	0,8326	3,0	950	3600	28	2,4	900	6	-0,0651
7	0,8326	3,0	950	3600	19	1,3	300	7	0,1256
8	0,8326	0,7	950	3600	28	2,4	300	8	-0,0844
9	0,8326	1,4	700	3250	28	2,4	300	9	-0,2544
10	0,8326	1,0	950	3600	19	1,3	300	10	-0,0351
11	0,8326	1,4	950	3600	19	1,3	300	11	0,0074

Таблиця 2

Результати визначення коефіцієнта ультразвукового
зміцнення деталей

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	Y _{експ}	Y _{роз}
0,9	700	3250	28	2,35	300	1,15	1,15
1,43	700	3250	19	1,3	300	1,19	1,11
0,9	700	3250	19	1,3	300	1,09	1,1
0,66	700	3250	28	2,35	300	1,16	1,18
1,43	700	3250	28	2,35	300	1,06	1,06
1,43	950	3600	19	1,3	300	1	1,1
1,0	950	3600	28	2,35	300	0,93	0,93
1,0	950	3600	19	1,3	300	1,07	1,08
0,66	950	3600	28	2,35	300	0,93	0,93
0,66	950	3600	19	1,3	300	1,08	1,08
3,05	950	3600	19	1,3	300	1,23	1,23
3,05	950	3600	28	2,35	300	1,13	1,13
3,05	950	3600	19	1,3	600	1,12	1,12
3,05	950	3600	28	2,35	600	1,11	1,11
3,05	950	3600	19	1,3	900	1,22	1,22
3,05	950	3600	28	2,35	900	1,04	1,04