

УДК 519.248:621.9.02

Фролов М.В.¹, Глушко П.В.²

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ДО ПИТАННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ З НУЛЬОВИМИ ВІДМОВАМИ МЕТАЛОРИЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ НЕДОСТАТНОСТІ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

Існують дві окремі групи випробувань в межах процесу оцінки надійності технічних об'єктів: випробування для забезпечення надійності та випробування для демонстрації надійності. Випробування для демонстрації надійності полягають в перевірці, чи відповідає об'єкт мінімально-встановленим вимогам до надійності [1].

Одним з видів демонстраційних випробувань є випробування з нульовими відмовами, що в англійській літературі мають назву “No Failure Tests” чи “Zero Failure Tests” за якими протягом певного часу не повинен відмовити жодний з n зразків [1]. При плануванні демонстраційних випробувань перш за все постає питання визначення кількості зразків та часу випробування які між собою пов'язані та вибір між якими постає частіше з суто економічних питань, коли треба співставляти вартість одиниці часу випробувань та вартість зразка – більше зразків випробувати менше часу чи менше зразків – більше часу. При оцінці надійності металорізального інструменту особливе місце займає розподілення Вейбулла завдяки своїй універсальності [2, 3, 4]. При цьому основним рівнянням, з якого можуть бути як визначені параметри демонстраційних випробувань так і оцінені параметри розподілення, є наступне [1]:

$$\exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}\right] \geq (1-q)^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

де: t – час випробування; β – параметр масштабу або характеристичний час; α – параметр форми; n – кількість зразків; q – довірна імовірність або ризик споживача.

Для планування демонстраційних випробувань, як видно з рівняння (1) треба знати параметри розподілення. Для оцінки параметру форми може бути

використано просте рівняння, що пов'язує цей параметр з коефіцієнтом варіації V [4]:

$$\alpha = 1/V \quad (2)$$

Аналізуючи значення коефіцієнта варіації стійкості металорізального інструменту в нормальних умовах експлуатації [2, 3], можна прийти до висновку, що він в переважній більшості випадків буде знаходитися в межах 0,2 ... 0,35. Менші значення будуть спостерігатися при роботі інструменту в екстремальних умовах, а більші – при його незадовільній якості. Тобто за рівнянням (2) параметр форми буде мати орієнтовні значення від 3 до 5. Ці значення відображають фізичну сутність відмов металорізального інструменту і відносяться до таких, що спричиняються втомним руйнуванням, а також руйнуванням внаслідок швидкого зносу [5].

З аналізу рівняння (1) відносно довірчої імовірності, з урахуванням зазначених вище спостережень, було отримане емпіричне рівняння (3) для визначення часу випробовування n зразків, при якому буде забезпечена мінімальна довірка імовірність 0,8:

$$t \geq L_\gamma \frac{1.2}{\sqrt[3]{(1-\gamma)n}} \quad (3)$$

де: L_γ – час роботи інструменту з імовірністю безвідмовної роботи γ , що має бути продемонстрований протягом випробувань.

Треба зазначити, що за рівнянням (3) кількість зразків може бути прийнято в залежності від γ . Так при $\gamma = 0,95$ – $n \leq 40$; при $\gamma = 0,90$ – $n \leq 20$, а при $\gamma = 0,7$ – $n \leq 10$.

Таким чином рівняння (3) можна використовувати для попереднього планування демонстраційних випробувань металорізального інструменту з нульовими відмовами при недостатності статистичних даних для більш точної оцінки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Luko, S. N. Weibull analysis with assumed Weibull slope where no failures are observed: SAE technical paper series [Text] / S. N. Luko. – Milwaukee, WI: SAE International, 1998. – 9 p.

2. Тивирев, Е. Г. Критерии оценки эксплуатационного ресурса инструмента [Текст] / Е. Г. Тивирев, К. Б. Даниленко // Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер. Машиностроение. – 2017. – № 4. – С. 112–120.

3. Анцев, А. В. Оценка стойкостной зависимости методом максимального правдоподобия [Текст] / А. В. Анцев, Н. И. Пасько // Известия ТулГ. Технические науки. – 2017. – Т. 2, № 8. – С. 129–138.

4. Frolov, M. Variation Coefficient and Some Distribution Laws in the Context of Cutting Tools and Other Technical Objects Reliability Modeling [Text] / M. Frolov // Advances in Design, Simulation and Manufacturing. DSMIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering. – Cham: Springer, 2018. – P. 13–22.

5. Abernethy R. B. Weibull analysis handbook [Text] / R. B. Abernethy, J. E. Breneman, C. H. Medlin, G. L. Reinman. – West Palm Beach, FL : Pratt & Whitney Aircraft, 1983. – 228 p.