

Сухінін В.П., Пугачова Т.М.
КРИТЕРІЇ ТРИВАЛОЇ МІЦНОСТІ

Розглянуто питання початкової нерівномірності розподілу напруження і можливості її зниження в елементах ротора. Теоретичний коефіцієнт початкової нерівномірності суцільного плоского диску без навантаження від лопаток

$$K_T = \frac{\frac{3 + \mu}{8} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot r^2}{\frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot r^2} = \frac{9 + 3 \cdot \mu}{8} = 1,24$$

При виготовленні такого диска з матеріалу, що характеризується ідеальною здатністю до перерозподілу напруження, отримуємо дійсний коефіцієнт $K_d = K_T = 1$. За відсутності цієї здатності $K_d = K_T = 1,24$, тобто міцність диску з малопластичного матеріалу в 1,24 рази менша від міцності ідеального диску ($1/1,24 = 0,808$, тобто приблизно 81 %).

Наявність у центрі диска циліндричного отвору спричинює початкову нерівномірність, що характеризується коефіцієнтом

$$K_T = \frac{\frac{3 + \mu}{8} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot 2 \cdot r^2}{\frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot r^2} = \frac{18 + 6 \cdot \mu}{8} = 2,48$$

Відносна міцність такого диску, виготовленого з матеріалу нездатного перерозподіляти напруження ($K_d = K_T$), становить $1/2,48 = 0,404$, тобто 40 % від міцності ідеального диску.

Прийнявши межу міцності σ_ϵ або тривалої міцності $\sigma_{0,2}$ як характеристики руйнування, одержуємо схему крихких руйнувань, що дозволило виробити критерії переходу до крихких руйнувань і перерозподілу напруження. Встановлено, що відношення межі міцності σ_ϵ до межі текучості $\sigma_{0,2}$ повинно бути менше, ніж жорсткість (γ) напруженого стану в найбільш навантаженій точці

$$\frac{\sigma_\epsilon}{\sigma_{0,2}} < \frac{\sigma_1}{\sigma_i} < \gamma \quad \text{або} \quad \frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_\epsilon} > \frac{\sigma_i}{\sigma_1} = \frac{1}{\gamma}$$

Виявлено, що виникнення крихких руйнувань пов'язане не тільки з властивостями матеріалу, але і з характером напруженого стану, що визначається

його жорсткістю. Жорсткість напруженого стану часто зумовлена особливостями конструкції, зокрема, наявністю кутових переходів, канавок, отворів тих елементів, що створюють нерівномірність розподілу напруження. Тому слід урахувати не лише крихкість, що характеризує власне метал, але й сукупність усіх факторів, які впливають на напружений стан деталі.

Для попередження крихкого руйнування цельнокованого ротора необхідний матеріал з межею плинності

$$\sigma_{0,2} \leq 0,7 \cdot \sigma_B.$$

Як критерій крихкого руйнування пластичних матеріалів слід приймати

нерівність $\frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_B} > \frac{1}{\gamma}$ або $\sigma_{0,2} > \frac{\sigma_B}{\gamma}$.