

**ПОШКОДЖУВАНІСТЬ РОТОРІВ ПАРОВИХ ТУРБІН
ПРИ АСИНХРОННОМУ ПІДКЛЮЧЕННІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА
ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ**

Марисяк Б.О., Коренна С.Р.

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Процес підключення турбогенератора до енергосистеми (синхронізація) вимагає збігу частоти обертання, напруги та фазових кутів з мережею. Розбіжність у фазах викликає зрівнювальні струми, що спричиняють гальмівний момент та крутильні коливання роторів. Крутильні коливання механічної системи, що виникають внаслідок реактивного сплеску на роторі електрогенератора під час його асинхронного підключення до енергосистеми, описуються системою чотирьох диференційних рівнянь у матричній формі:

$$[I]\{\ddot{\varphi}\} + [D]\{\dot{\varphi}\} + [K]\{\varphi\} = \{M\}F(t),$$

де: $[I]$ – матриця моментів інерції мас дисків; $[D]$ – матриця демпфування; $[K]$ – матриця жорсткості; $\{M\}$ – вектор моментів; $F(t)$ – функція опису крутного моменту; $\{\varphi\}$ – вектор кута повороту дисків.

Дослідження показало, що при підключенні турбогенератора К-1000-60/3000 ЛМЗ з кутом синхронізації 30° (груба синхронізація) на його валопроводі спостерігаються крутильні коливання з амплітудою, що призводить до накопичення крутильної втоми в металі роторів. На ділянці валу між ЦНТ 1 та ЦНТ 2 відбулося 3 пошкоджуючі коливання, між ЦНТ 2 та ЦВТ – 4, між ЦВТ та ЦНТ 3 – 5, між ЦНТ 3 та ЦНТ 4 – 7, а також між ЦНТ 4 та електрогенератором – 7.

Для розрахунку пошкодження роторів використовувалася лінійна теорія підсумування пошкоджень (гіпотеза Пальмгрена-Майнера). Результати розрахунку показали, що найбільший рівень пошкодження металу внаслідок асинхронного підключення виник на ділянці ротора між паровою турбоустановкою та електрогенератором – $6,85 \cdot 10^{-4}$.

Варто зауважити, що за весь час експлуатації турбоагрегатів відбувається не одне таке асинхронне підключення. Проте на діючих енергоблоках відсутні засоби моніторингу за крутильними коливаннями, що значно ускладнює визначення рівня пошкодження металу роторів та залишкового ресурсу.

Література

1. Chernousenko, O. Y., Marysiuk, B. A. (2024). Damage to steam turbine rotors due to asynchronous connections of electric generators to the unified power system // *Problemele Energeticii Regionale*, 64(4), 127–134.