УЗГОДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК, ЩО ОТРИМАНО ПРИ ВИПРОБУВАННІ МОДЕЛЬНИХ ТУРБІННИХ СТУПЕНІВ ВЕЛИКОЇ ВІЯЛОВОСТІ З ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАТУРНИХ СТУПЕНІВ

Котульський Р.О.
Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного НАН України, м. Харків

В роботі визначено залежності, які дозволяють використовувати енергетичні характеристики парових турбін, що отримані при стендових випробуваннях в умовах нестисненого повітряного робочого середовища, для оцінки характеристик натурних ступенів

На основі рівняння збереження в одновимірній постановці отримано залежності для оцінки теплоперепаду $H_{\text{ст}}^{\text{опт}}$, відносин швидкостей $(u/C_0)_{\text{опт}}$ та степеня реактивності ρ_0 для оптимальних режимів з використанням параметрів робочого середовища на середньому діаметрі ступеня.

Характеристики робочого середовища: для моделі повітря показник адіабати k = 1,4, газова постійна $R_{\text{п}}$ = 287,15 Дж/кг; для парового ступеня (насичена пара) показник адіабати k = 1,135, газова постійна $R_{\text{нп}}$ = 460,5 Дж/кг.

Теплоперепад, який спрацьовується у ступені парової турбіни відповідно до ізоентропного процесу та рівняння збереження енергії, надається як

$$H_{\text{ст}} = 3{,}852\frac{T_{0\text{ст}}^*}{T_{0\text{мод}}^*}\cdot\frac{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}119}\right]_{\text{ст}}}{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}2857}\right]_{\text{мод}}}\cdot H_{\text{мод}},$$

де T_0^*, P_0^* – температура та тиск загальмованого потоку перед ступенем, P_2 – тиск робочого середовища за ступенем.

Характеристичне число ступеня $(u/C_0)_{\text{ст}}$ при оптимальному $(u/C_0)_{\text{мод}}$ модельного ступеня визначається як

$$\left(\frac{u}{C_0}\right)_{\text{ст}}^{\text{опт}} = 0{,}5093\cdot\frac{u_{\text{сер ст}}}{u_{\text{сер мод}}}\cdot\sqrt{\frac{T_{0\text{ст}}^*}{T_{0\text{мод}}^*}}\cdot\sqrt{\frac{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}2857}\right]_{\text{мод}}}{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}119}\right]_{\text{ст}}}},$$

де u – окружна швидкість робочого колеса на середньому діаметрі.

Для визначення степеня реактивності ступеня заданої геометрії на основі викладок В. М. Капіноса [1] отримано рівняння

$$\rho_0 = 1 - 0{,}560\cdot\frac{sin\beta_2}{sin\alpha_1}\cdot\frac{v_{1t}}{v_{2t}},$$

де α_1 та β_2 – кути виходу потоку на середньому діаметрі із напрямного та робочого апаратів.

Відношення питомих об'ємів на середньому діаметрі перед робочим колесом v_{1t} і за ним v_{2t} залежить від степеня реактивності і визначається ітераціями.

Література:

1. Капинос В. М., Гаркуша А. В. Змінний режим роботи парових турбін. Харків: Вища школа. 1989. 173 с.