

МОМЕНТ ОБЕРТАННЯ АКСІАЛЬНО-КІНЕТИЧНОЇ ТУРБИНИ

Степук О.В, Автономова Л.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Серед джерел відновлюваної енергії особливе місце займають мікро- та піко- гідротурбіни у зв'язку з невисокою вартістю їх виготовлення і достатньою ефективністю в енергомережах віддалених регіонів. У зв'язку з цим особливий інтерес представляє вибір оптимальних режимів і геометричних конфігурацій турбін в умовах змінних швидкостей гідродинамічних потоків [1,2]. При стандартному рішенні рівнянь Ейлера або Нав'є-Стокса задаються об'ємна або масова швидкість потоку робочої рідини, падіння тиску та швидкість, або момент обертання гідротурбіни. У випадках, коли момент і швидкість обертання турбіни не відомі, використовуються ітераційні методи визначення крайових умов - метод моментів и метод сил.

У першому випадку із закону збереження імпульсів момент обертання: $T_d = -\int \rho u_{ext}^2 (\tan \beta) r dS_{ext} + \int \rho u_{int} \omega r^2 dS_{int}$, де ρ - щільність рідини, швидкість потоку на вході і виході турбіни - u_{int} , u_{ext} , β - кут нахилу лопатей, ω - кутова швидкість обертання. У другому випадку використовуючи різницю тисків на зовнішній і внутрішній сторонах лопаті момент обертання: $T_d = -\int (1/2) \rho u_{int}^2 L (-C_L \cos \varphi + C_D \sin \varphi) r dr$, де $C_L = F_L / (1/2) \rho u_{int}^2 L$, $C_D = F_D / (1/2) \rho u_{int}^2 L$ - коефіцієнти підйомної сили, $F = n(-F_L \cos \varphi + F_D \sin \varphi)$ - підйомна сила, L - хорда лопатей.

У роботі отримані чисельні рішення задач гідродинаміки для аксіально-кінетичних турбін на основі методу скінчених елементів за допомогою чисельного комплексу ANSYS Fluent Simulation. Для змінних швидкостей потоків використовувалися обидва методи. Коли розміри зазорів і лопатей еквівалентні, результати розрахунків в обох випадках дають близькі результати при низьких значеннях чисел Рейнольдса. Момент обертання аксіально-кінетичної турбіни досягає максимуму при інверсному положенні лопатей. Доведено, що при такій конфігурації можна домогтися збільшення моменту на 50-60%.

Література

1. Modeling and control of variable-speed micro-hydropower plant based on Axial-flow turbine and permanent magnet synchronous generator (MHPP-PMSG), IECON 2011 - 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, 7-10 Nov. 2011, pp. 896 – 901
2. J. Swiderski Axial Flow turbine development for Ultra Low-Head (ULH) Hydro projects. Canada