

ГІДРОДИНАМІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ОСЬОВИХ ГІДРОТУРБІН ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ НАВАЛІВ РОБОЧОГО КОЛЕСА

Русанов А.В., Хорєв О.М., Косьянов Д.Ю., Рябова С.О., Сухорєбрий П.М.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної
академії наук України*

ВАТ «Турбоатом», Харків

В ІПМаш НАН України проведено дослідження впливу окружних та осьових навалів лопатей робочого колеса (РК) на характеристики потоку в проточній частині (ПЧ) осьової гідротурбіни [1]. З метою отримання ПЧ з максимальними енергетичними показниками було розроблено серію РК з комбінованими навалами лопатей – одночасно з окружними та осьовими. Проведено дослідження ПЧ з дев'ятьма різними комбінаціями значень навалів РК; окружний: $\gamma_U = +30^\circ; +20^\circ; +10^\circ$; осьовий: $\varphi_U = +5^\circ; +10^\circ; +15^\circ$.

Дослідження за допомогою програмного комплексу *IPMFlow*. Моделювання в'язкої течії нестисливої рідини виконано на основі чисельного інтегрування рівнянь Рейнольдса з додатковим членом, що містить штучну стисливість. Для врахування турбулентних ефектів використано диференціальну двопараметричну модель SST Ментера. Чисельне інтегрування рівнянь проведено за допомогою неявної квазімонотонної схеми Годунова другого порядку апроксимації за простором і часом.

Для визначення залежності ККД від значень комбінованого окружного ($\gamma, ^\circ$) та осьового ($\varphi, ^\circ$) навалів вибрано квадратичну залежність:

$$\bar{\eta}(\varphi, \gamma) = a_0 + a_\varphi \bar{\varphi} + a_\gamma \bar{\gamma} + a_{\varphi\varphi} \bar{\varphi}^2 + 2a_{\varphi\gamma} \bar{\varphi}\bar{\gamma} + a_{\gamma\gamma} \bar{\gamma}^2.$$

Побудовано лінії рівних ККД та визначено екстремум з координатами $\gamma = -14,21^\circ$ та $\varphi = +7,71^\circ$. Розроблено лопатеву систему РК з такими значеннями навалів.

Проведено чисельні дослідження в ПЧ з модернізованим РК при п'яти розрахункових режимах при оптимальному куті установки лопаті $\varphi_L = 15^\circ$. Показано, що просторове профілювання лопаті РК за допомогою комбінованих навалів дозволило підвищити значення ККД і потужності практично у всьому діапазоні режимів.

Роботу виконано в межах наукового завдання ОБ.4.2 «Підвищення ефективності та збільшення потужності осьових поворотно-лопатевих гідротурбін ПЛ20, призначених для модернізації ГЕС Дніпровського каскаду» цільової програми наукових досліджень НАН України «Науково-технічні основи енергетичного співробітництва між Україною та Європейським Союзом» («Об'єднання-3»).

Література:

1. Русанов А.В. Гидродинамическое совершенствование проточных частей осевых гидротурбин при помощи пространственного профилирования лопастей рабочих колес/ А.В. Русанов, О.Н. Хорев, С.А. Рябова Д.Ю. Косьянов, П.Н. Сухорєбрий // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків, 2016. – № 41 (1213). – С. 49 – 57.