

## ВПЛИВ ОКРУЖНОГО ТА ОСЬОВОГО НАВАЛУ ЛОПАТЕЙ РОБОЧОГО КОЛЕСА ГІДРОТУРБІНИ ПЛ20 НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ

Русанов А.В., Хорєв О.М., Косьянов Д.Ю., Линник О.В., Сухорєбрий П.М.  
*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної академії наук України, ВАТ «Турбоатом», м. Харків*

Застосування просторового профілювання елементів проточної частини, в першу чергу лопатей робочого колеса, є перспективним засобом підвищення ефективності гідромашин. В ІПМаш НАН України накопичено великий досвід в питаннях просторового профілювання напрямних та робочих лопаток парових турбін за допомогою окружного та осьового навалів. Цей досвід було вирішено перенести для удосконалювання робочих коліс гідротурбін осьового типу.

При навалах форма перетинів лопатевих систем зберігається незмінною, деформується тільки форма лінії прив'язки і, як наслідок, взаємне положення перетинів у коловому або осьовому напрямках. Складний навал створюється за рахунок надання осі лопаті форми кривої другого порядку, яка визначається кутом шаблеподібності  $\gamma$  та відносною довжиною вигнутої ділянки лопаті  $\bar{l}$ . В робочому колесі осьової гідротурбіни в якості лінії прив'язки приймається вісь повороту лопаті, після виконання навалів у разі потреби вибираємо нову вісь повороту.

Дослідження впливу окружних та осьових навалів виконано для робочого колеса осьової поворотно-лопатевої гідротурбіни ПЛ20 Кременчуцької ГЕС за допомогою програмного комплексу *IPMFlow*. Сітка *H*-типу розрахункової області, що містила канали напрямного апарату та робочого колеса, а також відсмоктувальну трубу, налічувала понад 2,2 млн комірок. 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.

За результатами дослідження вперше отримано залежності структури просторового потоку в характерних перетинах проточної частини, в тому числі і у відсмоктувальній трубі, від величини окружного та осьового навалів. Встановлено також залежності втрат енергії в елементах проточної частини, а також ККД та потужності від значення кута шаблеподібності  $\gamma$ .

Встановлено, що при застосуванні навалів: 1) істотно змінюється вигляд епюр тиску на поверхні лопаті, особливо в районі вхідної кромки; 2) змінюється розподіл складових швидкості та значень кутів потоку за робочим колесом на вході в відсмоктувальну трубу; 3) істотно змінюються характеристики потоку в відсмоктувальній трубі та значення втрат енергії в ній; 4) вдалося підвищити значення ККД потужності сучасної гідротурбіни Кременчуцької ГЕС в широкому діапазоні режимів роботи.