

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТОЧНИХ ЧАСТИН ГІДРОТУРБІН ПЛ20 ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ НАВАЛІВ ЛОПАТЕЙ РОБОЧОГО КОЛЕСА

Русанов А.В., Хорєв О.М., Линник О.В., Сухорєбрий П.М.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної академії наук України ВАТ «Турбоатом», м. Харків*

Перспективним засобом підвищення ефективності гідромашин є їх гідродинамічне удосконалення за рахунок просторового профілювання елементів проточної частини. В ІПМаш НАН України накопичено великий досвід в питаннях просторового профілювання напрямних та робочих лопаток парових турбін за допомогою колового та осьового навалів. Було вирішено перенести цей досвід для удосконалювання робочих колес 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. Навал називається простим, якщо перетини лопаті відхиляються по висоті відносно осі лінійно, якщо нелінійно, то такий навал називається складним. 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 навалів виконано для робочого колеса осьової поворотно-лопатевої гідротурбіни ПЛ20 Кременчуцької ГЕС за допомогою програмного комплексу *IPMFlow*. Розрахункова сітка каналу напрямного апарату та робочого колеса містила 1,5 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, а також втрат енергії в робочому колесі, потужності та ККД проточної частини від значення колового та осьового навалів.

Встановлено, що при застосуванні навалів: 1) змінюється розташування ізоліній тиску в міжлопатевому каналі та 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) досягається зниження втрат енергії в робочому та підвищення максимального ККД проточної частини гідротурбіни Кременчуцької ГЕС в широкому діапазоні режимів роботи