

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ РІДИНИ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ГІДРОТУРБИНИ ПЛ20 КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ ГЕС

Русанов А.В., Линник О.В., Сухоробрий П.М., Хорєв О.М.,
Косьянов Д.Ю., Рябов А.В.

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

Проведено чисельне дослідження течії рідини в проточній частині осьової поворотно-лопатевої гідротурбіни ПЛ20 Кременчуцької ГЕС. Дослідження виконано за допомогою програмного комплексу *IPMFlow*.

Розрахунки проведено для моделі гідромашини з діаметром робочого колеса $D_1=1$ м і напорі $H=1$ м для низки режимів при оптимальному та максимальному куті установки лопаті $\varphi=15^\circ$ та $\varphi=35^\circ$ відповідно. До складу розрахункової області входили спіральна камера зі статором, направляючий апарат, робоче колесо та відсмоктувальна труба. Спіральна камера з трапецеїдальними меридіональними перетинами розвиненими вниз, має кут охоплення в плані $\varphi_{сп}=180^\circ$; решітка статора нараховує 17 колон, включаючи зуб спіралі; радіальний направляючий апарат складається з 32 симетричних лопаток УП-32-2 висотою $b_0=0,4D_1$ і діаметром розташування осей повороту лопаток $D_0=1,1625D_1$; робоче колесо ПЛ20/3271у-В має діаметр втулки $d_{вт}=0,37D_1$ і кількість лопатей $z_1=4$; відсмоктувальна труба висотою $h=1,915D_1$, довжиною $l=4,1D_1$ і з коліном типу 4А. Розрахункова сітка налічує приблизно 4,5 млн елементів.

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 отримано просторову структуру течії в характерних перетинах проточної частини, розподіл швидкості та тиску вздовж профілів лопаток направляючого апарату та лопатей робочого колеса, визначено втрати енергії в окремих елементах проточної частини. Проведено дослідження впливу окружної нерівномірності потоку, що формує спіральна камера, на структуру потоку та втрати енергії в елементах підводу. Виконано порівняння розрахункових результатів з експериментальними даними, що були отримані на гідродинамічному стенді ВАТ «Турбоатом» в модельному блоці гідротурбіни з $D_1=460$ мм і дослідному напорі $H=7,5$ м.

Аналіз отриманих результатів показав задовільний збіг розрахункових та експериментальних даних щодо структури потоку і інтегральних показників. Розглянуто можливості підвищення ефективності гідротурбіни за рахунок удосконалення елементів проточної частини.