

УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21

Мирослав Зінь, к.т.н., доц., Юрій Підгайний

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна
Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне),
Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОСЬОВИХ РОБОЧИХ КОЛІС ДЛЯ ТРУБНИХ ГІДРОТУРБІН

Myroslav Zin, Ph.D., Assoc. Prof., Yurii Pidhainyi

FEATURES CONSTRUCTION OF PROPELLERS FOR TUBAL HYDRO TURBINES

Різке подорожчання в Україні енергоносіїв для населення, починаючи з квітня-травня 2015 року, свідчить про гостру енергетичну кризу, що триває. Відтак вітчизняна енергетика вимагає докорінних змін, модернізації, підвищення енергоефективності, диверсифікації енергопостачання, переходу до використання відновлюваних джерел енергії – усього того, що зможе стати гарантом нашої енергетичної безпеки.

Мала гідроенергетика, як одна з галузей відновлюваної енергетики, має дуже великі перспективи розвитку в нашій країні. Існують можливості спорудження сотень нових малих ГЕС. Крім того, можна суттєво підвищити вироблення електроенергії діючими станціями цього типу, провівши там відповідну модернізацію.

В Україні переважає рівнинна місцевість з рівнинними ріками, які придатні для спорудження в основному низьконапірних ($H < 20$ м) малих ГЕС. Для малих напорів найефективніше використовувати гідротурбіни з осьовими робочими колесами – Каплана (поворотно-лопатевої), пропелерні, трубні. Якщо будівництво розпочинається з «нуля», з метою здешевлення проекту (зменшення вартості турбіни і будівлі ГЕС) доцільно застосовувати горизонтально-осьові трубні гідротурбіни. Вони можуть бути без регулювання (пропелерні з жорстко зафіксованими робочими і напрямними лопатями), з одинарним (можна змінювати кутове положення напрямних лопатей) і подвійним (можна змінювати кутове положення як напрямних, так і робочих лопатей) регулюванням. Якщо ж мала ГЕС споруджується на місці раніше діючої малої ГЕС або водяного млина з вертикально-осьовою (-ими) гідротурбіною (-ми), де збереглася в задовільному стані будівля станції, варто розглянути можливість застосування турбін Каплана (поворотно-лопатевої) або пропелерних з вертикальною віссю обертання робочого колеса.

Одинарне та подвійне регулювання збільшує ефективність трубної гідротурбіни, але водночас збільшує її вартість і знижує експлуатаційну надійність. Вартість турбіни з одинарним регулюванням на 30 % вища від вартості турбіни без регулювання. У випадку подвійного регулювання ціна зростає ще на 30 %. Турбіна без регулювання працює без перерви 6-7 років, а далі її зупиняють для проведення планового капітального ремонту. Турбіна з регулюванням складніша, і тому без перерви вона зможе пропрацювати максимум 1-2 роки. Після цього потрібно провадити ремонт втулок лопатей робочого колеса та втулок лопатей напрямного апарату, а також виконувати ремонт інших деталей, які відсутні в трубній турбіні без регулювання. Відтак в кінцевому підсумку для багатьох випадків застосування гідротурбіна з одинарним або подвійним регулюванням може виявитися менш ефективною від гідротурбіни без регулювання.

Отже, на сучасному етапі розвитку малої гідроенергетики в Україні горизонтальні трубні гідротурбіни без регулювання – практично безальтернативні. Тому слід добре відпрацювати технологію їх виготовлення задля зниження їх вартості,

підвищення надійності в експлуатації та забезпечення максимально можливої енергоефективності.

Основним елементом гідротурбіни є робоче колесо. Воно визначає ефективність перетворення енергії води в механічну енергію обертання валу турбіни. Перетворення енергії відбувається в лопатевому апараті робочого колеса. Задля досягнення максимальної ефективності лопатевий апарат повинен бути правильно розрахований. Існуючі методики розрахунку лопатевого апарату турбіни є дуже громіздкими і тому малоприматними для інженерного застосування.

Пропонуємо власну методику розрахунку робочого колеса пропелерної горизонтально-осьової трубної гідротурбіни. Наведемо деякі її елементи.

На рис.1 зображено трикутники швидкостей для розрахункового перерізу 0 (периферія).

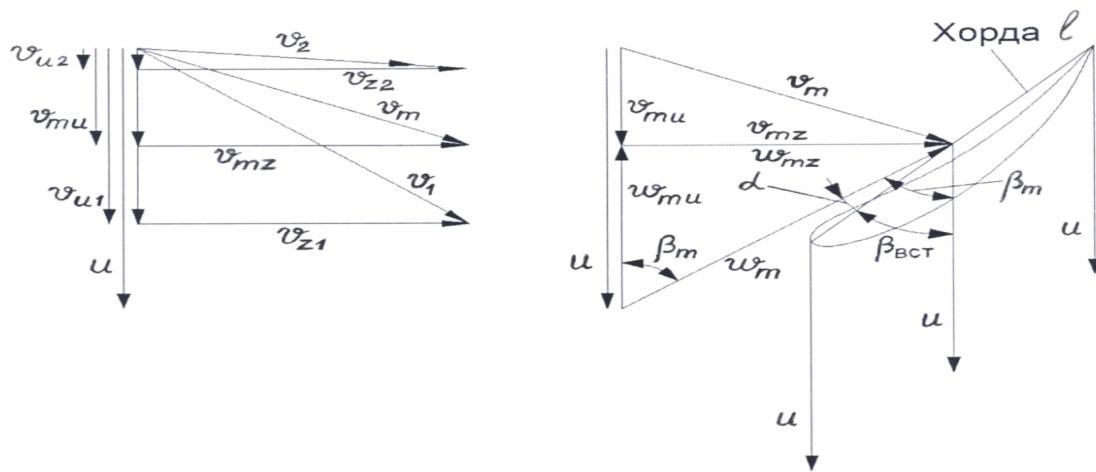


Рисунок 1. Трикутники швидкостей для розрахункового перерізу 0 (периферія)

На рис. 1 прийняті наступні умовні позначення:

u – колова швидкість точки на розрахунковому перерізі лопаті робочого колеса;
 v_m – середньовекторна величина абсолютної швидкості потоку; абсолютна швидкість потоку – швидкість потоку відносно корпусу гідротурбіни;

w_m – середньовекторна величина відносної швидкості потоку; відносна швидкість потоку – швидкість потоку відносно лопаті робочого колеса;

β_m – кут між вектором середньовекторної відносної швидкості потоку і вектором колової швидкості точки, яка розташована на лопаті робочого колеса;

l – довжина хорди профілю лопаті робочого колеса;

α – кут атаки (кут між вектором середньовекторної відносної швидкості потоку і хордою профілю лопаті робочого колеса);

$\beta_{вст}$ – кут встановлення хорди профілю лопаті робочого колеса (кут між хордою профілю і вектором колової швидкості точки, яка розташована на лопаті робочого колеса).

Запропонована методика, яку буде в повному обсязі опубліковано найближчим часом в науковому журналі, дозволяє швидко спроектувати вискоелективне осьове робоче колесо для будь якого напору H , м, і водотоку Q , м³/с, заощаджуючи при цьому час і не потребуючи випробувань виготовленого робочого колеса (або його моделі) на спеціальному стенді.