УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21
М. Зінь, канд. техн. наук, доц., Ю.Б. Підгайний
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

ОСОБЛИВОСТІ СПОРУДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МІКРО- ТА МІНІГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ З ТРУБНИМИ ГІДРОТУРБІНАМИ

M. Zin, Y. Pidhainyi

FEATURES CONSTRUCTION OF MODERN MICRO AND MINI HYDROPOWER WITH TUBAL HYDRO TURBINES

Згідно з діючою на сьогоднішній день в Україні класифікацією мікрогідроелектростанції (мікроГЕС) характеризуються встановленою потужністю до 200 кВт включно, а мінігідроелектростанції (міні ГЕС) – понад 200 кВт, аж до 1000 кВт включно. Станції цих двох типів можуть бути оснащені різними типами гідротурбін. Для дуже низьких напорів води (до 10 метрів) з технічних та економічних міркувань найбільш доцільно застосовувати трубні гідротурбіни (рис. 1).

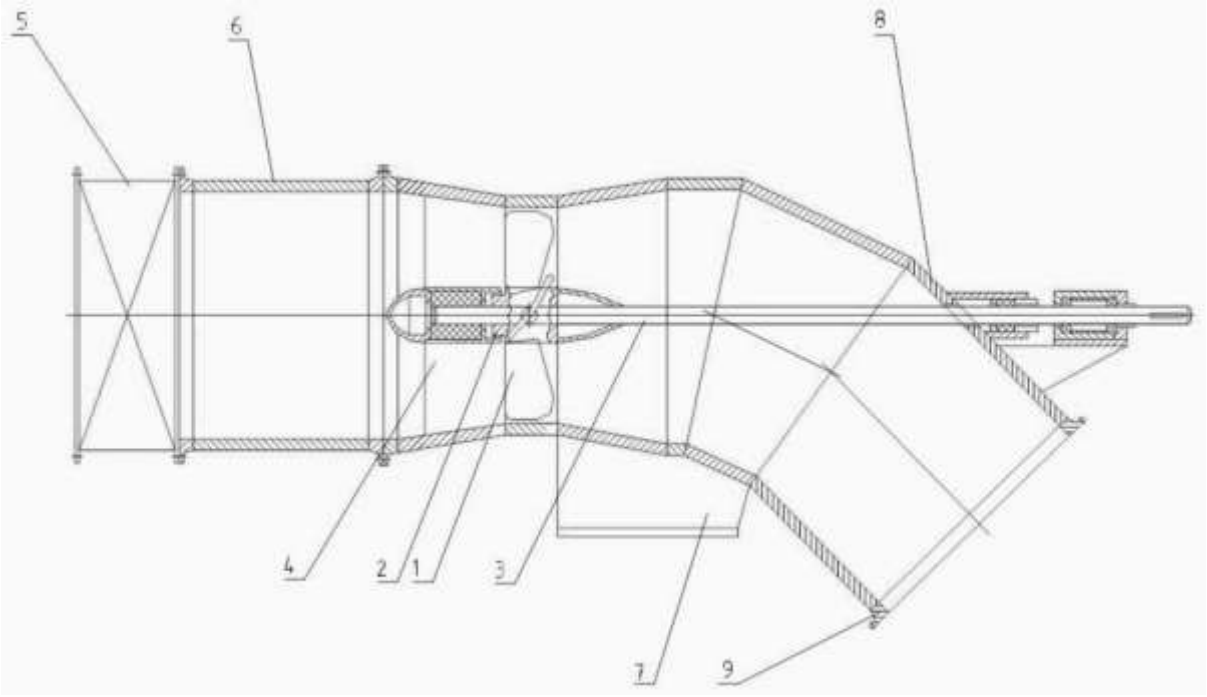

Рис. 1. Трубна гідротурбіна (розріз)

Трубна гідротурбіна характеризується насамперед тим, що її можна виготовити зі сталевого трубного металопрокату і відповідної арматури. Ця особливість дуже вагомо відображається на її дешевизні.

Трубна гідротурбіна є одним з різновидів турбіни Каплана (осьової турбіни). Її робоче колесо складається з *робочих лопатей* 1, які встановлені під певним кутом на маточині 2. Остання жорстко зафіксована на валу 3.

Перед робочим колесом розташовані *напрямні лопаті* 4. Вони, як і робочі лопаті, встановлені під певним кутом. Кути встановлення робочих і напрямних лопатей визначаються теоретично або експериментально задля забезпечення максимального коефіцієнта корисної дії турбіни за конкретних умов експлуатації – напору і подачі води.

Трубна гідротурбіна залежно від можливості чи неможливості повертання робочих або напрямних лопатей може бути без регулювання, з одинарним і подвійним регулюванням. Без регулювання – найдешевший варіант. У випадку застосування турбіни без регулювання перед нею потрібно обов'язково встановити дисковий або плаский затвор 5. З огляду надійності спрацьовування перевагу слід надавати *дисковому* затвору. З причин конструктивних особливостей і специфічного навантаження напрямних елементів *плаский* затвор в процесі експлуатації більш схильний до закисання чи заклинювання після тривалого невикористання. Один раз на декілька років він може відмовити у спрацьовуванні. Затвор 5 дозволяє *перекрити* подавання води на турбіну у випадку, якщо, наприклад, електрогенератор відключився від навантаження (щоб ротор електрогенератора не розкрутився до таких швидкостей, за яких руйнуються деякі його деталі внаслідок дії відцентрових сил).

Одинарне регулювання буває двох видів: *а)* повертаються напрямні лопаті; *б)* повертаються робочі лопаті. Застосування варіанту *а* призводить до збільшення вартості гідротурбіни приблизно на 30%. У цьому випадку повертання напрямних лопатей дозволяє регулювати подавання води на робочі лопаті аж до повного його припинення. Фактично напрямний апарат перетворюється в *регульований* затвор. Одинарне регулювання може виявитися економічно вигідним у випадку відсутності в верхньому б'єфі водотоку водосховища, яке здатне згладжувати добові або навіть тижневі коливання витрати води. Застосування варіанту *б* дозволяє забезпечувати високі ККД турбіни в ширшому діапазоні подач води. Його недолік – висока вартість. Робочі лопаті можуть повертатися автоматично або вручну. В другому випадку необхідно зупиняти турбіну, демонтувати робоче колесо і виконувати механічні дії, які необхідні для встановлення якогось іншого кута повороту робочих лопатей. Настільки значний обсяг регулювальних робіт за необхідності доцільно виконувати з досить значною періодичністю – не частіше ніж один раз на декілька років.

Подвійне регулювання – це коли є можливість повертання як напрямних, так і робочих лопатей. За таких умов ефективність роботи гідротурбіни – найвища, а її ціна – теж. Максимальне співвідношення якість-ціна гідротурбіна з подвійним регулюванням одержує здебільшого для великих типорозмірів. З цієї причини на сьогоднішній день в малій гідроенергетиці мають місце лише поодинокі випадки використання таких гідротурбін.

Гідроагрегат необхідно обов'язково оснастити *температурним компенсатором* 6 (якщо такий не входить до складу комплекту турбіни). Компенсатор дозволяє зводити до прийнятного мінімуму осьові зусилля, які виникають внаслідок зміни температури довкілля і відповідно температурних деформацій деталей і агрегатів, які знаходяться перед турбіною (точніше, перед основою 7 турбіни). Відсутність компенсатора може призвести до розриву або іншого значного пошкодження турбіни, засувки, турбінного водогону чи іншої деталі ГЕС, внаслідок чого подальша експлуатація станції стає неможливою і тому здійснюється її зупинка на позаплановий капітальний ремонт.

Важливим компонентом гідроагрегату є *всмоктувальна труба* (ВТ) (на рис. 1 її не показано). ВТ прикручують або приварюють до вихідного патрубка 8 турбіни (наприклад, до фланця 9). У найпростішому випадку ВТ являє собою трубопровід конічної форми, який розширюється. Кут при вершині конуса ВТ становить приблизно 13^{o}. Задня частина ВТ (більшого діаметру) повинна бути занурена у воду нижнього б'єфу водотоку. Відстань між найнижчою точкою ВТ і дном відвідного водотоку повинна щонайменше на 25% перевищувати діаметр робочого колеса турбіни. ВТ дає гідроагрегату можливість використовувати для вироблення енергії напір води між віссю турбіни і нижнім б'єфом. Для дуже низьких напорів води (до 10 метрів) наявність ВТ сприяє збільшенню генерування енергії на мікро- чи міні ГЕС на 10 – 50%.