

СЕКЦІЯ 2

НАСОСИ, АПАРАТУРА І ЕЛЕМЕНТИ ГІДРО- ТА ПНЕВМОПРИВОДІВ

УДК 621.224(083)

**П. М. Андренко¹, д.т.н., професор,
А. Ю. Лебедєв¹, к.т.н.,
О. В. Дмитрієнко¹, к.т.н., доцент,
М. С. Свинарченко², к.т.н., доцент**

¹ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

² Харківський національний університет будівництва та архітектури

МОНОБЛОЧНИЙ ГІДРОАГРЕГАТ МІКРОГЕС

Використання енергії малих водостоків за допомогою малих гідроелектростанцій (мікроГЕС) є одним з найбільш ефективним напрямком розвитку альтернативної енергетики, особливо для віддалених і важкодоступних районів з обмеженою передавальною потужністю ЛЕП. При використанні мікроГЕС відсутні негативний вплив на довкілля та якість води, яка може використовуватися для водопостачання населення, та проблеми, характерні великій гідроенергетики (побудова складних і коштовних гідроспоруд, затоплення місцевості тощо). Виконання гідроагрегатів мікроГЕС за схемою SF дозволяє поєднати в одному блоці гідротурбіну та синхронний генератор. Саме тому таке схемне рішення було вибране нами при проектуванні мікроГЕС.

Розроблений нами прямоточний гідроагрегат [1] виконаний у вигляді моноблока і містить гідротурбіну, електричний генератор і систему ущільнень з'єднань пар обертального руху, яка ізолює від проточного тракту турбіни порожнину статора генератора і підшипникові вузли, що включає ущільнення порожнини статора генератора і ущільнення підшипникових вузлів, рис. 1–3. Гідротурбіна виконана у вигляді чотирьох лопатевої прямоочної осьової пропелерної турбіни і має камеру турбіни 1, робоче колесо з лопатями 3, направляючий апарат з лопатями 6, передній і задній статори, підшипникові вузли 9, 13. Електричний генератор виконаний у вигляді 3-х фазного багатополусного синхронного генератора зі збудженням від висококоерцитивних постійних магнітів на основі композиції Nd-Fe-B. Зазначимо, що виконання гідротурбіни у вигляді чотирьохлопатевої прямоочної осьової пропелерної гідротурбіни обумовлена тим, що така турбіна має найвищу пропускну здатність із всіх відомих типів реактивних турбін.

Відмінність розробленого прямоточного гідроагрегата від відомих полягає в тому, що кожна з ущільнень порожнини статора генератора виконана у вигляді одинарного механічного торцевого ущільнення, установленого в порожнині статора генератора і такого, що містить нерухоме і пружновстановленого кільця, які утворюють торцеву звичайну пару тертя обертання, контактний пружний елемент і вторинні ущільнення, що забезпечують герметичність ущільнюючих кілець. Ущільнювальні кільця виконані з плоскими кільцевими поверхнями робочих торців, утворених шаром твердосплавного композиційного матеріалу реліт-мідь, що складається з твердих зерен реліту (литого карбиду вольфраму, переважно з розміром зерна 0,18...0,28 мм (евтектика W_2C+WC), зцементованими прошарками міді. Твердосплавний шар реліт-мідь, нанесений на кільцеву основу ущільнювального кільця із сталі, забезпечує високу зносостійкість і антифрикційність ущільнення, що зумовлено високою твердістю зерен реліту і антифрикційними властивостями міді. Вторинні ущільнення виконані у вигляді кільцевих еластомірних ущільнювальних елементів, розміщених у канавках. Нерухомі ущільнювальні кільця розташовані на ободі робочого колеса. Пружноустановлені ущільнювальні кільця розташовані з можливістю кутових і осьових переміщень на

зовнішніх циліндричних обичайках переднього і заднього статорів турбіни, див. рис. 3. Кожна з циліндричних обичайок на тій її частині, де розташоване пружноустановлене ущільнювальне кільце, виконане з меншим зовнішнім діаметром, ніж її зовнішній діаметр на сусідній з ній частині її осьової довжини, і має на згаданій першій частці два кільцевих установочних виступу, що примикають з двох боків до стінок канавки, в якій розміщено ущільнюючий елемент вторинного ущільнення.

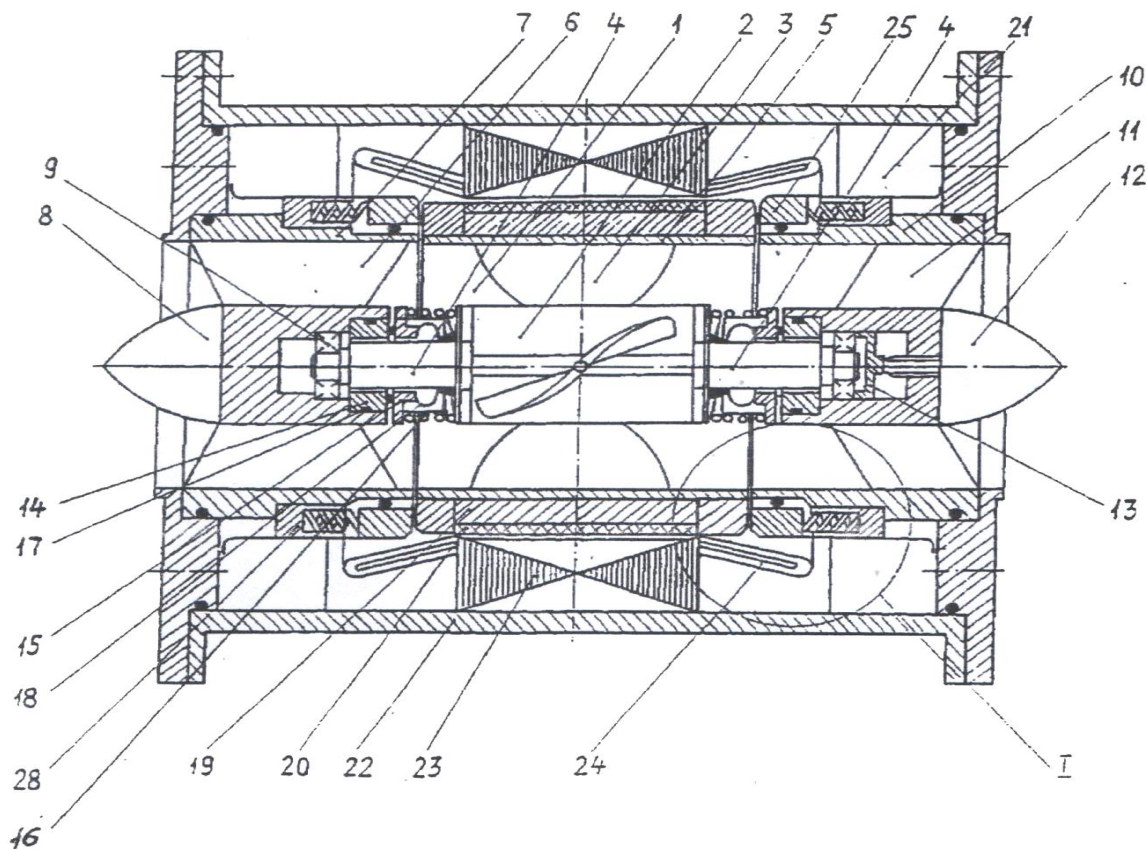


Рисунок 1 – Прямоточний гідроагрегат: 1 – камера турбіни; 2 – маточина; 3 – лопаті; 4 – опорні цапфи; 5 – обід робочого колеса; 6 – направляючі лопаті; 7, 10 – зовнішня обичайка; 8, 12 – обтічник; 9, 13 – підшипниковий вузол; 11 – опорні колони; 14 і 15 – нерухоме і пружно встановлене ущільнювальне кільце; 16 – пружний елемент; 17, 18 – вторинне ущільнення; 19 – ротор; 20 – індуктор; 21 – порожнина статора генератора; 22 – корпус; 23 – сердечник; 24 – обмотка статора; 25 – механічне торцеве ущільнення; 28 – контактні пружні елементи

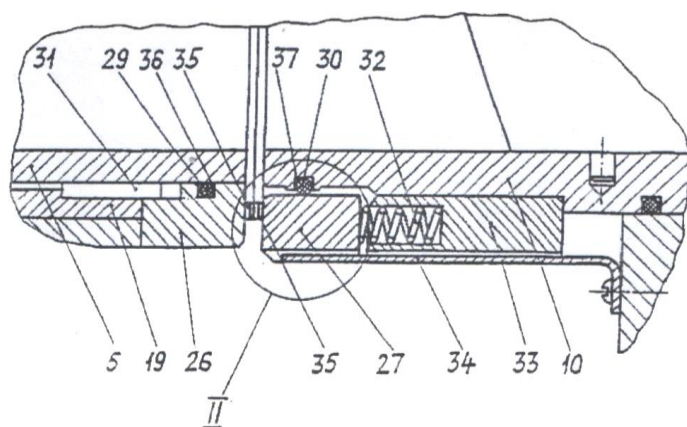


Рисунок 2 – Вузол пружновстановленого ущільнювального кільця торцевого ущільнення статора турбіни: 26, 27 – ущільнюючі кільця; 29, 30 – ущільнення; 31 – порожнина; 32 – пружина; 33 – основа пружного елемента; 34 – фіксатор; 35 – контактна поверхня робочих торців ущільнювальних кілець; 36 – канавка

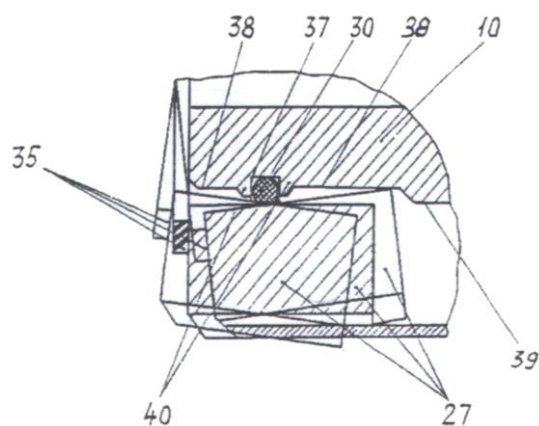


Рисунок 3 – Вузол торцевого ущільнення: 37 – кільцева канавка; 38 – поверхня контакту ущільнювального кільця; 38 – поверхня обмеження переміщення ущільнювального кільця; 40 – установочний виступ

Крім того кожне з ущільнень підшипникових вузлів виконане у вигляді одинарного механічного торцевого ущільнення, встановленого між підшипниковим вузлом і матичиною робочого колеса так, що воно оточує опорну цапфу робочого колеса, і такого, що містить нерухоме і пружно встановлене ущільнювальні кільця, які утворюють торцеву звичайну пару тертя обертання і виконані з плоскими кільцевими контактами поверхнями робочих торців, утворених шаром твердосплавного композиційного матеріалу реліт-мідь. Контактний пружний елемент і вторинні ущільнення, які забезпечують герметичність ущільнювальних кілець, причому нерухоме ущільнювальне кільце нерухомо встановлене усередині обтічника поряд з підшипниковим вузлом і його вторинне ущільнення виконане у вигляді кільцевого еластомірного ущільнювального елемента, вторинне ущільнення пружноустановленого кільця виконане у вигляді сільфона.

Для збереження високого ККД гідроагрегату при змінній величині напору у гідроагрегаті виконаному у вигляді моноблока, що містить прямоточну саморегулюючу поворотну-лопатеу трубку гідротурбіну із чотирма робочими лопатями, постаченими двома співвісними циліндричними хвостовиками, кожна, основним і допоміжним, котрі закріплені: основний – у маточині і допоміжний – в обичайці робочого колеса турбіни, основний хвостовик кожної лопаті закріплений у маточині робочого колеса турбіни за допомогою пружного елемента типу сайлент-блок, котрий представляє собою дві металеві тонкостінні циліндричні втулки, до яких привулканизована гумова втулка, причому зовнішня втулка сайлент-блока запресована в маточині робочого колеса турбіни, а у внутрішню втулку сайлент-блока запресований основний хвостовик лопаті турбіни [2].

Таке конструктивне виконання дозволяє лопаті повертатися навколо своєї осі обертання на певний кут, щодо набігаючого потоку води, близький до оптимального, залежно від напору і витрати води, зберігаючи при цьому максимальне значення ККД.

Розроблений прямоточний гідроагрегат має підвищену надійність роботи і збільшений міжремонтний період внаслідок забезпечення практично повної герметизації стиків з'єднань пар обертального руху, яка виключає протоки, стабільно підтримуваної протягом тривалого часу. Пропоноване виконання підшипникових вузлів дозволяє, за рахунок забезпечуваної довгочасно підтримуваної надійної герметизації стиків з'єднань пар обертального руху, використати у в підшипникових вузлах стандартні радіально-упорні конічні роликові підшипники кочення з регульованим натягом, які заповнені консистентним мастилом. Використання таких підшипників кочення обумовлене вимогою високої їх радіальної жорсткості і збереження співвісності опорних цапф робочого колеса і підшипникових вузлів з метою виключення можливості порушення симетрії магнітного зазору в генераторі при довільній орієнтації гідроагрегату у просторі, що розширює можливості застосування різноманітних варіантів встановлення гідроагрегата та спрощує його монтаж.

Гідроагрегат призначений для використання в діапазоні напорів від 4 до 12 метрів і рас ходів від 150 до 360 л/с і при цьому генерує потужність від 5 до 25 кВт відповідно. Габаритні розміри гідроагрегату такі: діаметр – 465 мм, довжина – 535 мм. Маса – 120 кг.

Література

1. Патент на корисну модель 1785 Україна F03B 13/00. / Прямоточний гідроагрегат / автори: Білокінь І. І., Стеценко Ю. М., Гапонов В. С., Андренко П. М., Воскресенський В. О.; // заявник і патентовласник СП ЗАО «ХЕМЗ – ІРЕС». – № 2002086497; заявл. 05.08.2002; опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5.

2. Патент на корисну модель 22296 Україна F03B 13/00. / Прямоточний гідроагрегат / автори: Грубой А. П., Воскресенський В. О., Гапонов В. С., Андренко П. М., Дьяков В. І; // заявник і патентовласник Державне підприємство завод «Електроважмаш». – № 2002086497; заявл. 02.10.2006; опубл. 25.04.2007, Бюл. № 5.