

Забезпечення сталого розвитку за рахунок екологічного та безпечного використання енергії річок

Лебідь О.Г., Каян В.П.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, o.g.lebid@gmail.com)

Зміна клімату нашої планети стала очевидним фактом, засвідченим Паризькою угодою 2015р. Загальносвітове потепління у 2021р. вже перевищило 1,1-1,3°C (за різними джерелами), в той час як згадана угода закликає до обмеження підйому середньої температури до кінця цього століття не більш ніж на 1,5-2°C. На території України потепління складає вже більш ніж 3,5°C, а в Арктичному басейні близько 4°C. У 2022р. Європа пережила своє найбільш спекотне літо за останні півтора століття – на 0,4°C вище середньої температури літа 2021р, яке теж було рекордним. В серпні 2022р. середньоєвропейська температура була на 1,72°C вище, ніж така ж за період 1991–2020 рр.

Основною причиною кліматичних змін на Землі є надмірна емісія парникових газів внаслідок спалення викопного палива, головними емітентами є енергетика, промисловість і транспорт. Так, у 2021 році люди викинули в атмосферу 36,3 мільярди тон парникових газів, що більше, ніж в будь-який попередній рік. Науковці повідомляють, що в травні 2022р. кількість вуглекислого газу в атмосфері побила рекорд, досягнувши майже 421 часток на мільйон. Попри це сталий розвиток людства потребує подальшого збільшення глобального виробництва енергії.

Ключову роль в досягненні цього збільшення будуть мати низковуглецева електрика та електрифікація, тобто заміна викопного палива електрикою на транспорті, в промисловості та інших галузях. Отже, нагальною є

необхідність переходу світової енергетики на видобуток електрики з чистих джерел енергії. На сьогодні до чистої енергетики часто відносять і велику гідроенергетику з високими греблями, яка використовує потенціальну енергію води. Але такі гідроелектростанції перегороджують русла річок, що призводить до утворення великих штучних водойм. У всьому світі, за оцінками науковців, є більш ніж 379100 річкових гідроелектростанцій з загальною площею водойм у 300000 км², на яких, особливо у спекотному кліматі, може утворюватись навіть більше парникових газів, ніж від електростанцій, що працюють на викопному паливі. Крім того, гідроелектростанції з їх греблями призводять до безповоротних втрат затоплених сільгоспугідь, необхідності переселення місцевого населення, передислокації промислових і інших об'єктів.

Але негативний вплив гребель на ріки не обмежується тільки цим. Перегороджені річки зменшують швидкість своєї течії, що призводить до їх замулення, цвітіння і додаткового забруднення води. Саме тому сьогодні в розвинутих країнах більше гребель розбирається, ніж будується.

Разом з тим, потоки річкової води, якщо вони рухаються навіть із відносно невеликою швидкістю, містять в собі величезний запас кінетичної енергії. Установки для утилізації кінетичної енергії води можуть суттєво допомогти в отриманні екологічно чистої енергії, що вже робиться для прибережних морських течій окремими країнами (Норвегія, Австралія, Великобританія, Канада та інші). Як правило, в таких установках використовують гідротурбіни, аналогічні турбінам, що використовуються у вітроенергетиці – пропелерного типу (з віссю обертання, розташованою вздовж потоку) та роторного типу (з віссю обертання, перпендикулярною до потоку). В останньому випадку це, як правило, ротори Дар'є з прямими лопатями, які жорстко закріплені на траверсах паралельно до осі обертання.

На перших етапах робіт по створенню гідрокінетичних турбін конструктори використали звичну схему із вітроенергетики – 3-х лопатевий ротор на горизонтальній осі, яка співосна потоку. Наприклад, компанія SIMEC Atlantis Energy на припливній електростанції MeyGen в Шотландії вже кілька років експлуатує турбіни AR1500 потужністю 1,5 МВт. Подібні ж схеми турбін використовують також компанії Verdant Power (турбіни якої вже працюють на дні ріки Іст-Рівер у Нью-Йорку), HydroWing, Nova Innovation (двулопатевий ротор) та кілька інших.

В останнє десятиліття з'явилося також кілька конструкцій гідротурбін, в яких використовується ротор Дар'є. Так, з'явилися подібні одна одній конструкції гідроустановок [«EnergyFlume»](#) компанії [Emrgy](#) і [«OceanQuest»](#) компанії HydroQuest, у яких перетворювач енергії зроблений у вигляді двох роторів Дар'є з вертикальною віссю обертання і з прямими лопатями, розміщених у прямокутних каналах. У гідротурбіни «RivGen» 2 подовжені порожнисті корпуси з'єднані подовженою площадкою, на якій розміщені 2 ротори Дар'є із зігнутими лопатями і з горизонтальною віссю поперек течії. Для занурення на дно ріки корпуси заповнюються водою.

В останні роки 2 компанії повідомили про застосування в гідрокінетичній системі роторів Дар'є з механізмом керування лопатями. Це компанія GKInetic, яка у своєї гідросистемі розмістила 2 турбіни Дар'є з вертикальною віссю по обидві сторони плавучого корпусу в місці його найбільшої ширини. Голандська компанія Water2Energy розробила гідротурбіну з ротором Дар'є з вертикальною віссю обертання, яку планувалося встановити у шлюзі порту Флашинг на початку 2022 року. Вони також повідомляють про застосування в конструкції гідроротора механізму керування лопатями.

На жаль, ні на сайтах компаній, ні в особистому листуванні не вдалося отримати інформацію про засади конструкції механізмів керування лопатями або хоча б про принцип їх дії.

Дослідження, виконані авторами у 2010-х роках, показали що при оптимальних законах управління положенням лопаті впродовж її кругової траєкторії (інакше кажучи – управління миттєвим кутом атаки) можна більш ніж в 1,5 рази підвищити ефективність такої гідротурбіни. Авторами були розроблені та досліджені в водних та повітряних потоках п'ять роторів різної конструкції та розмірів [1].

Отриманий експериментально крутний момент на валу був в три рази більший ніж момент, який створював цей же ротор з жорстко фіксованими лопатями. Ротор самостійно запускався вже при швидкості потоку 1,8-2,2 м/сек. Зменшена модель цього ж ротору успішно працювала у гідролотку навіть при швидкості водного потоку 0,3 м/сек. Коефіцієнт використання енергії потоку, який отримано при випробуваннях, склав $C_p=0.45$, але автори бачать можливість збільшити його до 0,5-0,55.

Таким чином навіть при швидкості течії в річці в 1 м/сек такий ротор може забезпечити потужність в 1кВт з подачею електроенергії протягом всієї доби, незалежно від мінливості зовнішнього середовища, від якого суттєво залежать і сонячна, і вітрова енергетики.

1. В.П. Каян, А.Г. Лебедь. Ветророторы Дарье с прямыми управляемыми лопастями: опыт создания, испытания, оптимизации характеристик. *Відновлювальна енергетика*. 2015. №.3. – С.40-48
2. V.Kayan, O.Lebid. *Darrieus type wind turbine with controlled blades*, Eurasian Physical Technical Journal, 2020, 17, №2(34), 69-72. [DOI:10.31489/2020No2/69-72](https://doi.org/10.31489/2020No2/69-72)