

4.1 Мала гідроенергетика

Історія водяного колеса, яке застосовувалося для обертання млинових жорен, а також для підйому та подачі води в напірні системи зрошення і водопостачання, почалася за багато століть до нашої ери. У 200 р. н. е. Римляни спорудили вже цілий мукомельний комплекс, який складається з 16 млинів які приводяться в рух вертикальними черпаковими колесами. У XIX ст. гідравлічна енергія постійно використовуватися для виробництва не тільки механічної, але і електричної енергії. Початок цьому поклав винахід турбіни французьким інженером Б. Фурнероном в 1820 р. Пізніше, в 1847 р., Дж. Френсіс винайшов реактивну турбіну, а в 1880 р. була сконструйована ковшова гідротурбіна (турбіна Пелтона). У 1882 р. ця турбіна була з'єднана з генератором, що дозволило використати гідравлічну енергію для виробництва електрики. І, зрештою, найважливішою подією було отримання змінного струму Дж. Вестингаузом на Ніагарському водоспаді в 1901 р. Все це створило основу для подальшого розвитку гідроенергетики.

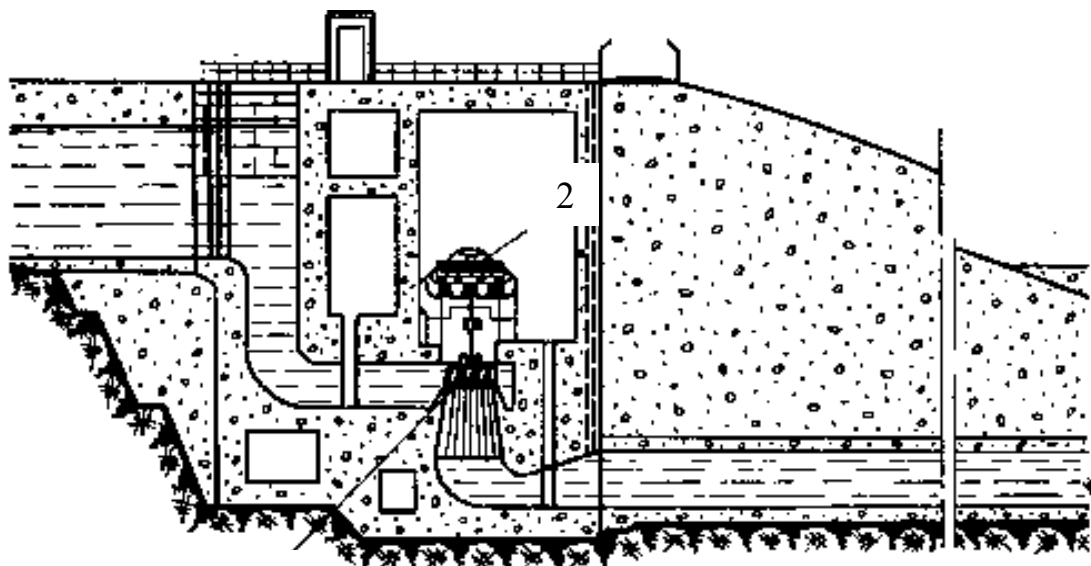
Гідроенергія, під якою звичайно розуміється енергія вод, є відновлюваною і зобов'язана своїм походженням сонячній енергії. Сонце випаровує воду морів та океанів, яка потім проливається дощами над усією територією земної кулі.

На Землі 1018 т води, тим не менш, лише 1/2000 частина її щорічно залучається до кругообігу, випаровуючись і знову випадаючи на поверхню у вигляді дощу або снігу. Щорічно з океанів випаровується 430 тис. км³ води, з суші – 70 тис. км³, 390 тис. км³ з них випадає у вигляді опадів назад в океани і 110 тис. км³ на сушу. Таким чином, щорічно приблизно 40 тис. км³ води стікає з континентів в океани. Якщо середня висота континентів 800 м, то легко підрахувати, що потенційна потужність гідроенергетичних ресурсів на земній кулі складає 10 ТВт. Тим не менш всього близько 15% може бути рентабельно використано.

Ще півстоліття тому близько 40% електроенергії в світі виробляли гідроелектростанції, сьогодні їх доля лише 23%. У світі діють більше 70 гідроелектростанцій, кожна потужністю вище 1000 МВт (деякі до 10 тис. МВт), і мільйони установок потужністю кілька кіловат. Позитивними сторонами гідроенергетики є те, що вона використовує поновлюване джерело і має високий ККД, оскільки електрична енергія виробляється безпосередньо із механічної енергії, а не з теплової і дає можливість застосовувати установки практично будь-якого розміру.

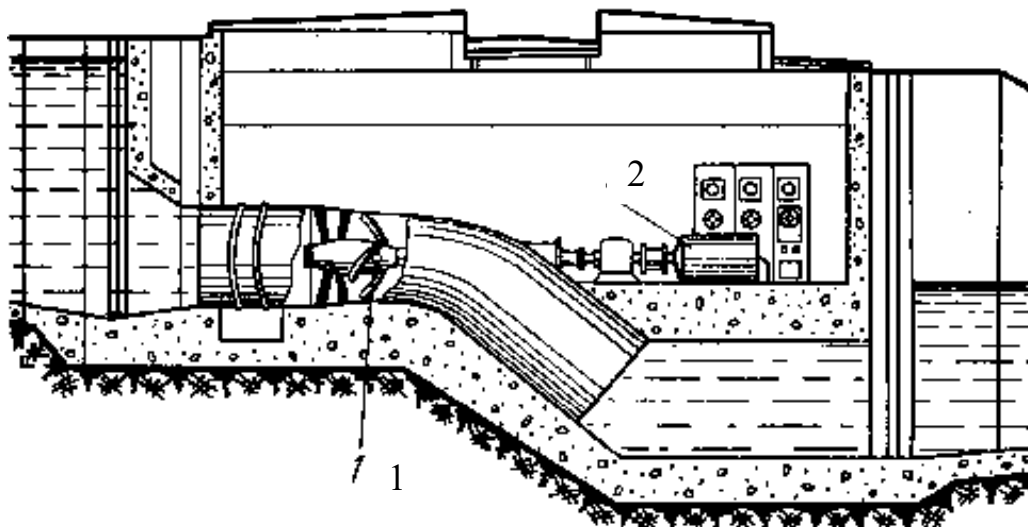
Типова схема гідроелектростанції показана на рис. 4.1. Електрична енергія виробляється генератором, який приводиться у обертання гідравлічною турбіною. Вода подається в турбіну по напірному трубопроводу, прокладеному через дамбу. Вона затримує водний потік, щоб регулювати напір і накопичувати воду для подальшого використання. Напір на турбіні дорівнює різниці рівнів між верхнім і нижнім б'єфами.

Простим типом гідроенергетичних систем є дериваційна ГЕС, що не має дамби та водосховища. Вода відводиться і русла річки по відкритому каналу або трубопроводу, які подають її на деяку відстань вниз, ніж протягом, але з меншим нахилом рівня, ніж в самій річці. Самим досягається відносне перевищення, після чого вода скидається з напірного трубопроводу на турбіну, розташовану на рівні річки нижче, ніж течія (рис. 4.2).



1— турбина; 2— генератор

Рисунок 4.1 - Схема гідроелектростанції



1 – турбина; 2 – генератор

Рисунок 4.2 - Схема дериваційної ГЕС

Такий тип ГЕС не вимагає створення дорогих і акумулятивних водосховищ, необхідна тільки дериваційних гребля для стабілізації та регулювання підведення води.

Головною перевагою маленької гідроенергетики є дешевизна електроенергії, генерованої на гідроелектростанціях; відсутність паливної складової в процесі отримання електроенергії при впровадженні малих гідроелектростанцій дає позитивний економічний та екологічний ефект. Ще один важливий аргумент на користь МГЕС. На відміну від великих гідровузлів вони практично не змінюють природних умов: не затоплюють великих земельних ділянок і навіть знижують піки повені. Крім того, вони покращують водообмін і аерацію.

Первинним джерелом енергії для малої гідроенергетики є гідропотенціал малих річок; верхня межа потужності гідроенергетичного

обладнання становить 30 Мвт. Згідно міжнародної класифікації за нормативом ООН, до малих гідроелектростанцій (МГЕС) відносять гідроелектростанції потужністю від 1 до 30 МВт, до мінігес – від 100 до 1000 квт, до мікрогес – не більше 100 квт.

Водяні турбіни маленької і середньої потужності, які використовуються в малій енергетиці так само, як і у "великій", поділяються на турбіни з віссю, розташованою вздовж потоку, та з віссю, розташованою перпендикулярно до потоку.

Для малої гідроенергетики найбільш складним технічним питанням є проектування турбоагрегатів для заданого потоку води чи протилежне завдання: створення заданої витрати й швидкості води для даної турбіни.

Проектування та установка гідротурбін мають свої особливості, які відрізняють їх від парових і газових турбін; парові та газові турбіни працюють у комплекті з відповідним чином спроектованими і підібраними джерелами енергії, які однозначно відповідають номінальній потужності агрегатів. При проектуванні гідроагрегатів завжди існує діапазон оцінки потужності потоку робочого тіла, що створює проблеми для проектування та будівництва.

Найбільш трудомістким та складним процесом для гідроелектростанцій є спорудження захисних і напірних дамб, а також водоспадних каналів. Зведення цих споруд останніми роками набагато спростилося завдяки використанню нових матеріалів і готових виробів.

Незаперечним перевагою гідроелектростанцій є їхня стійка, стабільна робота в мережі, на яку не впливають час доби і сезонні зміни. Слід зазначити, що малу залежність від сезонних змін вдається забезпечити не для всіх гідроелектростанцій. Найбільше піддаються впливу сезонних змін міні-гес крайнього півдня та північних регіонів. Тому місце будівництва старанно вибирається.

Досвід деяких держав свідчить, що освоєння потенціалу малих річок з використанням малих ГЕС і міні-гес допомагає вирішити проблему поліпшення енергопостачання. Найбільш ефективними є малі ГЕС, які

будуються на наявних гідротехнічних спорудах. Питомі капіталовкладення для ново споруджених ГЕС (США) потужністю 10 МВт становлять 1100-1400 дол./кВт, потужністю до 1 МВт — 6800-8700 дол./кВт. Будівництво маленької ГЕС потужністю 1 МВт коштує від 0,5 до 2 млн. доларів. Прибуток від неї становить 300 тис. доларів на рік, а термін окупності капітальних вкладень – 2-6 років.

Устаткування для малих ГЕС до сьогодні виробляють численні фірми США, Японії, Швеції, Швейцарії, Франції, Австрії, Великої Британії. Виробництво такого устаткування розпочато і в державах Східної Європи. Стандартизоване устаткування для малих ГЕС виробляється в широкому діапазоні параметрів: потужність — від 2 до 15000 кВт; діаметр робочого колеса турбіни — від 190 до 3000 мм; частота обертання — від 50 до 2000 об./хв., напір — від 1 до 1000 м, витрати води — від 0,01 до 0,75 м³/с. Серйозну увагу приділяють підвищенню економічної ефективності малих ГЕС за рахунок спрощення їх проектування, будівництва та експлуатації, типізації проектних рішень, стандартизації устаткування та повної автоматизації роботи ГЕС. Енергетичні установки використовують, як правило, потенційну або кінетичну енергію річок.

Діапазон потужностей діючих та тих авто, що проектувались міні-гес держав ЄС наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Діапазон потужностей міні-гес держав ЄС

Держава	Діапазон встановлених потужностей міні-ГЕС, МВт
Великобританія	0,076...4,5
Данія	0,1...1,1
Іспанія	1...150
Німеччина	0,5...40

Будівництво міні-ГЕС виявилось дуже дорогим порівняно з іншими видами гідроелектростанцій. Нижче наводяться деякі технічні та фінансово-економічні показники діючих міні-гес держав ЄС (табл. 4.2).

Зіставити вартості електроенергії міні-ГЕС дуже важко, оскільки вартість виробленої електроенергії залежить від таких факторів:

- місце будівництв і витрати на будівництво;
- багато функціональність інженерних споруд (дамба та інші гідротехнічні споруди можуть бути головними об'єктами для зрошення, водопостачання району і тільки в другу чергу для міні-гес);

Таблиця 4.2 - Техніко-економічні показники міні-ГЕС держав ЄС

Держава	Потужність, МВт	Перепад висоти, г	Витрати води, м ³ /с	Вартість проекту, дол. США	Період окупності, роки
Франція	0,2	58	0,4	50 тис.	10
Німеччина	3,1	2,6	140	16 млн.	10,4
Греція	3,75x3	15	80	41 млн.	9,5
Великобританія	0,6	102	50	100 тис.	10

- умови фінансування;
- вплив на довкілля та соціальні умови;
- потужність турбіни.

Через зазначені причини вартість електроенергії змінюється в кожній місцевості. Однак слід зазначити, що вартість електроенергії, виробленої на міні-ГЕС, майже в 10 разів вища, ніж вироблена на гідротурбинах великої потужності, і становить від 4,6 цента за 1 кВт-год і більше.

Чиста технологія виготовлення електроенергії є основою зниження викидів CO₂ та інших техногенних сполук.

Тут також доцільно згадати про *гідроакumuлюючі станції* (ГАЕС). Принцип дії їх нескладний. Трубопроводи з'єднують два величезних штучних озера, два басейна – верхній і нижній. По цих трубах вода двічі на день направляється з верхнього басейну в нижній приводячи в дію гідроагрегати. Всього півтори-дві години обертаються турбіни, перш ніж повністю спустошиться верхній басейн. Але це будуть одні і ті ж ранкові та вечірні години «пік», коли кожна додаткова кіловат-година електроенергії в народному господарстві буквально на вагу золота. Отже, знизився рівень води у верхньому басейні і відповідно підвищився в нижньому. Через деякий час знову починає працювати машинний зал станції. Однак тепер на шини генераторів подається струм інших електростанцій (адже «пік» енергоспоживання вже минув), в результаті генератори обернулися в електродвигуни, а турбіни, обертаючись у зворотний бік, насоси. Знову по трубопроводах потекла вода, але тільки тепер від низу до верху, з нижнього басейну у верхній. Йде процес накопичення води у верхньому басейні. Витрати на це, звичайно, потрібні чималі. Але в даному випадку використовується енергія «не пікових» годин, які раніше взагалі не використовувалася. Через 5-6 год, коли верхній басейн знову заповниться і настануть години вечірнього «піку» енергоспоживання, станція знову перейде з режиму «насос» у режим «турбіна» і знову потече по посібникам додаткова енергія. І так весь час. Зазначимо, що майже всі гідроакumuлюючі станції виконують різні «підсобні функції». Та є серед них одна, особливо важлива.

Справа в тому, що раптове, непередбачене збільшення споживання енергії яким-небудь підприємством, аварійний вихід з ладу енергоблоку, обрив лінії електропередачі викличуть різкі коливання частоти в енергосистемах. Таке зниження якості електроенергії – явище небажане, навіть шкідливе для моторів, верстатів, ЕОМ, побутових приладів. Щоб цього не відбувалося, необхідно вводити резервні потужності не тільки в «пікові» години. У подібних ситуаціях швидко прийти на допомогу в енергосистемах можуть ГАЕС. Вони нерідко будуються спеціально на випадок яких-небудь «Енерго-ПП».

Україна має потужні *ресурси гідроенергії рік* – загальний гідроенергетичний потенціал малих рік України становить біля 12,5 млрд. ч., що складає біля 28% загального гідропотенціала всіх рік України.

В Україні нараховується понад 63 тис. малих річок і водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км, з них близько 60 тис. (95%) — дуже малі (довжина менше ніж 10 км), їхня сумарна довжина — 112 тис. км, тобто середня довжина такого водотоку — 1,9 км. Більшість малих річок довжиною менше ніж 10 км мають площу водозбору від 20,1 до 500 км² (87% всієї кількості і 72% всієї довжини малих річок України). Малих річок з площею водозбору від 50,1 до 100 км² нараховується 890 (28% всієї кількості), а 797 річок (25%) мають площу водозбору 20,1-50 км².

При використанні гідропотенціала малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток маленької гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, чим зніме ряд проблем як в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості, так і в керуванні гігантськими енергетичними системами; при цьому вирішуватиметься цілий комплекс проблем в економічній, екологічній та соціальній сферах життєдіяльності та господарювання в сільській місцевості, в тому числі і районних центрів.

Малі ГЕС, міні - та микрогес можуть стати потужною основою енергозабезпечення для всіх регіонів Західної України, а для деяких районів

Закарпатської та Чернівецької областей - джерелом повного самозабезпечення.

Основною гідрологічною характеристикою є середній багаторічний стік, або норма річного стоку.

Найбільшою водоносністю відрізняються річки Карпат, стік яких значною мірою залежить від висоти басейнова.

При використанні енергетичних ресурсів малих річок велике значення має стан льодоставу на річках взимку. Це особливо важливо для мікро-гес, які використовують кінетичну енергію потоку річок.

З початку 20-х років в Україні нараховувалося 84 гідроелектростанції загальною потужністю 4000 квт, а наприкінці 1929 року-вже 150 станцій загальною потужністю 8400 квт, серед них Вознесенська (840 квт), Бузько (570 квт), Сутиська (1000 квт) та ін 1934 року було введено в експлуатацію Корсунь-Шевченківську ГЕС (2650 квт), яка за своїми технічними показниками була однією з найкращих станцій того часу.

У післявоєнний період електрифікація сільського господарства теж ґрунтувалася на збільшенні потужностей і поліпшенні техніко-економічних показників малих електростанцій.

На початку 50-х років кількість збудованих малих гідроелектростанцій в Україні становила 956 із загальною потужністю 30 тис. квт. Однак через розвиток централізованого електропостачання та стійку тенденцію до концентрації виробництва електроенергії на потужних тепло - та гідроелектростанціях будівництво малих ГЕС було зупинено. Почалася їхня консервація, демонтаж, сотні малих ГЕС було зруйновано. Сьогодні в Україні збереглося всього 48 малих гідроелектростанцій, більшість яких потребує реконструкції.

Напрямок розвитку малої гідроенергетики України:

- оновлення та реконструкцію наявних і діючих міні-гес;
- будівництво нових міні-гес в районах децентралізованого енергопостачання;

- будівництво міні-гес в регіонах централізованого енергопостачання на наявних перепадах водосховищ та водотоків;
- нове будівництво з концентрацією напору.

Мала енергетика України через її незначну питому вагу (0,2%) в загальному енергобалансі не може суттєво впливати на умови енергозабезпечення країни. Однак експлуатація малих ГЕС дає можливість виробляти близько 250 млн. кВт-год електроенергії за рік, що еквівалентно щорічній економії до 75 тис. тонн дефіцитного органічного палива.

4.2 Енергія морів та океанів

Моря й океани займають 71% поверхні Землі і мають *енергію таких видів*:

- енергія хвиль і припливів;
- енергія хімічних зв'язків газів, солей, мінералів тощо;
- прихована енергія течій в різних частинах морів і океанів;
- невичерпна енергія, яку можна виробляти, використовуючи різницю температур води на поверхні і в глибині, а також перетворюючи її на традиційні види.

Такі величезні запаси енергії і різноманітність його форм — гарантія того, що в майбутньому людство не буде відчувати його шлюбу.

За оцінками спеціалістів, теплова (внутрішня) енергія, що відповідає перегріву поверхневої води морів і океанів, наприклад, на 20°C, становить близько 1026 Дж. Кінетична енергія океанських течій оцінюється приблизно у 1018 Дж.

Найбільш поширеним способом використання енергії морів і океанів з спорудження *припливних електростанцій* (ПЕС). З 1967 р. у гирлі річки Ране

у Франції працює ПЕС потужністю 240 Мвт. На черзі спорудження ПЕС у затоці Фанді в Канаді з рекордним 18-метровим припливом, у гирлі річки Півночі в Англії із 14,5-метровим припливом т в один регіонах із великими припливами води.

Великі надії покладають на використання енергії морських хвиль. Бакени і маяки, які використовують цю енергію, вже покрили прибережні води Японії.

Цікавим напрямком океанської енергетики виявилось вирощування з плотів в океані гігантських водорослей — келпів, які швидко ростуть і легко перероблюються на метан. За зарубіжними оцінками, для повного забезпечення енергією кожної людини-споживача досить 1 га плантацій келпів.

На велику увагу заслуговує *«океанна термічна енергоконверсія»*, іншими словами отримання електроенергії з допомогою різниці температур між поверхневими і глибинними океанськими водами, які засмоктуються водним насосом, наприклад, при використанні в замкнутому циклі турбіни таких рідин, які легко випаровуються (пропан, фреон або амоній).

Поки що далекою здається перспектива отримання електроенергії завдяки відмінностям між солоною та прісною водою, наприклад, морською і річковою.

Велику енергію мають морські течії. В деяких місцях Гольфстрім має швидкість до 9 км/год. Вчені припускають, що найближчим часом енергія морських течій стане конкурентоспроможною.

Із зазначеного випливає, що енергія морів і океанів проявляється у вигляді припливів, хвиль, течій, різниці температур і хімічного складу води. Факторами, які впливають на припливи, є положення Сонця і Місяця відносно Землі, а також її обертання. Велике значення має і конфігурація океанських акваторій і берегів, які часто створюють унікальні умови для приток. Наприклад, розходження в рівнях приток на Таїті становить 25 г.

Перетворення енергії припливу на механічну енергію використовувалося ще на початку XI століття в припливних млинах, які будували в гирлах річок, що впадали в океан. Для цього перегороджували дамбами річки і створювали резервуари, в яких встановлювалися засувні ворота або шлюзи. Коли починався приплив, шлюзи відчинялися всередину, і вода заповнювала резервуар. Знижуючи свій рівень при відливі, вода сама затворяла шлюзи. Якщо необхідно, вода подавалася крізь вузькі ворота зливу на лопаті водяних коліс.

У перших припливних млинах використовувалася тільки потенційна енергія води, зібраної в резервуар. Пізніше, коли були винайдені ефективні насоси, з'явилася можливість використання й другого виду енергії припливів -- кінетичної, тобто енергії води, яка рухається.

Припливні електростанції мають великий водозбірний басейн або резервуар, з'єднаний з морем руслом річки або спеціальним каналом, в якому встановлюють реверсивні турбіни, які змушують обертатися електрогенератор. Така електростанція перетворює енергію припливів послідовно на механічну, а потім на електричну як під час припливу, так і під час відливу.

Перша у світі та найбільша на сьогодні ПЕС міститься у Франції на березі Ла-Маншу в гирлі річки Ране. Приплив у цьому місці переміщує 189 тис. м³ води за секунду. Різниця рівнів становить 13 м, а швидкість течії між містами Брестом і Сен-Мало часто досягає 90 км/год. У середині дамби дуже великого накопичувального резервуара містяться 24 альтернаторы-турбогенератори зі зворотними лопатками ротора турбіни. Кожен з них може функціонувати і як турбіна, і як насос, який працює і в бік моря, і в зворотному напрямку. В дамбу вмонтовані навігаційні замки і спускні шлюзи.

До недоліків ПЕС слід віднести труднощі, пов'язані із захистом дамб та устаткування від ударів крижаних торсів, особливо у північних районах. Поблизу дамб морська флора й фауна дуже страждає внаслідок, хоча і

незначного, підвищення температури і зменшення вмісту кисню у воді. Крім того, дамби перешкоджають міграції риб.

Основною позитивною рисою енергії припливів є те, що вона легко враховується завдяки постійності її фаз. Однак більша тривалість останніх і маленький потенціал енергії припливів зумовлюють необхідність створення емних акумуляторів цієї енергії. Використання енергії припливів в малопотужних установках взагалі неекономічне.

Краще використовувати енергію морських і океанських хвиль. Відомим є випадок, коли хвилі викинули камінь масою 69,5 кг на покрівлю маяка висотою 40 м над рівнем моря (штат Орегон, США). У Франції (р. Шербур) хвилі перекинули валун масою 2700 кг через дамбу висотою 6 р. Максимальна висота хвиль, зареєстрована в Тихому океані, досягала 35 м.

За оцінками фахівців, енергія морських і океанських хвиль становить приблизно 30% всієї використовуваної у світі енергії.

До 1979 р. серед усіх проектів використання енергії хвиль, які розглядалися, було виділено чотири:

- *"пирнало" Солтера;*
- *пліт Кокерела;*
- *вирівнювач Рассела;*
- *коливальна водяна колонка (резервуар).*

«Пирнало» Солтера нагадує поплавок, який, піднімаючись і опускаючись одночасно з хвилями, приводить в дію насос, який подає воду під тиском в турбогенератор.

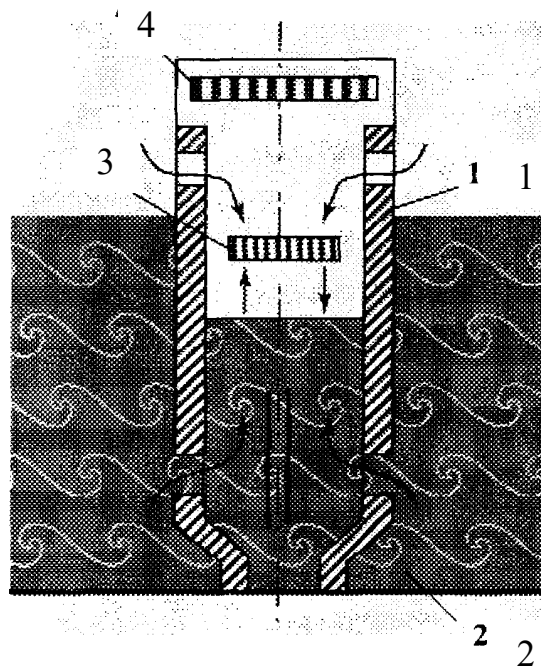
Пліт Кокерела складається з трьох шарнірно сполучених понтонів, які знаходяться на плаву і відтворюють коливання хвиль, їх підняття і опускання приводить в дію гідравлічні тарани, які з'єднують понтони. Стискання і розтягування таранов передається робочій рідині, яка діє на гідравлічний генератор, що виробляє електричний струм.

Випрямляч Рассела регулює рух води таким чином, що вона надходить у турбіну тільки в одному напрямку.

Коливальна водна колонка (резервуар) відрізняється від попередніх проектів. Вона перетворює енергію хвиль на потенційну енергію стисненого повітря, яке потім віддає енергію повітряній турбіні.

Ідея колонки належить японському морському офіцерові Масуді, який винайшов плаваючий хвилеріз.

За цим принципом сьогодні працюють плавучі установки, які використовуються для будів різного призначення. Схему такої установки показано на рис. 4.3. В її камері 1, яка має дискову опору 2, міститься турбіна 3, поєднана з електрогенератором 4.



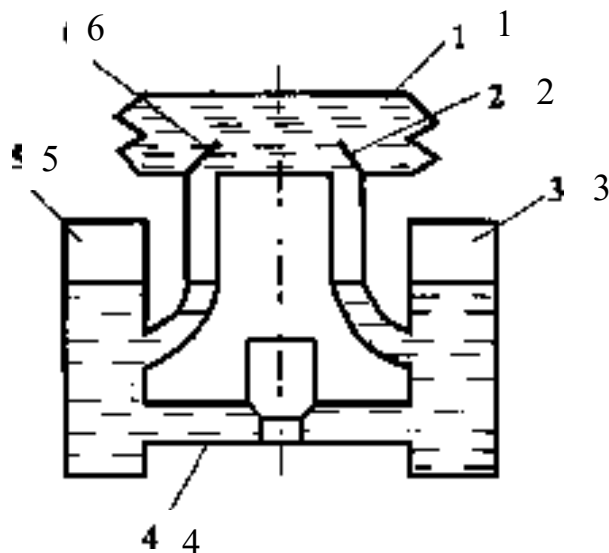
1 – камера; 2 – дискова опора; 3 – турбіна; 4 - електрогенератор

Рисунок 4.3 - Схема плавучої установки

Коли проходить хвиля, камера намагається піднятися разом з нею. Опора перешкоджає цьому і таким чином забезпечує інтенсивне проникнення води вглиб камери. Стовп води витісняє повітря з середини

камери крізь сопловий апарат на лопаті турбіни. Після проходження хвилі вода виходить з камери, а її місце знову займає повітря. Потім цикл повторюється.

Досить оригінальний і простий пристрій запропоновано в Японії для використання змін гідростатичного тиску в товщі води при його хвилюванні. У море, де ці зміни найбільш помітні, розміщують установку (рис. 4.4), яка складається з трьох камер 1, 3 і 5, з'єднаних між собою через клапани 2, 6 і робочий канал 4. У верхній частині камер 3 і 5 міститься газ, остаток простору заповнений струмопровідною рідиною.

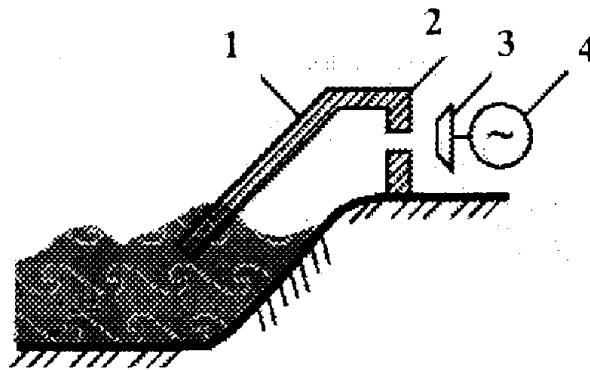


1, 3, 5 – камери; 2, 6 – клапани; 4 – робочий канал

Рисунок 4.4 - Схема установки для використання зміни гідростатичного тиску в товщі води при хвилюванні

Якщо канал 4 з'єднати, наприклад, з магнітогідродинамічним генератором, то при зміні тиску навколишнього середовища в каналі почне переміщатися магнітопровідна рідина, яка призведе до появи різниці потенціалів на електродах. Така установка може бути дуже зручною для вимірювання тиску і отримання енергії невеликої потужності.

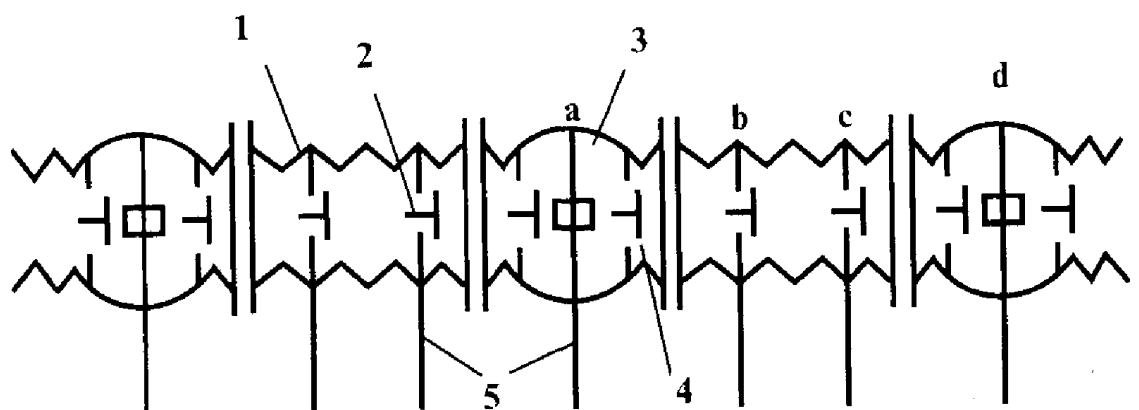
На рисунку 4.5 показана схема побудованої в Японії прибійної електростанції потужністю 500 Вт. Принцип її роботи приваблює своєю простотою і майже повною відсутністю рухомих частин. Хвиля, яка падає під козирок 1, стискає повітря і жене його крізь сопловий канал 2 до турбіни 3, яка приводить в дію електрогенератор 4.



1 – козирок; 2 - сопловий канал; 3 – турбіна; 4 - електрогенератор

Рисунок 4.5 - Схема прибійної електростанції

Основними шляхами розвитку хвильових енергоустановок є підвищення концентрації енергії хвиль і енергоємність акумуляторів, їх надійності і ефективності перетворення енергії. Усім цим умовам відповідає багатоступінчастий хвильовий насос, схема якого приведено на рисунку 4.6.



- 1 - гофрований патрубков; 2, 4 - вихідний клапан; 3 - демпфуючий резервуар;
5 - тонкий гнучкий лист

Рисунок 4.6 - Схема багатоступінчастого хвильового насоса

Одна його ступінь вміщує гофрований патрубков 1, вихідний клапан 2, демпфуючий резервуар 3, вихідний клапан 4 і тонкий гнучкий лист 5, що вертикально входить у воду. З допомогою хвильового насоса здійснюється перетворення кінетичної і потенційної енергії на спрямований рух рідини. Подальше перетворення кінетичної енергії рідини, що рухається, на електроенергію відбувається за допомогою гідравлічних турбін, які обгортають електрогенератор.

У Данії, Норвегії та Швеції станції розташовані на плотах, сполучених з насосом, який починає працювати, коли хвилі діють на пліт. Тут використаний великий насос, який міститься на дні моря. Поршень насоса з'єднується з плотом за допомогою еластичного дроту. Коли хвилі піднімають пліт, поршень піднімається, вода проходить крізь заповнений блок генератора турбіни, виробляючи електроенергію. Коли хвиля спадає, поршень опускається, витеснюючи своєю вагою воду через клапани.

4.3 Утилізація теплової енергії стічних вод

Основними джерелами низько потенціальної скидної теплоти техногенного походження є вентиляційні викиди та охолоджуюча вода

технологічного та енергетичного обладнання підприємств, промислові та комунально-побутові стоки.

Холодна вода надходить узимку в будинок з температурою 2...8 °С. Потім вона прогрівається в трубопроводах, бачках, нагрівається, змішуючись із гарячою водою, і залишає будинок з температурою 20...30 °С. Каналізаційні стоки несуть із собою дуже велику кількість тепла. Сучасні теплонасосні установки дозволяють утилізувати тепло каналізаційних стоків.

Обсяг каналізаційних стоків, вироблених у величезних кількостях великими містами, практично не змінюється протягом року. Температура стічних вод нижче температури зовнішнього повітря в літню пору й вище в зимове. Це робить їх ідеальним джерелом низькопотенціального тепла для використання в теплових насосах. За деякими оцінками, у міські комунікації разом зі стічними водами скидається близько 40 % використаного тепла.

В Україні каналізаційні системи централізованого відведення комунально-побутових стоків функціонують в 427 містах, 515 селищах міського типу, 856 селах. Питомий обсяг комунально-побутових стоків становить 0,15...0,4 м³ на одного мешканця за добу. Цей показник значною мірою залежить від доступності води та соціально-економічних умов в окремих регіонах.

В Україні загальний річний об'єм комунально-побутових стоків становить близько 3740 млн. м³. Температура стоків (на очисних станціях) становить 12...20 °С залежно від сезону.

В таблиці 1.9 наведено потенціал низькопотенціальної теплової енергії стічних вод в областях України.

Завдяки роботі теплонасосних станцій можна зменшити споживання високоякісного палива в комунальних системах теплопостачання міст; при використанні теплових насосів з приводом від двигунів внутрішнього згоряння, паро- або газотурбінних установок значно збільшуються можливі обсяги виробництва товарної теплової енергії, а ефективність теплонасосних станцій зростає майже у два рази.

Потужні теплонасосні станції теплопостачання можуть розміщатися біля відвідних каналів очищених комунально-побутових вод. Можливим є створення окремих теплонасосних установок для утилізації теплоти умовно чистих стоків басейнів, спортивних комплексів, пральних комбінатів та інших об'єктів побутового і промислового призначення.

В Японії, у Токіо, для вперше встановлена система централізованого тепло- і холодопостачання району ДНС (district heating and cooling), що використовує тепло неопрацьованих стічних вод.

Таблиця 1.9 - Енергетичний потенціал низькопотенціальної теплової енергії стічних вод в областях України

№ п/п	Області	Потенціал низькопотенціальної теплової енергії стічних вод, тис. МВт·год/рік		
		Загальний потенціал	Технічний потенціал	Доцільно-економічний потенціал
1	Вінницька	1170	636	239
2	Волинська	761	383	144
3	Дніпропетровська	9398	4825	1809
4	Донецька	8550	4089	1533
5	Житомирська	1155	499	187
6	Закарпатська	903	378	142
7	Запорізька	3091	1535	576
8	Івано-Франківська	1869	912	342
9	Київська	9608	5086	1907
10	Кіровоградська	836	451	169
11	Луганська	2971	1329	498
12	Львівська	4979	2616	981
13	Миколаївська	1232	653	245
14	Одеська	3879	1735	651
15	Полтавська	1683	853	320
16	Рівненська	1701	523	196
17	Сумська	1024	456	171

18	Тернопільська	744	376	141
19	Харківська	5273	2825	1059
20	Херсонська	870	448	168
21	Хмельницька	1135	542	203
22	Черкаська	2229	774	290
23	Чернівецька	487	264	99
24	Чернігівська	924	478	179
25	АР Крим	3312	1273	477
ВСЬОГО		69781	33939	12726

Стічні води вже використовувалися в інших проектах як джерело низькопотенціального тепла для теплових насосів. Проте проект у Токійському районі Koraku 1-home унікальний тим, що вперше в Японії використовуються неочищені, неопрацьовані стічні води. Це дозволяє використати теплові насоси не тільки на очисних станціях, але й на станціях перекачування й у каналізаційних мережах.

Теплообмінники на ДНС-станції сконструйовані нижче насосної станції для перекачування стічних вод. Вони використовуються для передачі тепловому насосу тепла стічних вод, що течуть через насосну станцію. Тепловий насос дозволяє отримати охолоджену або підігріту воду. Ця система зменшує споживання енергії (електроенергії) на 20 % у порівнянні з тепловим насосом, що використовує повітря в якості низькопотенціального джерела тепла. Для видалення більшості зважених твердих часток у стоках застосовується автоматичний фільтр. Для захисту від корозії деталей насоса використовується нержавіюча сталь, для труб теплообмінника – титан. Труби теплообмінника очищаються встановленими усередині щітками. На ДНС-станції змонтовані три теплових насоси, два з охолоджувальною здатністю 10,5 МВт і нагрівальною здатністю 12,8 МВт кожний; і один тепловий насос із охолодною здатністю 3,9 МВт, нагрівальною – 5 МВт. Цей насос використовується періодично, коли виникає необхідність подачі гарячої й холодної води одночасно. Витрата стічних вод, що проходять через ДНС-станцію, становить до 129 600 м³ на день. Станція проохолоджує воду до +7

°C і нагріває до +47 °C і забезпечує цією водою будинок загальною площею 126400м².

За перший рік своєї роботи станція ДНС забезпечила 37741 ГДж теплової енергії для охолодження води й 9151 ГДж для одержання гарячої води. У серпні коефіцієнт перетворення теплонасосної установки склав 4,3, у лютому – 3,9.