

ГЛАВА 9: ТЕХНОЛОГИИ ЗА УСВОЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ НА МОРСКИТЕ ВЪЛНИ

9.1. Цели:

С предлаганата информация се цели студентите да могат да:

- *определят и характеризират енергийния потенциал и на морските вълни;*
- *опишат специфичните параметри и характеристики на енергията на вълните;*
- *представят особеностите на системите за използване енергията на вълните.*

9.2. Енергията на водите на световния океан

През изминалия век енергията, получавана чрез изгаряне на природни горива (нефт, газ, въглища), доведе до катастрофални последици върху природата, по-сериозни от която и да е било друга човешка дейност досега: основно, натрупването на „парникови газове” в атмосферата, които предизвикват необратими процеси като изтъняването на озоновия слой, глобалното затопляне и т.н. Следователно употребата на алтернативни енергийни източници става все по-важна. Тези източници, Слънце, вятър, геотермална енергия и т.н., са практически неизчерпаеми и се наричат възобновяема енергия, или още алтернативна или нетрадиционна енергия.

Както се отбелязва в седма глава възобновяемата енергия е базирана на огромния реактор за ядрен синтез – Слънцето. Приливите и отливите са резултат от кинетичната енергия на Луната, която ги генерира чрез гравитацията си, а геотермалната енергия е резултат от горещото ядро на планетата, което е неизменна част от Земята. Всички видове възобновяема енергия произвеждат по-малко вредни емисии, намаляват химическото замърсяване, топлинната радиация и са достъпни във всяка точка на планетата.

Бързото изчерпване на запасите с природни горива, чиято употреба върви неразделно със замърсяване на околната среда (включително така наречената „мръсна топлина” и обезпокоителното нарастване на нивото на въглероден диоксид в атмосферата), ограничените ресурси като уран (чието използване в енергетиката води до радиоактивен отпадък), както и кратката продължителност на човешкия живот и екологичните последици от експлоатацията на ядрената енергия, накараха учени, изследователи и инженери да насочат вниманието си към откриването на нови възможности за алтернативни, неизчерпаеми, незамърсяващи и доходоносни енергийни източници.

Сред най-ефективните и нетрадиционни алтернативни източници на енергия са и водите на световния океан (вълни, океански течения и тяхната сила), които не бива да се пренебрегват. Океаните и моретата заемат 71% от повърхността на Земята, а вълните са неизчерпаем ресурс. Енергията на океаните и моретата е под формата на механична енергия и топлина. Океанските води имат значителен енергиен потенциал, който може да послужи за производство на електричество, тъй като енергийните запаси на Океана са огромни.

Вътрешната енергия, съответстваща на 20°C затопляне на повърхността на водата на океана, сравнена със същото затопляне на повърхността на река, е около 10^{26} J. Кинетичната енергия на океанските течения е приблизително равна на 10^{18} J, но тази енергия може да се използва само в малки количества. Основните енергийни източници, част от настоящата технология, са приливите и отливите, морските течения, вълните, температурните разлики в морските равнища.

● **Приливите и отливите**, се наблюдават често в някои крайбрежни райони по света, породени от притегателната сила на Луната, а амплитудите им понякога достигат (14-18) m, водейки до известни колебания в морското равнище. Принципът на използване на енергията на приливите и отливите от електроцентралите се състои в изграждане на басейни, които служат за водоулавяне по време на гореспоменатите колебания, пълнещи се (по време на прилив) и оттичащи се (по време на отлив). Тази енергия може да бъде усвоена, като се използва потенциалната енергия на вертикалното движение на водните маси при различните

нива или кинетичната енергия, генерирана от приливните течения. Приливната енергия е породена от гравитационните сили на Слънцето и Луната и въртенето на Земята. За да бъде приливната енергия по-ефективна, трябва да са налице няколко природни фактори:

- естествен басейн (най-често естуар), който да е свързан с океана, чрез тесен отвор;
- амплитудите на приливите и отливите да са поне 8 m.

Тази комбинация от природни фактори се среща само на около 20 места в света (Атлантическия бряг на Франция, Великобритания, САЩ, Канада, Северна Австралия, Източен Китай и др.). Ако можеше да бъде напълно усвоена в централите за приливна енергия, количеството налична енергия би довело до производството на около 100 000 пъти повече енергия от всички водноелектрически централи, които в момента са в експлоатация в света (други изчисления показват, че годишното количество енергия, получена от приливна енергия може да се сравни с енергията, получена от изгарянето на повече от 70 000 тона въглища). Но централите за обработка на приливна енергия получават крайна цена на kWh двойно по-висока от тази на водноелектрическите централи. В момента такива електроцентрали се намират в:

- Франция - при устието на реката на река Ранс и заливът Сен Мало е пуснато в експлоатация предприятие в 1966 г. с мощност от 240 MW; на остров Шозе има подобна конструкция и в залива на Мон Сен Мишел;
 - Русия - устието Кислая, образувано от реките Тулома и Кола край Баренцово море. Централата е с мощност 400 MW. Съществува проект, насочен към бреговете на Бяло море;
 - Изградени са и нови съоръжения на югоизточния бряг на Великобритания, по брега на залива Фънди, по инициатива на САЩ и Канада.
- **Морски течения**, които могат да се състоят от:
 - Хоризонтални течения (поради силни ветрове);
 - Вертикални течения (където водата се покачва или спада);

Всички водни течения са носители на голяма кинетична енергия. Източниците показват, че океанско течение с ширина около 100 m, дълбочина 10 m и скорост 1 m/s, може да генерира кинетична енергия от около 2 млн kWh за една година.

- **Вълните** са вид енергиен запас, задействащ се от вятъра, който се цени високо. Движението на вълните се дължи на повишаването на слънчевата радиация. Изчисленията показват, че вълни с височина 1 m, дължина 40 m и период от 5 s, имат мощност от 5 kW. Много институти за хидравлични и енергийни изследвания в САЩ, Франция, Великобритания, Китай и Япония залагат в програмите си проекти за изграждане на инсталации за водоулавяне. Но въпреки това, като се има предвид огромния потенциал на моретата и океаните, може да се каже, че енергията на вълните е усвоена на този етап слабо.

- **Преобразуването на топлинна енергия на океанската вода** се основава на температурните разлики между по-топлата вода на повърхността и по-студената в недрата на океана. Топлинният потенциал може да се реализира чрез топлинни помпи. Количеството топлина, което може да бъде оценено, съответства на разлика в температурите (между повърхността и дълбочинните води) от няколко градуса до 30 °C.

- **Разликата в солеността** на морската и сладката вода е по-дългосрочна цел при производството на енергия (това явление се наблюдава при устието на река Дунав при Черно море).

9.3. Енергия на вълните

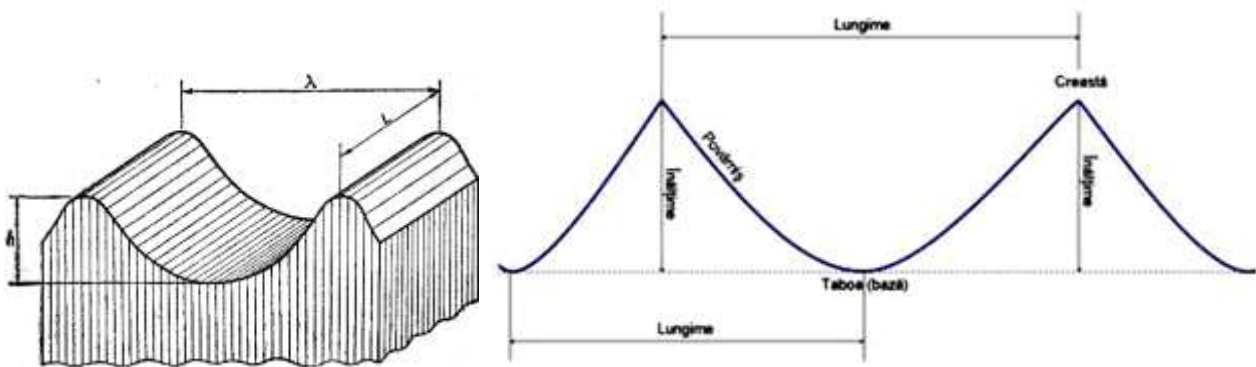
Вълните са ритмични движения на водни частици около въображаема точка на равновесие. Теоретично познатите видове вълни са: ветрови, приливни, анемобарични, корабни, гравитационни и стоящи. Ветровите вълни възникват от тангенциалното ускорение, получено при движението на въздушните маси.

Съществуват няколко теории за формирането на вълните, като най-вероятната е тази за трохоидните вълни (трохоида – скъсена равнинна крива) на Герстнер (1802г.) (моделът на вълна на Герстнер може да се разглежда като идеалния модел на вълна). Освен моделът на трохоидните вълни, теорията ползва и други модели: конусовидни вълни, постъпателни вълни и т.н. Теорията на Герстнер е базирана на идеалната течност с безкраен обем, без вътрешно триене, с непроменлива наситеност, в която се пораждат транслационни или гравитационни вълни.

Заклучението на тази теория е, че движейки се, водните частици следват затворена орбита с интервал, равен на орбита на вълната, който се променя леко от вълната, а частиците от повърхността са изложени на най-много вятър и следователно имат най-голям радиус на орбита.

С увеличаването на дълбочината се предава и хидравлична енергия, което поражда свиване на орбитите на частиците. Вълните имат потенциална енергия E_p и кинетична енергия E_k , които се изчисляват на базата на размера и скоростта на вълната. Вълна с идеална симетрична форма е примерно вълната без гребен, която е гравитационно отмираща вълна, неповлияна от вятъра. Тъй като енергията се проявява в интервала равен на периода T на вълната, то силата P ще е равна на съотношението между енергиите E_p и E_k и времето T . Процесите на водоулавяне за момента използват само единия от двата вида енергийни вълни, поради което силата се изразява със следното уравнение:

$$P = \frac{K \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot L \cdot \lambda}{T} \quad (9.1)$$



Фиг. 9.1. Профил на вълна: h - височина; λ - дължина;
 L - дължината на фронта на вълната.

Отношението λ/T изразява скоростта на разпространение на вълната

$$c = \frac{\lambda}{T} \quad (9.2)$$

Следователно, силата може да бъде изразена като

$$P = K \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot L \cdot c \quad (9.3)$$

Теорията предлага опростена формула, където коефициентът K има постоянна стойност $K=1/16$ (величината K в друг контекст се изчислява въз основа на дълбочината, на която се разпространява вълната). Приемайки, че за водата в Черно море $\gamma = 9\,986,58 \text{ N/m}^3$, то силата, която се развива на всеки метър от фронта на вълната е:

$$P = 975 \cdot h^2 \cdot L \cdot c \text{ , W/m.} \quad (9.4)$$

Цялата налична енергия, разбира се, не може да бъде уловена само от един вид системи. Част от енергията изчезва при досег с водоулавящите системи, друга се губи във водосборните басейни на водоелектрическите централи, а трета, напълно убягва на водоулавящите системи. Считащи, че дадена система улавя максималното възможно количество енергия на вълните и най-вече, че цялостния капацитет на водоулавяне, η , е доста висок, е лесно да се демонстрира икономическата ефективност на системите. Стойността на полезната енергия, E , се получава от уравнението:

$$E = \eta \cdot E_p. \quad (9.5)$$

Височината на вълната е вертикално измереното разстояние от гребена на вълната до падината на вълната, където се заражда следващата вълна. Тази височина се измерва със специален уред, а стойностите се отразяват в метри или фута. Средната височина на вълните е 5 m, а максималните измерени стойности досега са:

- 21 m в северната част на Тихия океан;
- 15,6 m в северната част на Атлантическия океан;
- 14 m в южното полукълбо;
- 11,5 m в Индийския океан.

Дължината на вълната е разстоянието между гребените на две последователни вълни, измерено хоризонтално, в m, или във ft. Средните стойности на дължините на океанските вълни са между 69 m и 110 m. Максималните стойности са определени на базата на многобройни наблюдения и са следните:

- 170 m в северната част на Атлантическия океан;
- 214 m в южната част на същия океан;
- 233 m в Тихия океан;
- 342 m в южната част на Индийския океан.

Максималните стойности на различните елементи на вълните са измерени в райони, където скоростта на вятъра е по-висока и съответно продължителността и възможностите за нарастване на вълните са също по-големи. В Световния океан, най-честите вълни са с ниска височина, - 2,1 m, но понякога възникват вълни с височина 20 m и дължина около 400 m, а по време на урагани, най-често вълните са с височина от 8 m, които достигат за около 8 s, със скорост (18-20) m/s и склон (1/10–1/30) m райони с често разразяващи се урагани, каквито са местата на зараждане на циклоните като северните части на Тихия океан, Атлантическия океан и тропическите региони. Най-много урагани се наблюдават в края на зимата (февруари) и в края на лятото (август).

Когато вълните достигнат дълбините, се наблюдава разбунване на морето. Под разбунване се има предвид издигането, накланянето напред и срутването на гребена с шум. В някои случаи то може да бъде много опасно. В такива ситуации помага разпръскването на малки количества нефт по повърхността на водата. Този процес спира движението по орбита на водните частици на повърхността, което се предава и в дълбочина. Подобни резултати се получават и ако повърхността се покрие с лед или се отгледа морска растителност в по-широк район около мястото.

Дъждовните капки също успокояват вълните, най-вече по време на обилни валежи, когато падат с голяма сила. Енергията на вълните наистина е безкрайна като източник и неизчерпаема като водата в океана. В плитките морета, обградени от всички страни от земя, като Черно море, височината на вълните рядко надвишава четири или пет метра, докато в открития океан, особено в южното полукълбо, където под влиянието на непроменливите силни западни ветрове, вълните са по-големи, понякога се наблюдават вълни с височина от (12-18) m. Огромната енергия на вълните се проявява в ударната им сила, която достига огромни стойности.

Пълното усвояване на енергията на вълните е затруднено от факта, че източникът на този вид енергия е много непостоянен. Следователно тя може да бъде използвана само, ако вълните са високи и продължителни. Съвременната технология не познава система, която да може да превръща лесно, изцяло и икономично енергията на вълните в електричество.

9.4. Системи за използване енергията на вълните

Европейците първи са започнали да използват енергията на вълните – Шотландия, Португалия и Великобритания имат специализирани програми, които са насочени към използването на вълните от близки водни басейни за получаване на енергия. Основният принцип да се добива електрическа енергия, с помощта на роторна турбина, е често използван при усвояването на енергия от реки и потоци, както и тази на вятъра. Въведени са два основни вида технологии за произвеждането на електрическа енергия чрез потенциала на вълните: *съоръжения, разположени по бреговата линия* (лесно достъпни, лесни за наблюдение и поддръжка) и *съоръжения, разположени в по-дълбоки води (офшорни)* (далеч от брега, в по-дълбоки води, но усвояващи най-голямо количество енергия). Засега, поне докато не се развият технологиите, съоръженията, разположени по бреговата линия са по-предпочитани, поради лесната си достъпност. В бъдеще, офшорните съоръжения ще намерят по-широко приложение, поради голямото количество енергия, което могат да усвоят (но само при условие, че се развие технология, която да улеснява достъпа до тях и поддръжката им).

Съоръженията по бреговата линия са изградени директно на океанското дъно, което не е много надълбоко и са свързани с брега или с района около брега. Една от първите системи, която усвоява енергията на вълните е разположена на шотландския бряг, на остров Айсли, която използва принципа на осцилираща водна колона (ОВК), въведена от компанията Wavegen Limpet. При ОВК технологията за улавяне на енергията на вълните, океанската или морската вода навлиза в колоната като създава налагане на въздуха при движението си нагоре и надолу. Разположената вътре в колоната турбина на Уелс, генерира електрическа енергия, въртейки се в съответната посока, без значение дали въздухът, който играе ролята на бутало, се движи нагоре или надолу.

Познати са и други системи за улавяне на енергията на вълните като:

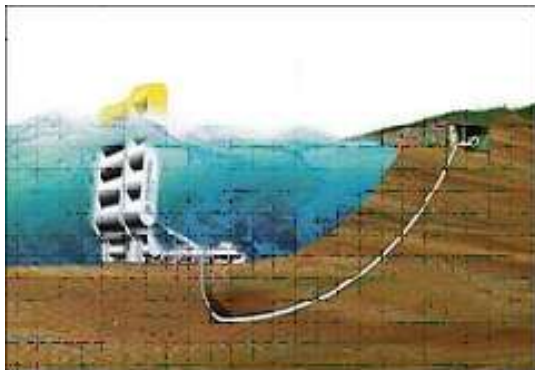
1. *Системи с изтласкване на налягането* (на принципа на спирачната система на колите). Налягането от вълните чрез водопровод се предвижда от голямо до малко помещение, при което силата на налягането се увеличава многократно. С помощта на механична система, силата на налягането активира електрически генератор. Този принцип е приложен от Interproject Service (IPS) Buoy (Швеция) <http://members.tripod.com/interproject> - Archimedes Wave Swing (Нидерландия) www.waveswing.com – Ocean Power Delivery (Шотландия), www.oceanpd.com – Energetech (Австралия) www.energetech.com.au;
2. *Системи, базирани на изкачване на водата*. Този вид системи работят с изкачването на вълната по изкуствен склон, което задвижва генератор. Идеята е въведена от Wave Dragon (Дания) www.wavedragon.net ;
3. *Системи с водно бутало*. При тези системи водата се движи нагоре-надолу в дадено съоръжение, като по този начин изпълнява ролята на бутало, изпомпвайки и издигайки въздух, пряк резултат от работата на турбината (повечето съоръжения работят с турбини на Уелс). Wavegen (Шотландия) www.wavegen.co.uk и Mighty Whale (Япония) www.jamstec.go.jp са въвели такива системи. В опростен вариант, плувни системи, подобни на шамандури, се движат нагоре-надолу с движението на вълните. При това движение помпа изтласква вода от турбина, която играе ролята на генератор.

Шотландия има достъп до един от най-богатите водно енергийни източници в света.

Ако през 2001 година, Доклада за възобновяеми ресурси показва, че Шотландия генерира мощност от около 21,5 GW (75,2 TWh годишно), благодарение на енергията от вълните и приливите, то през 2010 година шотландското правителство спонсорира с над четири милиона паунда, най-голямото офшорно съоръжение за усвояване на енергия в света, което покрива до 10% от енергийните нужди на страната. Според доклада *Развиване на потенциала на Шотландия за усвояване на водна енергия*, предоставен от Marine Energy

Group, през 2020 година в шотландските води ще могат да се изграждат съоръжения с мощност от 1 300 MW, добавяйки по още 100 MW всяка година.

В Северна Шотландия, шотландски учени са построили специална платформа, за да усвоят максималното количество енергия от вълните без да се налага да монтират плаващи хидроелектрически генератори (проект OYSTER – стриди) (фиг. 9.2).



Фиг. 9.2. Платформата OYSTER, инсталирана мощност (300-600) kW

Платформата е монтирана във водата и се задвижва при удар от големи вълни. За тази цел, тя е снабдена с две бутала, които изтласкват с огромна сила водата през водопровод към намиращо се наблизо съоръжение. Там водното налягане задвижва поредица перки. Целият механизъм е идентичен с този на водноелектрическите централи.

Разликата се изразява в иновативните методи за пренос на вода под налягане. Производителите доказват, че OYSTER може да генерира между 300 и 600 kW, но ако са построени повече такива платформи, те могат да осигурят електрозахранването на разположен наблизо намиращ се град. Надеждите за бъдещето са, че този тип съоръжения ще съживят шотландската икономика, предимно в селските райони, и ще създадат над 7 000 работни места. Друга експериментална система за усвояването на енергията на вълните е разработена за остров Айсли, близо до западния бряг на Шотландия, и е предназначена за мощност 180 kW. Тя работи на принципа на осцилиращата водна колона.

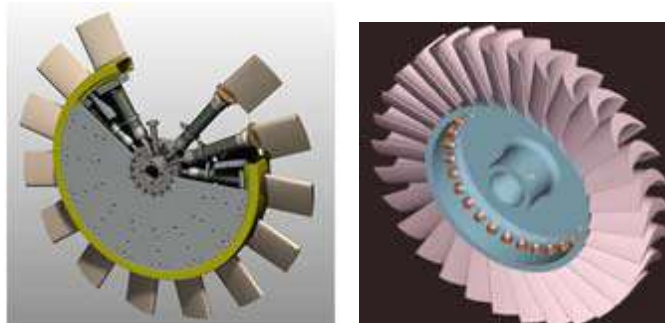


Фиг. 9.3. Системата за производство на електроенергия, разработена от SDE Energy Ltd.

Системата представлява помещение под водата, отворено в долния си край, изпълнено с въздух. С преминаването на вълните, водната колона се издига и спада, изтласквайки въздух от турбината, свързана с електрически генератор. SDE Energy Ltd. използва това обзавеждане, генерирайки хидравлично налягане, благодарение на движението на вълните и по този начин произвежда електрическа енергия.

Принципът на действие е прост: движението на вълните задвижва помпа, която изтласква вода към турбината, която задвижва генератора (фиг. 9.3).

Турбината на Уелс за улавяне на енергията на вълните е била изобретена през 1980 г. от професор Алан Уелс от университета Queen в Белфаст. Турбината на Уелс се използва основно в електроцентрали за усвояването на енергията на вълните, но има някои недостатъци, които превръщат технологията в трудно приложима (фиг. 9.4). КПД е много нисък и при слаб поток на въздух, турбината се самоизключва; перките на турбината имат голям размах, но са близко разположени, което налага те да бъдат използвани през цялото време.



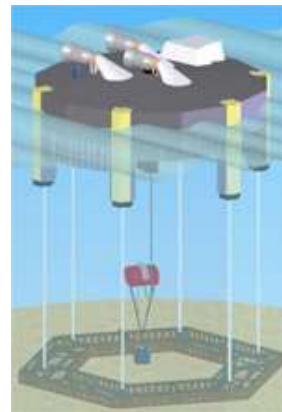
Фиг. 9.4. Турбина на Уелс

През 1995 г., китайските учени от института Гуангжоу за запазване на енергията построяват навигационна шамандура от 60 W, използвайки турбината на Уелс. Най-впечатляващите приложения на турбината на Уелс могат да се видят в Индия, където енергията на вълните осигурява инсталация с мощност 1,1 MW. В Румъния е изградено подобно експериментално съоръжение, близо до град Мангалия. Системата се състои от цилиндър без дъно с диаметър от 1,5 m и височина от 2,5 m.

До 2009 г. Португалия е построила 28 централи, които са с обща инсталирана мощност 72,5 MW. Първият генератор, пуснат в действие, се намира на пет километра от брега, където по-късно е изградено съоръжение от типа Pelamis (старо наименование на морска змия), монтирано в Пениче (фиг. 9.5). Съоръжението Pelamis е обект, който се носи по вълните и се движи по траектория, с форма на елипса. Най-лесният начин за използване на това движение за улавяне на енергията на вълните е с помощта на съединени понтони. Модерно съоръжение от типа Pelamis се състои от няколко съединени цилиндри, които под влияние на вълните, донякъде работят като бутала. Буталата изпомпват течност под налягане чрез хидравлични мотори, които работят като генератори (фиг. 9.6). Конструкцията се движи по водната повърхност, където преобразува енергията на вълните и я пренася до плажа Агусадора, който се намира на север от Порто. Трябва да се отбележи, че един генератор може да осигури електрозахранване за 5 000 домакинства. В райони, където има вълни през цялата година или навътре в океана или морето, енергията на вълните е форма на възобновяема енергия с огромен потенциал. Компанията Ogeson е инвестирала над 24 милиона долара в съоръжение, което е комбинация от фар и морска платформа (обзаведено със специална камера за налягане), а силата на вълните, които заливат платформата, се преобразува в електроенергия от турбина. До 2015 г. ще може да се наблюдава първата платформа, осигуряваща мощност около 1,5 MW. Предимство на платформата е нейния размер, който я прави по-малко податлива на разрушение и с по-ниска цена за поддръжка (фиг. 9.6).



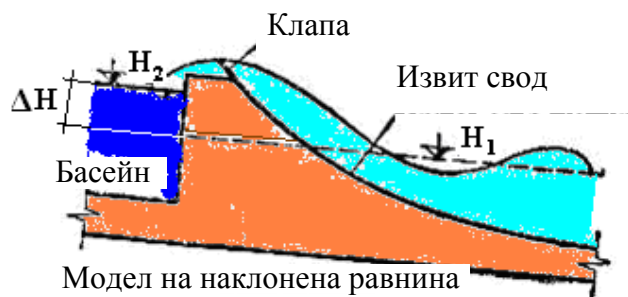
Фиг. 9.5. Система Pelamis
(Пениче, Португалия)



**Фиг. 9.6. Морска платформа
Orecon**

Система от наклонена равнина и резервоари. В средата на 40-те години, близо до Алжир, в Средиземно море, е изградено първото модерно съоръжение на този принцип. То е пуснато в действие експериментално на две места – в Sidi Ferruch и Pointe Pascade. Идеята е базирана на факта, че при досег със стабилна конструкция, под влиянието на вълните, водата покачва нивото си.

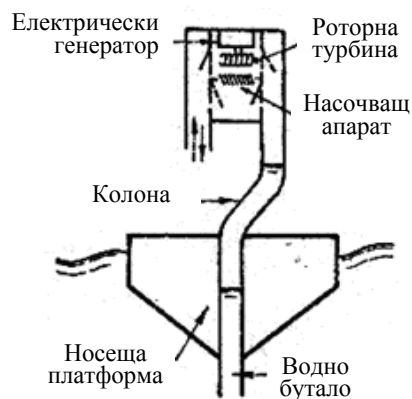
Поради това е изградено наклонено, леко извито съоръжение, което спира движението на водата. Количеството вода, което се помества между две съседни стени се издига до своя максимум заради вълните, след което се излива в резервоар, проектиран да задържа вода на ниво, по-високо от нормалното. След като се осъществи падането, водата задвижва турбините, които на свой ред задвижват електрическите генератори. Извитите места по стените трябва да си съвпадат за постигане на оптимална хидравлична форма, която допринася за максимално голямата разлика в нормалното морско равнище и равнището на водата в резервоара (фиг. 9.7).



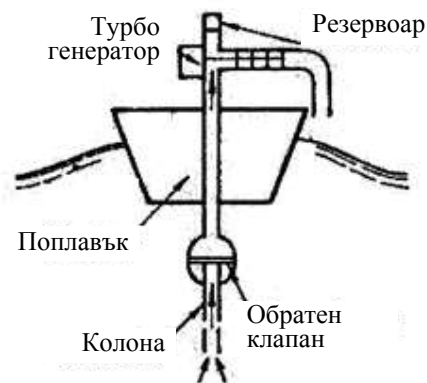
Фиг. 9.7. Система с наклонена равнина и резервоар

Система от стабилна основа и водно бутало. Самата система за улавяне на енергия се състои от стабилна основа, през която преминава водопровод, водата в който, сгъстява въздуха и го изтласква към специално отделение. То се намира на добре закотвено, разположено върху водата съоръжение или е закрепено към стабилна конструкция.

Водното бутало задвижва определено количество въздух, което активира ротора на турбината, закрепена към електрическия генератор. Улавянето на енергията на вълните може да се постигне с помощта на язовирни басейни, подобни на тези в електрическите централи за усвояване на енергията на приливите. Поради краткия интервал на вълните, този метод обаче е по-неефективен. Работата на клапаните и съоръжението за контрол изискват оптимално количество прилив на въздух. Основата трябва да е конструирана така, че да остане възможно най-неподвижна по време на силните вълни (фиг. 9.8).



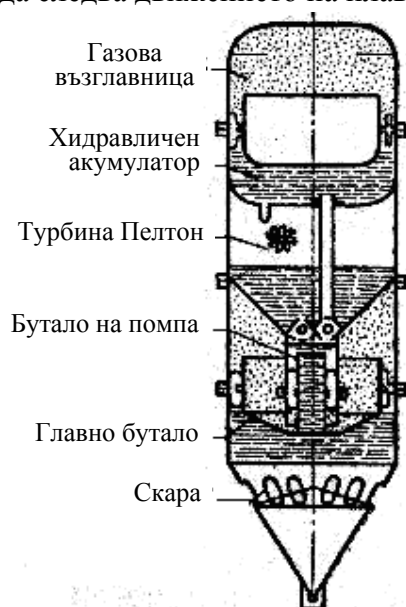
Фиг. 9.8. Система от стабилна основа и водно бутало



Фиг. 9.9. Система от плаващо съоръжение и регулиращ клапан

Всяко люлеене на основата ненужно поглъща енергията на вятъра, складирана в морето или океана. Системата е тествана в морето и е дала най-добри резултати на места, където вълните са с височина между 2 и 4 m и е постигната производителност между 30 и 70%. При диаметър на турбината от 200 mm, направена от алуминиева сплав, номиналната мощност е била 60 W, а продължителността на операцията е била повече от три години. През 1960 година е бил пуснат в действие първият фар и светлинни шамандури в Японско море, захранвани с електроенергия от вълните, за което, по-късно, Ryakusei Kaisha получава патент. Тук са изградени и водноелектрически централи с малка мощност, които ползват системата с водно бутало.

Система от плаващо съоръжение и регулиращ клапан. Като цяло, системата се състои от плаващо съоръжение, поддържащо вертикална колона, където се намира регулиращ клапан. То е проектирано така че да се затвори наред цикъла на работа, така че да накара водата от водопровода да следва движението на плаващото съоръжение.



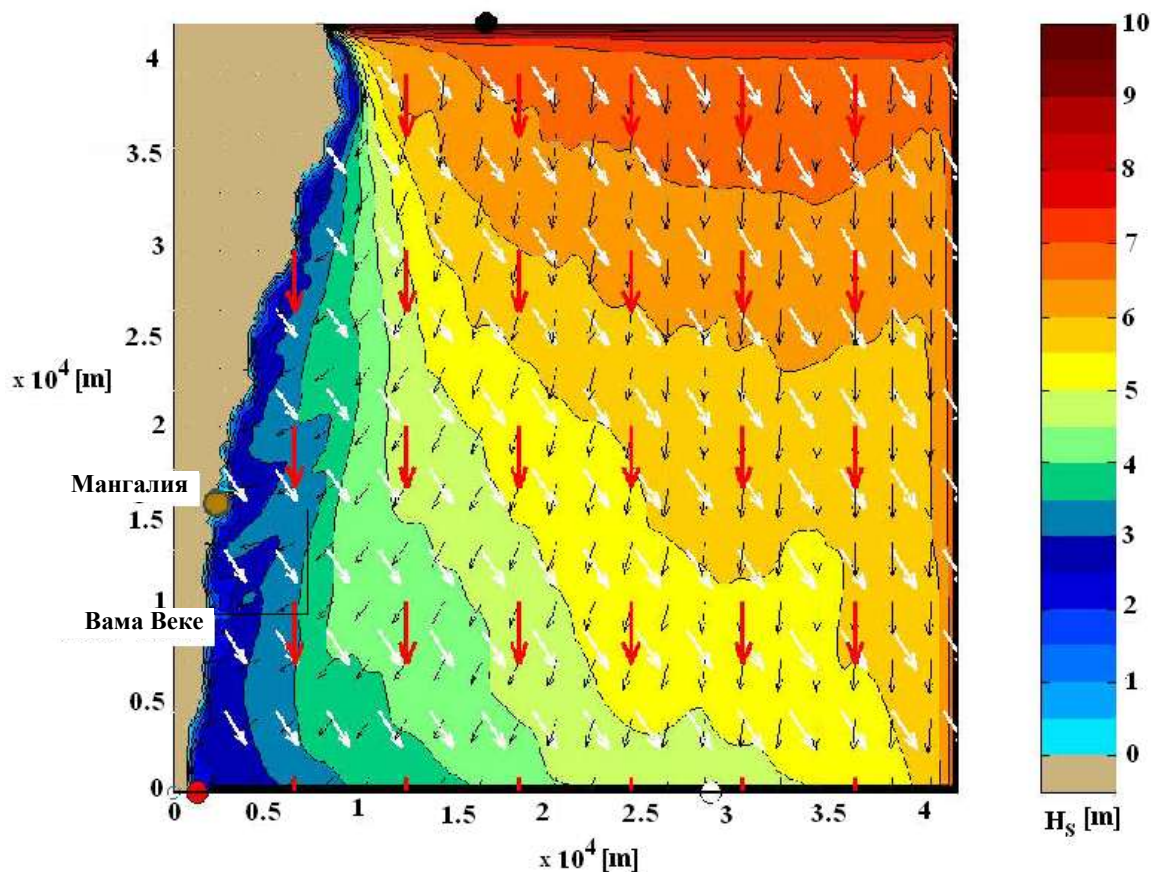
Фиг. 9.10. Система с бутало, задвижвано от вълни и вътрешен хидравличен акумулатор

Когато се промени посоката на движение, водата продължава да се издига по инерция до все по-високо ниво на вълните. Поредицата цикли увеличава височината на водната колона докато тя достигне необходимото налягане за активацията на турбогенератора (направен е експеримент със съоръжение с височина 90 m, диаметър на колоната – 4,5 m,

средна височина на вълните – 2,4 m, при който системата за усвояване на енергията е постигнала мощност от 300 kW).

Система с бутало, задвижвано от вълни. Идеята е да се предаде механичната сила на голямо количество вълни с ниско налягане с помощта на система от две бутала с различни диаметри и малко количество течност, която повишава налягането, спомагайки складирането му в хидравличен акумулатор (фиг. 9.10). На различни места по света са построени други съоръжения за добиване на енергия от вълните, съоръжения, които са разработвани и тествани с години, но не винаги с особено добри резултати.

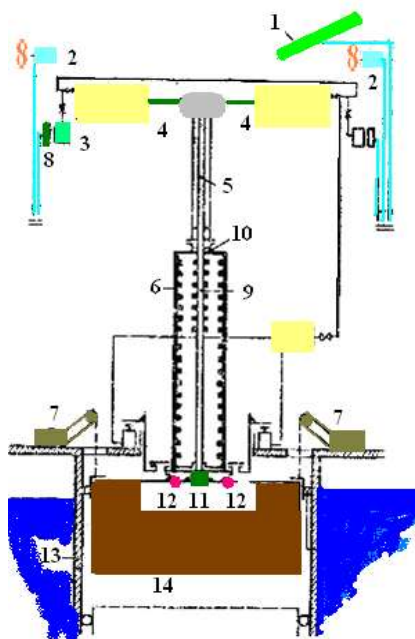
Румънски специалисти смятат, че брутният енергиен потенциал на вълните по 200 km румънски бряг на Черно море, възлиза на около 8×10^9 kWh годишно, а практически възможната за усвояване енергия има потенциал от около 4×10^9 kWh годишно, което би довело до стандартна икономия на гориво от около 2×10^6 t/y. Основните елементи, свързани с вълните, теченията и вятъра, са изобразени на фиг. 9.11. Проведените проучвания (дори и такива без допълнително финансиране от румънска страна) са акцентирали върху необходимостта от усвояване на енергията на вятъра и вълните, окуражавайки специалистите да задълбочат работата си в областта.



Фиг. 9.11. Височина на значима вълна H_s :

■ – вълна; ■ – вятър; ■ – течение

Процесът на улавяне на енергията е специално разработен и неравномерните вълни се поемат от плаващото вертикално движение на водния поток без транспортиране (фиг. 9.12).



Фиг. 9.11. Румънска система за усвояване на енергийния потенциал на вълните в Черно море:

1 – фотоелектрически панел, 2 – вятърна турбина, 3 – въртящ се пневматичен мотор, 4 – резервоар с въздух, 5 – пневматика, 6 – линейен генератор, 7 – съоръжения за издигане, 8 – генератор за постоянен ток, 9 – подвижно устройство и 10 – неподвижно устройство, 11 – сглобка, 12 – опоры, 13 – преграда, 14 – плаващо устройство.

Предаването на движение се извършва с помощта на линейен генератор (чиято мощност може да се регулира). По този начин движението се преобразува в променлив ток, с неравномерна честота, който може да бъде използван като източник на топлина. Хидравличната част на съоръжението за използване на енергия на вълните се състои от плаващо устройство, което поема неравномерните вълни (с височина между 50 mm и 9 m), а основната електрическа част на съоръжението се състои от подвижен елемент със сглобки към плаващото устройство и неподвижен елемент, който е част от конструкцията. За това съоръжение е необходимо плаващото устройство да е стабилно, за да може да устои на турбулентната водна маса и да захранва електрическата част. Специфично за тази система е, че позволява да се изгради вертикално съоръжение. Важни са и характеристиките на отделните елементи на системата.

Сравнявайки различните видове алтернативна енергия, професор Марк Якобсон от университета Станфорд, е изчислил последиците, ако САЩ се захранваше от само един вид енергия. Той е взел предвид не само количеството парникови газове, които биха се отделили в атмосферата, но и последствията за екосистемата (количеството заета земя и замърсяването на водата). *“Най-добрата алтернативна енергия не е тази, за която се говори най-често,”* констатира Якобсон.

Производството и консумацията на енергия оказват сериозно влияние върху природната среда. Налице са промени в климата, нарушения в естествените екосистеми и т.н. Енергийната индустрия е отговорна за огромното количество вредни емисии: повишение с 50% на емисиите на метан и въглероден монооксид, с 97% на емисиите на серен диоксид, с 88% на емисиите на азотен оксид и 99% на емисиите на въглероден диоксид.

Океанските води имат огромен енергиен потенциал, който може да бъде използван за добиване на електроенергия. Основните енергийни източници, свързани с настоящата технология, са: приливи и отливи, морски течения, вълни, температурни разлики в морските равнища. Океанските вълни притежават огромно количество енергия, но е много трудно тази енергия да бъде усвоена ефективно и изгодно.

Тест за самоподготовка:

1. Кой са природните условия, които възпрепятстват разработването на енергийния потенциал на Черно море?

- а. Приливите и отливите;
- б. Морските течения;
- в. Преработката на термалната енергия на океана;
- г. Разликата в солеността.

Отговор: а

2. Принципът на работа на системата, базирана на изкачване на водата, за улавяне на енергията на вълните се изразява в:

- а. Налягането върху по-голяма повърхност се предава с помощта на течност по водопровод към по-малко пространство, като по този начин се увеличава силата на налягането, което задейства електрически генератор;
- б. Водата се покачва под формата на вълна по склон и задвижва генератор;
- в. Плаващи системи, които се движат под влиянието на вълни, задвижват помпа, която изтласква вода и с помощта на турбина, задвижва генератор;
- г. Всички отговори са правилни.

Отговор: б

Тест за оценяване

- 1. Обяснете механизма за генериране на кинетична и потенциална енергия от големи вълни!
- 2. Обяснете принципа на работа на система с бутало, задвижвано от вълни!