

DƏNİZ DALĞA ENERGETİKASI VƏ ONUN İNKİŞAF TENDENSİYASI**¹SALAMOV O.M., ¹BAXŞƏLİ V.İ., ²SALAMOV Ə.A.***¹AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu**¹Azərbaycan Texniki Universiteti**²Azalternativenerji MMC**oktay_dae@mail.ru*

Məqalədə yaxın gələcəkdə dünya ölkələri üzrə mövcud olan bərk, maye və qaz şəkilli yanacaq növlərinin tükənəcəyi ilə əlaqədar, yeni tükənməz və ekoloji cəhətdən daha təmiz enerji mənbələrindən istifadənin vacibliyi göstərilir. Bu baxımdan alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən (ABOEM) istifadə edilməsinin üstünlükləri qeyd olunur. Abşeron yarımadası, o cümlədən də Bakı və Sumqayıt kimi iri şəhərlərin elektrik enerjisi ilə təmin olunmasında dalğa enerjisi və dalğa energetik qurğularından (DEQ) istifadə olunmasının perspektivləri açıqlanır. Bir sıra dünya ölkələrində yaradılmış DEQ barədə qısa məlumatlar verilir və müqayisəli təhlillər aparılır.

Açar sözlər: alternativ və bərpa olunan enerji mənbələri, günəş və külək enerjisi, dalğa enerjisi, dalğa energetik qurğuları.

XX əsrin ortalarından başlayaraq energetika və ekoloji problemlər kimi global problemlərin baş qaldırması səbəbiylə dünyada alternativ və bərpaolunan enerji mənbələrindən (ABOEM) istifadəyə maraq artmışdır. Aparılan proqnozlara görə dünyada neft ehtiyatları 80 ilə, qaz ehtiyatları 100 ilə, daş kömür ehtiyatları isə 350-400 ilə kəskin şəkildə tükənəcək [1]. Digər tərəfdən karbohidrogen ehtiyatlarının yanacaq kimi istifadəsi ətraf mühitin, xüsusən də atmosferin çirklənməsinə və nəticə etibarilə global iqlim dəyişikliklərinə gətirib çıxarır. Məhz bu səbəbdən də bir çox ölkələrdə ABOEM-dən istifadə sahəsində elmi-tədqiqat işlərinin aparılması və müasir energetik qurğuların yaradılmasına böyük önəm verilir.

Son dövrlərdə ABOEM-nin bir növü kimi dəniz və okeanlardakı dalğa enerjisindən istifadə edilməsi istiqamətində də elmi və praktiki işlərə daha böyük maraq göstərilməkdədir. Dəniz və okeanların dalğa enerjisi ekoloji təmiz olmaqla yanaşı, həm də bərpa olunandır. Digər tərəfdən də dalğa enerjisi külək və günəş enerjisi ilə müqayisədə daha böyük enerji tutumuna malikdir. Hesablamalara görə okean və dənizlərin dalğa enerjisinin illik miqdarı $8 \cdot 10^6$ TVt·saat/il təşkil edir ki, bu da dünyadakı bütün hidroelektrik stansiyaların illik istehsalından 100 dəfə çoxdur [2].

Dalğanın enerjisi onun hündürlüyündən, dənizdə küləyin sürətindən və əhatə sahəsindən, eləcə də dənizin dibinin topoqrafik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişir. Günəş tərəfindən Yer kürəsinin qeyri bərabər qızması nəticəsində yaranan külək (yer səthinə yaxın olan və daha böyük sıxlığa malik külək) öz kinetik enerjisinin bir hissəsini dalğa enerjisinə çevirir. Bu enerji dalğanın potensial (suyun dənizin orta səviyyəsinə nəzərən şaquli istiqamətdə yerdəyişməsi) və kinetik enerjisi qismində (dalqaların üfüqi istiqamətdə hərəkəti) toplanır [3].

Dalğa enerjisindən istifadə texnologiyalarının tətbiqi, araşdırılması geniş elmi tədqiqat mövzusu olmaqla, alternativ energetikanın digər sahələri ilə yanaşı külək, hidroenergetika kimi sahələrlə müqayisədə daha yenidir. O qeyd olunan sahələrlə müqayisədə elmi cəhətdən daha az öyrənilmişdir və nisbətən zəif inkişaf tendensiyasına malikdir. Belə ki, dalğa energetik qurğusuna dair ilk patent 1799-cu ildə qeydə alınsa da onların sayı 2002-ci ilə qədər cəmi 340 ədəd təşkil edib [4]. Hazırda ən müxtəlif konstruksiyaya malik və fərqli üsullarla işləyən

dalğa energetik qurğularının (DEQ) yüzlərlə patenti mövcud olsa da, real işləyən qurğulara tək-tək rast gəlinir.

DEQ-nun iş prinsipi dalğanın kinetik və potensial enerjisinin ilk növbədə mexaniki, daha sonra isə elektrik enerjisinə çevrilməsinə əsaslanır.

Aşağıda dalğa enerjisindən istifadə texnologiyasına dair qısa xronoloji ardıcılıq təqdim olunur.

1799-cu ildə Fransada Piyer Simon Jirard və onun oğlu tərəfindən ilk DEQ ixtira olunmuş və ona patent alınmışdır [5].

1909-cu ildə Kaliforniya Dalğa Enerji Şirkəti Melbrunda elektrik enerjisi istehsal etmək məqsədilə dalğa enerjisindən istifadə etmişdir.

1910-cu ildə Fransada kустar üsulla DEQ hazırlanmışdır, hansı ki, Ruan kommunasında Boşo Praseykin evini elektrik enerjisi ilə təmin edirdi.

1940-cı illərdə Yoşio Masuda dalğa enerjisindən istifadə texnologiyasını inkişaf etdirmək məqsədilə bir sıra təcrübələr aparmışdır.

1974-cü ildə Stiven Solter «Solter's duck» və ya rəsmi olaraq «Edinburq Duck» adlanan DEQ ixtira etmişdir. İxtiraçı daha sonralar Edinburq universiteti, ABŞ hərbi-dəniz akademiyası, Norveç Texnologiya İnstitutu, Bristol Universiteti, Massaçuset Texnologiya İnstitutu və Lankaster Universitetinin tədqiqatçıları ilə birgə əməkəşliq edərək həmin DEQ-nun təkmilləşdirilməsinə istiqamətində bir sıra işlər görmüşdür.

1985-ci ildə Norveçdə, Bergen yaxınlığında Toftestallendə iki ədəd 350 və 500 kVt gücə malik DEQ quraşdırılır. Lakin, 1988-ci ildə güclü fırtına həmin stansiyaları sıradan çıxarıb.

1990-ci ildə Asiyada iki prototip dalğa elektrik stansiyası quraşdırılır: Yaponiyanın Sakata limanında gücü 60 kVt, Hindistanın Trivandram sahil şəhərində isə gücü 125 kVt olan dalğa elektrik stansiyası quraşdırılır

1991-ci ildə «Wavegen» dalğa enerji şirkəti Belfos Kraliça Universiteti ilə birlikdə İsley adasında gücü 75 kVt olan LİMPET (Land Installed Marine Power Energy Transmitter) adlanan DEQ inşa etmişdir [6].

1997-ci ildə Finlandiyada «Waveroller» Şirkəti tərəfindən DEQ-nin istismara buraxıldığı elan edilmişdir, hansında ki, dalağa enerjisinin çevrilməsi suyun dibində quraşdırılmış lövhələrin yırğanlanması və bu hərəkətin porşenli nasosa ötürülməsi ilə həyata keçirilirdi.

2000-ci ildə Şotlandiyanın İsley adasında hasilat gücü 500 kVt olan LİMPET adlı DEQ quraşdırılmışdır. Həmin stansiya tərəfindən istehsal olunan elektrik cərəyanı Birləşmiş Krallığın şəbəkəsinə ötürülürdü. Bu dünyada kommərsiya məqsədli ilk DEQ idi.

2008-ci ildə Portuqaliyada, Porto şəhərinin şimalında, sahilə yaxın yerdə tam gücü 2,25 MVt təşkil edən və üç ədəd enerji çevirici bloka malik Açuçadoura DEQ quraşdırılmışdır, hansı ki, dünyada ilk üzən DEQ idi [6]. Şəkil 1-də həmin DEQ-nun ümumi görünüşü təsvir olunmuşdur. Lakin texniki çatışmamazlıqlar səbəbindən qurğu cəmisə 2 ay fəaliyyət göstərdikdən sonra mexaniki olaraq sıradan çıxmışdır.



Şək. 1. Açuçadoura Dalğa Elektrik Stansiyası. Portuqaliya.

2009-cu ildə İspaniyanın Mutriku şəhərində gücü 300 kVt olan DEQ istismara verilmişdir. Həmin il İsraildə Yaffa limanı yaxınlığında S.D.E Energy LTD şirkəti tərəfindən gücü 40 kVt olan DEQ sınaqan keirilmişdir.

2010-cu ildə Danimarkanın Hanstholm şəhərinin sahili yaxınlığında quraşdırılmış 600 kVt gücündə “Wave Star Energy” DEQ sınaq işlərindən sonra şəbəkəyə elektrik enerjisi ötürmüşdür (Şəkil 2.) [7].



Şək. 2. “Wave Star” Dalğa Elektrik Stansiyası. Şimal dənizi.

2010-cu ildə Pilot layihə üzrə Braziliyanın Seara ştatında Pekem limanında gücü 100 kVt olan DEQ inşa olunmuşdur, hansı ki, 60 ailənin elektrik enerjisinə olan tələbatının ödənilməsinə imkan verirdi [8].

2011-ci ildə Birləşmiş Krallıqda iki dalğa elektrik stansiyası (DES) istismara buraxılır; gücü 2,4 MVt olan Orkney DES və gücü 4 MVt olan Siadar DES. Həmin ildə Danimarkaya məxsus “Weptos” DEQ sınaqdan keçirildi. Qurğunun gücü 1MVt təşkil edirdi.

2013-cü ildə “Ocean Wave Energy” Ltd. tərəfindən Yellənən DEQ inşa olunur. Qurğunun iş prinsipi suda quraşdırılan pantonun dibdə bərkidilmiş dayağın ətrafında yırğalanaraq onunla əlaqələndirilmiş porşen vasitəsilə havanın sıxılaraq generatora qoşulmuş hava turbininə ötürməsinə əsaslanır.

2015-ci ildə “Zyba”Ltd. Tərəfindən Birşəmiş Krallıqda, Kambriya sahillərində 20 KVt gücündə “C” şəkilli yırğalanan DEQ sınaqdan keçirilmişdir.

Hazırda ABŞ, Kanada, İngiltərə, İspaniya, Portuqaliya, Braziliya, Çin, Yaponiya kimi ölkələrə məxsus dəniz və okeanlarda dalğa enerjisindən istifadə etməklə fəaliyyət göstərən DEQ-lar quraşdırılmışdır. Onların əsas iş prinsipi dalğanın kinetik və potensial enerjisinin mexaniki işə, daha sonra isə elektrik enerjisinə çevirməsinə əsaslanır.

Müasir dalğa enerjisindən istifadə texnologiyalarının banisi Keçmiş yapon dəniz donaması zabiti Yoşio Masuda (1925-2009) hesab olunur [5,9]. O, 1940-cı illərdə hava turbinli “buy” –yəni naviqasiya məqsədli siqnal üzgəci işləyib hazırlayır hansı ki, sonradan onlar rəqs edən (aşağı və yuxarı rəqsi hərəkət edən) su sütunlu (oscillating water column-OWC) DEQ kimi adlandırılmışdır. Burada şaquli rəqsi hərəkət edən su sütununun təsiri ilə meydana çıxan hava axını generatorla bir ox üzərində icra olunmuş hava turbininə doğru yönəlir. Belə hava turbinli siqnal, naviqasiya buyları 1965-ci ildən kommersiya məqsədilə Yaponiyada istehsal edilməyə başlandı (Şəkil 3.). 1976-cı ildə Masuda daha böyük, uzunluğu

80 metr eni 30 metr hündürlüyü isə 12 metr olan üzən dalğa energetik platformasının inşasını həyata keçirdi [5].

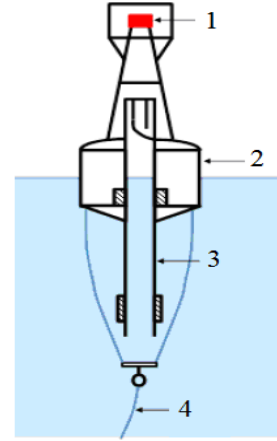
“Kaymey” adlanan üzən platforma test-sınaq məqsədi daşıyırdı və onun üzərində hava turbinli bir neçə növ rəqsi hərəkəli su sütunlu dalğa energetik qurğusu quraşdırılmışdı. 1970-ci illərin əvvəllərində başlayan neft krizisi bütün diqqəti alternativ enerji mənbələrindən, o cümlədən dalğa enerjisindən istifadəyə yönəltdi. Bununla əlaqədar olaraq 1975-ci ildə İngiltərə, daha sonra isə Norveç hökuməti elmi-tədqiqat işlərinin aparılması üçün proqram həyata keçirdi. Həmin dövrdən etibarən Avropada və bir sıra inkişaf etmiş ölkələrdə dalğa enerjisindən istifadənin perspektivləri araşdırılaraq sənaye əhəmiyyətli DEQ inşa edilməyə başlandı

Bundan başqa, onlarla digər layihələr də mövcuddur, hansılarda ki, müxtəlif konstruksiyalı DEQ-lər sınaqdan keçirilmiş və onların səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, DEQ aid bir çox layihələr, ixtiralar və ideyalar texniki-iqtisadi cəhətdən səmərəli olmaması və yaxud da, effektivliyinin az olması səbəbiylə həyata keçirilməmişdir. Hazırda dəniz və okeanlara birbaşa çıxışı olan inkişaf etmiş bir çox ölkələrdə dalğa energetikasının inkişafı və tətbiqi istiqamətində bir sıra elmi-tədqiqat işləri görülür və qurğular inşa olunur. Artıq sənaye əhəmiyyətli DEQ-lərin inşası və istismarı istiqamətində fəaliyyət göstərən şirkətlər mövcuddur.

Araşdırmalar göstərir ki, Azərbaycanda da ABOEM-dən istifadə imkanları genişdir. Ölkəmiz külək, günəş, hidroenerji, geotermal kimi təmiz və bərpa olunan enerji mənbələrinə malikdir. Hesablamalara görə texniki güc potensialı külək enerjisi üçün $1,5 \cdot 10^4$ MVt, günəş enerjisi üçün $11,52 \cdot 10^4$ MVt, hidroenerji (kiçik çaylar) üçün isə 650 MVt təşkil edir [10,11].

Ölkədə ABOEM-dən istifadə ediləsi məqsədlə Azərbaycan Respublikasının prezidentinin 2004-cü il 21 oktyabr 462 nömrəli Sərəncam ilə “Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı” həyata keçirilmişdir [12]. Dövlət proqramından irəli gələn tədbirlər çərçivəsində Azərbaycan Respublikasının Sənaye və Energetika Nazirliyinin tərkibində Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi (ABEMDA) yaradıldı. Fəaliyyəti dövründə ABEMDA tərəfindən bir sıra layihələr həyata keçirilmiş külək, günəş və kiçik su elektrik stansiyaları inşa edilmiş, onlarla sosial obyektə günəş panelləri, istilik nasosları quraşdırılmışdır.

Respublikamızda ABOEM-dən istifadənin aktual olduğunu və bir çox layihələrin həyata keçirildiyini nəzərə alsaq, Xəzər dənizində dalğa enerjisindən istifadənin perspektivlərini də araşdırmağa ehtiyac yaranır. Dalğanın formalaşmasında küləyin əhəmiyyətini nəzərə alsaq və onu da nəzərə alsaq ki, ilin 280 günü Bakıda və Abşeron yarımadasında küləkli keçir, bu da Xəzər dənizinin Azərbaycan sektoru üçün dalğa enerjisindən istifadə edilməsi imkanlarını artırmış olur. Tədqiqatçılar tərəfindən aparılan araşdırmalar Xəzər dənizinin də dalğa enerjisindən istifadə perspektiv və imkanlarının olduğunu göstərmişdir [13,14]. Məhz aparılmış araşdırmalardan və hesablamalardan sonra hansı növ DEQ-nun Xəzər dənizində daha effektiv şəkildə istismar olunduğunu müəyyənləşdirmək olar. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, mövcud DEQ-lərindəki bir sıra çatışmazlıqları nəzərə alaraq yeni iş prinsipləri əsasında çalışan, daha zəif dalğalarda belə enerji əldə etməyə imkan verən yüksək effektivli qurğuların işlənilməsi və hazırlanması dalğa energetikası sahəsində aktual məsələlərdəndir ki, məhz bu da dalğa enerjisindən istifadə imkanlarını, onun inkişaf tendensiyasını artırır.



Şək. 3. Hava turbinli, rəqs edən su sütunlu (OWC) “buy”

1- işıq mənbəyi (lampa), 2- üzgəc, 3- boru, 4- buraz

NƏTİCƏ:

Aparılan araşdırmalardan bəlli olur ki, bəşəriyyətin bugünkü enerji və istehsalat məhsullarına tələbatı və artımı tempində karbohidrogen enerji daşıyıcıları yaxın gələcəkdə kəskin şəkildə azalacaq və tükənəcəkdir. Ciddi qabaqlayıcı tədbirlər görülmədiyi təqdirdə baş verməsi labüd olan global energetika probleminin və onun doğuracağı digər sosial-iqtisadi problemlərin qarşısının alınması məqsədilə alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin həcmi artırılmalı və bu istiqamətdə elmi-tədqiqat işləri genişləndirilməlidir. Qeyd olunduğu kimi, okean və dənizlərin dalğa enerjisi də ekoloji baxımdan saf və bərpaoluna bilən enerji mənbəyidir. Digər bərpaolunan enerji mənbələri ilə müqayisədə dalğa energetikası yeni sahədir, dəniz və okeanlara çıxışı olan bir çox inkişaf etmiş ölkələr tərəfindən bu və ya digər miqyasda istifadə olunur. Müvafiq istiqamət üzrə alim və mütəxəssislər tərəfindən aparılan elmi-tədqiqat işləri, müxtəlif şəraitlərə uyğun, fərqli iş prinsiplərinə və çalışan DEQ-larının sınağı və istismarı dalğa energetikasıdan daha səmərəli şəkildə faydalanmağa yol açmış olur. Bu baxımdan Azərbaycanın da Xəzər dənizinin dalğa enerjisindən istifadə imkanları mövcuddur və araşdırma əsasında Xəzər dənizi şəraitinə uyğun yeni icralı DEQ-in işlənilməsi aktual mövzulardandır.

1. *Salamov O.M., Atamoğlanova Q.M.* Ənənəvi və qeyri-ənənəvi yanacaq növlərindən istifadənin perspektivləri və müqayisəli analizi // AzTU-nun Elmi əsərlər toplusu, 2018, № 4, s.
2. *Koteswararao B, Ravib D, Appalarajuc P.* Wave Power Conversion Systems for Power Generation. 2nd National Conference on Developments, Advances and Trends in Engineering Science. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER).
3. *Jhon Brooke, Wave Energy Conversion.* Volume 6. Elsevier science, 2003, 204 p.
4. *Madjid Karimirad,* Offshore Energy Structure, (For Wind Power, Wave energy and Hybrid Marine Platforms). Springer, 2014, 301 p.
5. *Modelling of Wave Energy Conversion by António F. O. Falcão.* Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 2014, 130 p.
6. *Wave Energy Converters (WECs) by James R Joubert, Johannes L van Niekerk, Josh Reinecke, Imke Meyer.* October 2013. Centre for Renewable and Sustainable Energy Studies.
7. www.wavestarenergy.com
8. www.renewablesnow.com/news/brazils-ceara-continues-to-prepare-for-wave-energy-plant-41640/?print=1
9. *Antonio F.O. Falcao, Joao C.C. Henriques.* Oscillating-water-column wave energy converters and air turbines. Renewable Energy. 85 (2016) 1391-1424.:
10. Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi. Alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə. Jurnal. Bakı. 2018.
11. www.undp.org/content/dam/rbec/docs/Azerbaijan.pdf
12. www.e-qanun.az/framework/5796
13. Eugen Rusu, Florin Onea. Evaluation of the wind and wave energy along the Caspian Sea // Energy, 2013, №50, 1-14 p.
14. *Агаларов А.М., Гусейнов М.М., Камиров И.К.* Волно-энергетический потенциал Каспия. Вестник Дагестанского Научного Центра, 2013, № 51, с. 23-27

ЭНЕРГИЯ МОРСКИХ ВОЛН И ИХ ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ

САЛАМОВ О.М., БАХШАЛИ В.И., САЛАМОВ А.А.

В статье указывается необходимость использования неисчерпаемых и с экологической точки зрения более чистых видов источников энергии, в связи с

исчерпанием в ближайшем будущем, мировых запасов твердого, жидкого и газообразного видов традиционного топлива. При этом указываются преимущества использования альтернативных и возобновляемых источников энергии (АВЭИ). Указываются перспективы использования энергии волны и волновых энергетических установок (ВЭУ) для снабжения электрической энергией Апшеронского полуострова, в том числе крупных городов, таких как Баку и Сумгаит. Приводятся короткие информации о ВЭУ, созданных некоторых странах мира и проводятся сопоставительные анализы.

Ключевые слова: альтернативные и возобновляемые источники энергии, солнечная и ветровая энергии, волновая энергия, волновые энергетические установки.

SEA WAVE ENERGY AND IT'S DEVELOPMENT TENDENCY

SALAMOV O.M., BAKHSHALI V.I., SALAMOV A.A.

The article points out the necessity of using inexhaustible and from an environmental point of view more clean types of energy sources, due to the exhaustion in the near future of the world reserves of solid, liquid and gaseous types of traditional fuels. The advantages of using alternative and renewable energy sources (ARES) are indicated. Prospects for the use of wave energy and wave power plants (WPP) for the supply of electrical energy to the Absheron Peninsula, including large cities such as Baku and Sumgait, are indicated. Short information is given about wind turbines created in some countries of the world and comparative analyses are carried out.

Keywords: alternative and renewable energy sources, solar and wind energy, wave energy, wave power plants.