

UOT 629.12.066

KÜLƏK TURBİNLƏRİ VƏ ONLARIN GƏMİLƏRDƏ TƏTBİQİNİN ARAŞDIRILMASI

Sultanov E.F., İsmayılov S.S.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18
E-mail: elshen_sultanov@mail.ru, sahib-ismayil@bk.ru

Xülasə. Məqalədə külək turbinlərinin hazırkı vəziyyəti və gələcək modelləri haqqında məlumatlar verilməklə yanaşı, onların gəmilərdə tətbiqindən bəhs olunur. Həmçinin, məqalədə yüksək qiymətli neft məhsullarından istifadənin azaldılması və qaz emissiyalarının (tullantıların) minimuma endirilməsi məqsədi ilə küləkdən alınan enerjinin istifadəsi məsələləri də araşdırılmışdır.

Аннотация. В статье представлена информация о нынешнем состоянии и будущих моделях ветряных турбин, а также об их применении на судах. В статье также исследуются задачи использования энергии ветра в целях сокращения использования нефтепродуктов и минимизации выбросов газов (отходов).

Abstract. The information on the current state and future models of wind turbines, as well as their application on ships is provided in the article. The use of wind energy to reduce the use of high-value oil products and minimize gas emissions (waste) is also analyzed in the article.

Açar sözlər: gəmi, külək turbini, bərpa olunan enerji, elektrik enerjisi, külək enerjisi

Ключевые слова: судно, ветряная турбина, возобновляемая энергия, электрическая энергия, ветровая энергия

Key words: ship, wind turbine, renewable energy, electric energy, wind energy

Giriş. Dünyada enerji böhranı səbəbi ilə insanlar bərpa olunan enerji mənbələri kimi külək turbinlərindən və ya günəş panellərindən daha çox istifadə edirlər. Ümumiyyətlə, külək enerjisi daha perspektivli bərpa olunan enerji mənbəyi kimi müəyyən edilmişdir. Hazırda xərclər və material baxımından şaquli oxlu külək turbinləri (ŞOKT), üfüqi oxlu külək turbinlərindən (ÜOKT) daha üstün hesab edilməkdədir. Hal-hazırda sürüşdürülə bilən “Savonius” tipli turbinlər, aşağı-yuxarı hərəkət etdirilə bilən “Darrieus” tipli turbinlər və hər ikisinin (D+S) hibrid turbini hazırlayaraq küləyin turbinin bıçaqlarına doğru istiqamətləndirilməsi ilə faydalılığı artırılmaqdadır. Hazırda bu hibridin hazırlanması və gücün artırılması üçün bir çox tədqiqatlar aparılır. Avropa ölkələri, o cümlədən qabaqcıl dünya ölkələri alternativ enerjiden istifadə edirlər və bu sahə üzrə elmi-tədqiqatlar aparırlar [1, 2].

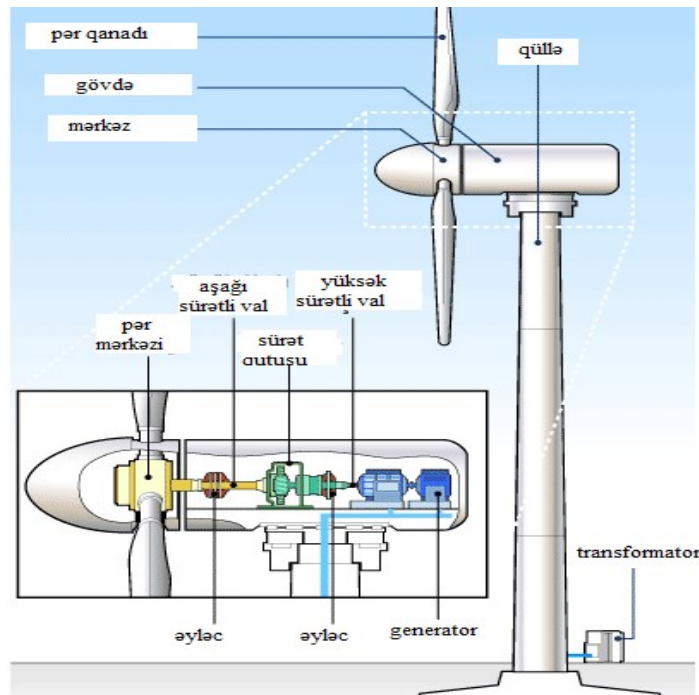
Əsas hissə. Bərpa olunan enerji hazırda dünya enerji istehsal sahəsində ən vacib mövzulardandır. Dünyadakı karbohidrogen resurslarının ehtiyatlarının sürətlə azalması enerji istehsalçılarını alternativ enerjiden istifadə etməyə məcbur edir. Bununla yanaşı, kömür, neft və qaz kimi yanacaqlardan enerji istehsalı global istiləşmənin və turşu yağışlarının emissiyası kimi çoxlu ekoloji problemlərə səbəb ola bilər. Alternativ enerjilərdə ekoloji təhlükə riski, demək olar ki, yoxdur.

Alternativ enerji dedikdə, küləklər, günəş işığı, yağış, dalgalar, geotermal istilik və s. kimi təbii mənbələrindən istifadə etməklə istehsal olunan enerjilər nəzərdə tutulur.

Hazırda inkişaf etmiş ölkələr tərəfindən bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin artırılmasına xüsusi diqqət yetirilməkdədir. İqtisadi cəhətdən sürətlə inkişaf edən bir çox dövlətlər bu sahədə hədəflər müəyyənləşdirərək, enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsində bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin rolunu yüksək qiymətləndirdiklərini bəyan edirlər. Beynəlxalq və regional təşkilatların hesabatları göstərir ki, bu sahəyə ciddi miqdarda investisiya qoyulduğu təmin edilir və enerji sistemində bərpa olunan enerji mənbələrinin payı gündən-günə sürətlə artmaqdadır. Avropa

Birliyi tərəfindən üzv ölkələrin enerji istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrinin payının 20%-ə çatdırılması barədə qəbul etdiyi hədəf birliyin bu sahəyə necə diqqət göstərdiyinin sübutudur [1,2,3].

Ümumiyyətlə, dünyada külək enerjisindən istifadə də, sürətli bir inkişaf vardır. Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə dünyada yeni sənaye inkişafına gətirib çıxarır. Dünyanın külək potensialı nəzərə alınmaqla, bu potensialın yalnız bir hissəsi istifadə olunur. Hökumətlərin bu məsələyə diqqəti nəticəsində külək enerjisinin istehsalına olan marağı daha da artırır. Almaniya, Danimarka və İspaniya külək enerjisindən istifadə edən ölkələrdəndir. Danimarka elektrik enerjisinin 40%-ni külək turbinləri vasitəsilə istehsal etməyə başlayıb. Böyük Britaniyanın böyük külək enerjisi potensialı vardır və küləkdən alınan enerji qiymətinin aşağı salınması üçün bəzi tədbirlər görülür. Qlobal Külək Enerji Şurası (QKEŞ) öz hesabatında göstərir ki, 2016-cı ildə qlobal bazarda 54 GV-dən çox külək enerjisi istehsal edilmişdir. QKEŞ-in beş illik proqnozu 2017-ci ilə qədər, təxminən, 60 GVt-a qədər enerji istehsal olunacaq, 2021-ci ilə qədər illik 75 GVt-a qədər enerji istehsalı olunacağı planlaşdırılıb, 2021-ci ilin sonunda bu istehsal daha da artırılaraq illik 80 GVt-a qədər enerji istehsal olunacaq.



Şəkil 1. Üfüqi oxlu külək turbininin elementləri

Məlum olduğu kimi, külək turbinləri enerji istehsal etmək üçün külək enerjisindən istifadə edir. Külək turbinində küləyin kinetik enerjisi rotorda mexaniki enerjiyə çevirilir. Rotorun hərəkəti dişli çarxlar vasitəsi ilə generatora ötürülür. Generatorada mexaniki enerjiyi elektrik enerjisinə çevirir. Generatorada yaranan elektrik enerjisi batareyalara yüklənir və ya elektrik transformatorları vasitəsilə birbaşa istifadəçiyə və ya stansiyağa ötürülür. Transformatoradan çıxış təxminən 700V olur, əgər bu şəxsi istifadə üçün nəzərdə tutulubsa, çıxış birbaşa, təxminən, 240V olur. Külək enerjisinin alternativ enerji mənbəyi kimi əsas cəlbedici xüsusiyyəti onun həm kiçik, həm də böyük enerji istehsal etmək üçün yararlı olmasıdır. Külək enerjisinin digər bir xüsusiyyəti də onun tənzimlənmə bilmə xüsusiyyətidir. Külək enerjisindən istifadə karbohidrogen yanacaqlara asılılığı azaldır. Quruda əldə edilən külək enerjisi kömür və qazdan daha sərfəli enerji mənbəyidir. Külək turbinlərinin quruda quraşdırılması və təmir xərcləri digərlərindən daha az vəsait tələb edir [3,4].

Ölkəmizdə bərpa olunan enerji potensialından səmərəli istifadə edilməsi məqsədilə atılmış əsas addımlardan biri 2004-cü ildə "Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı"nın qəbul edilməsi olub. Şəkil 1-də üfüqi oxlu

külək turbininin elementləri göstərilmişdir. Proqramın qəbulu bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsində köklü dəyişikliklərin həyata keçirilməsinə və ölkəmizin bu sahədəki potensialının dəyərləndirilməsinə geniş imkanlar yaratdı. Qəbul edilmiş Dövlət Proqramları və struktur islahatları nəticəsində, 2009-cu ildən başlayaraq, dövlət və qeyri-dövlət müəssisələri 10 yeni su elektrik stansiyası, 6 günəş və 5 külək elektrik stansiyası, 30-a yaxın sosial obyektə günəş panelləri və istilik nasosları quraşdırılır.

Tədqiqatçılar, elektrik enerjisi istifadəsində səmərəliliyi artırmaq üçün günəş enerjisi, külək enerjisi və qurudan enerji təchizatı kimi alternativ enerji sistemlərinin, həmçinin, gəmilərdə istifadəsinə diqqət yetirirlər. Xüsusilə, ticarət fəaliyyətlərini həyata keçirən və alternativ enerji sistemlərinə sahib gəmilərlə əlaqəli nümunə təbii qüvvələr tətbiq olunur. Bundan əlavə, yeni nəsil gəmi dizaynlarına dair layihələr haqqında məlumat verərək dənizçilik sahəsindəki inkişafı diqqətə yetirilir [2, 3, 4].

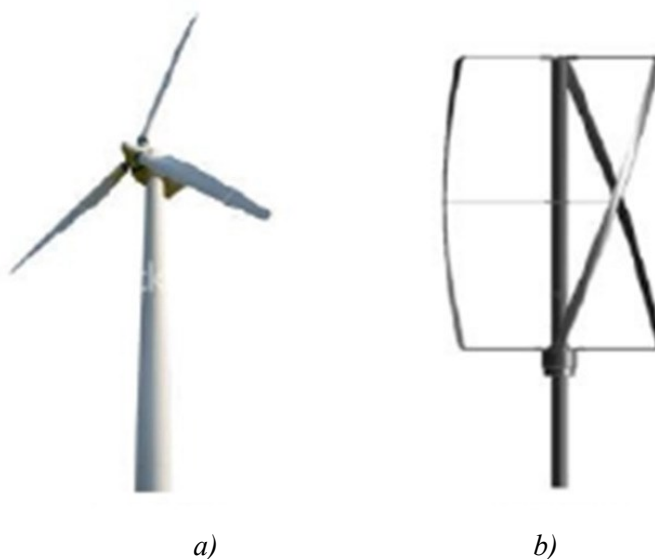
Külək turbini. Külək turbin bıçaqları küləyin kinetik enerjisini mexaniki enerjiyə çevirir və alınan enerji də mexaniki gücə çevrilir.

$$P_{mex.} = \frac{1}{2} m \cdot v_{max.}^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_{min.}^2 \quad (v_{max.} > v_{min.})$$

Burada m kütlə (kq), v_{max} küləyin maksimal sürəti (m/s) və v_{min} külək minimal sürəti (m/s) dir.

Külək turbinlərinin iki növü vardır.

1. **Üfüqi oxlu külək turbinləri (ÜOKT).** ÜOKT-ni ŞOKT-nə nisbətən daha yüksək güc verir. Lakin, ÜOKT-in maksimum güc verməsi üçün yüksək sürətli hava axınına ehtiyac duyur. Küləyin sürətinə və istiqamətlərinə görə, küləyin nisbi sürət həddi də dəyişir. Bıçaq sürəti artdığından, nisbi külək sürəti ucuna doğru daha meylli olur. Daha sonra yüksək səsə səbəb olan burulğanlar yaradır.
2. **Şaquli oxlu külək turbinləri (ŞOKT).** ŞOKT-un ənənəvi üfüqi oxlu külək turbinlərinə nəzərən bir sıra üstünlükləri var. Onlar bir-birinə daha yaxın yerləşdirilə bilər və buda daha çox turbin yerləşdirməsinə imkan verir. Bu növ turbinlər daha sakit işləyir, çox yönlü olurlar. Onlar küləyin sürətinin aşağı olduğu yerə daha yaxın olan hissədə güc yaratmaq üçün çox külək tələb etmirlər. Bu tipdə olan külək turbinlərinin daşınması quraşdırılması daha asan olur. Külək bir ŞOKT-un bıçaqlarından keçərkən bıçaqların hamısı enerji istehsalında iştirak edir.

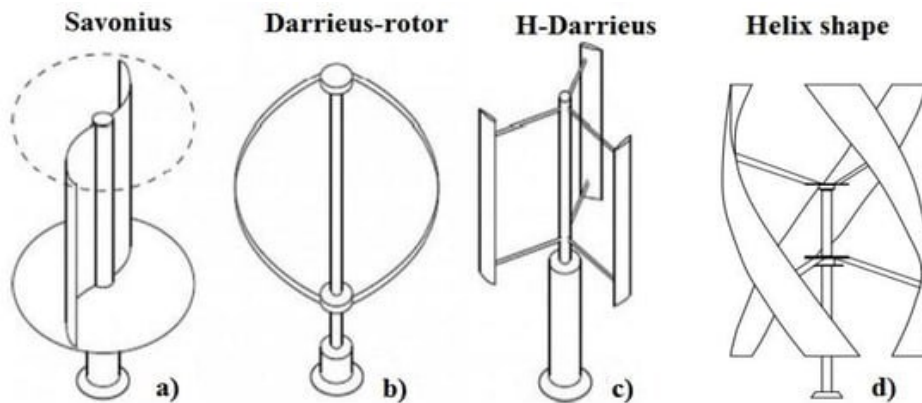


Şəkil 2. Külək turbinlərinin iki əsas növü
a) Üfüqi oxlu külək turbini (ÜOKT) b) Şaquli oxlu külək turbini (ŞOKT)

Amma külək bir ÜOKT-dən keçərkən bıçaqların yalnız bir hissəsi qüvvə yaradır, digər hissələr isə sadəcə hərəkət edir. Nəticədə, elektrik enerjisi istehsalı nisbətən azaldılmış olur. Kiçik ŞOKT-dan yüksək səmərəliliyi əldə etmək bir qədər mürəkkəbdir. ŞOKT-ların ticarət ölçülərinin təyin edilməsi üçün bir çox maneələr var. ŞOKT-lar ÜOKT-lərin forması kimi güclü dizayna sahib deyil. Bunun səbəbi bir ŞOKT-ların bıçaqlarının ÜOKT-lərin bıçaqlarına nisbətən mərkəzdən daha uzaqda hərəkət etməsidir. Amma bu bıçaqların geniş açılması nəticəsində digərlərindən daha çox küləklə təmasda olur, nəticədə, enerji istehsalı daha çox olur. ŞOKT-larının material xərcinin də az olduğu müəyyən olunmuşdur. Şəkil 2-də külək turbininin iki əsas növü göstərilib.

“Savonius” tipi külək qüvvəsini istifadə edən su dəyirmanına bənzəyir. “Darrieus” tipi ÜOKT-i ilə bənzər bıçaqları var. ŞOKT -un əsas rotor shaftı üfüqi düzəldilmişdir. Bu tip külək turbinləri üçün anemometr istifadə olunmur, çünki hər istiqamətdən əsən küləyi qəbul edə bilər. Lift ilə hərəkət edən turbinlərin faydalı işi fırlanan turbinlərdən daha çoxdur, bu gün əsas diqqət liftlə hərəkət edən turbinlər üzərindədir. Bu turbinin ilk dizaynı 1931-ci ildə G.J.M.Darrieus tərəfindən patentləşdirilmişdir. Şəkil 3-də şaquli oxlu külək turbinlərinin əsas növləri göstərilmişdir. Şaquli oxlu külək turbinlərinin üç əsas tipi vardır:

1. Savonius tipli Şaquli Oxlu Külək Turbini. Savonius turbini ən sadə turbinlərdən biridir. Aero-dinamik cəhətdən iki və ya üç çömçəyəbənzər cihazdır. Yuxarıdan rotora baxarkən "S" forması kimi görünür. Formasına görə bu tip turbinlərin faydalı işi azdır. Savonius külək turbinlərinin küləyin enerjisinin təxminən 15%-ni elektrik enerjisinə çevirir. Bu isə Darrieus tipindən çox azdır. Savonius 1932-ci ildə Finlandiyadan Sigurd Johannes Savonius tərəfindən təsvir edilmişdir. Şəkil №3 a) Savonius tipli ŞOKT dizaynını göstərir.



Şəkil 3. Şaquli oxlu külək turbinlərinin növləri
a)Savonius, b)Darrieus-rotor, c)H-Darrieus, d)Helix shape

Bu növün əsas üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. Konstruktiv sadəlik;
2. İlkin təmir xərclərinin ucuz olması;
3. Şəhər tətbiqləri üçün aşağı görmə təsiri;
4. Küləyin istiqamətindən asılı olmayan aşağı külək sürəti ilə işə salınma;
5. Yüksək qüvvə.

Qeyd edilən üstünlüklərə baxmayaraq, Savonius turbinlərinin səmərəliliyi digər şərti rotorlardan daha aşağıdır. Bu səbəbdən, Savonius üslublu generatorların yayılması çox kiçik miqyaslı tətbiqlərdə və ya inkişaf etməkdə olan ölkələrdə, əsasən, məhduddur.

2. “Darrieus” növü və Darrieus tipli Şaquli Oxlu Külək Turbini. Darrieus turbinlərinin rotoru, "Miksel (yumurta çırpıcı)", H formalı və ya sarmal formalı fərqli quruluşlarda hazırlanır. Darrieus külək turbini, külək enerjisindən elektrik enerjisi istehsal etmək üçün istifadə edilən bir şaquli oxlu külək turbinidir. Turbin şaquli oxa quraşdırılmış bir neçə ədəd qıvrımlı aerofoil

qanaddan ibarətdir. Darrieus külək turbinində əsasən vertikal düzəldilmiş iki əyri bıçaq olur. Qanadlar turbində hərəkət edərkən ellipsəbənzər forma alır.

Qanadlarda olan bükülmə qanadların yüksək sürətlə fırlanmasına imkan verir. Qanadların ölçüsü təxminən 60 m genişlikdə, 100 m hündürlükdə olur və 3.8 MV dəyərində sabit cərəyanlı enerji verir. Darrieus növü külək turbinini Fransız hava mühəndisi Georges Jean Marie Darrieus tərəfindən 1931-ci ildə patentlənmişdir.

Darrieus tipli külək turbinin ən böyük üstünlüklərindən biri turbinin qanadlar sayəsində külək istiqamətinə dönməsi lazım olmadığı üçün gövdə dönüş sisteminin istifadə edilməsinə ehtiyac olmamasıdır. Mexaniki və elektron komponentlərinin yerə yaxın yerləşdiyi üçün təmiri və quraşdırılması digər turbinlərə nəzərən, daha ucuz və rahat olmasıdır. Şəkil №4 b) Darrieus tipli ŞOKT dizaynını göstərir.

Savonius turbinlərindən fərqli olaraq, Darrieus yüksək fırlanma sürəti üçün daha yaxşı bir məhsuldarlığa malikdir, lakin daha aşağı torka malikdir. Bu səbəbdən, hər iki modelin müsbət tərəflərini birləşdirməyə çalışan bəzi hibrid Savonius -Darrieus turbinləri də vardır.

3. H-Darrieus və Helix shape tipli Şaquli Oxlı Külək Turbini. H-rotorlu Darrieus-Darrieus rotorunun daha H formalı inkişafı. Darrieus rotoru, radial oxlara bərkidilmiş bir, iki və ya daha çox aerodinamik qanaddan ibarət bir quruluşdur. Darrieus rotorunun ümumi iş prinsipi ümumiyyətlə məlum olsa da, hələ də fiziki proseslərin tam təsviri və adekvat riyazi model yoxdur. Darrieus rotoru ilə Savonius rotoru arasındakı əsas fərq onun sürətidir. Beləliklə, Savonius rotor bıçaqlarının sürəti gələn axının sürətinə yaxındırsa, Darrieus rotorunda 3-4 qat daha yüksəkdir. Darrieus külək generatorunun xarakteristikası Reynolds meyarına görə, təbii olmur. Eyni zamanda, Darrieus rotorunun Savonius rotor rejimində işlədiyi ilkin avtorotasiya rejimi də mövcuddur. Təcrübədə Darrieus rotoru üçün üç bıçaq istifadə olunur, çünki daha az sayda öz-özünə başlamaz və balanslaşdırma problemi yaranmır. Bıçaqların sayının artması ilə Darrieus rotorunun sürəti, üfüqi-eksenli külək generatorlarında olduğu kimi azalır. Şəkil №3 c) H-Darrieus tipli Şaquli Oxlı Külək Turbinin dizaynını göstərir.

ŞOKT-nin gələcək istiqamətləri. ŞOKT-un əsas problemi onların yerə yaxın olması və nəticədə, az küləyi qəbul etməsidir. Küləyin turbin bıçaqlarına doğru istiqamətləndirən deflektör sistemi bu problemi həll edəcəyi düşünülür. Hazırda bu səviyyədə bir çox tədqiqat aparılır. Bundan başqa, bir çox tədqiqatçı bıçaq profilini nəzərdən keçiriblər.

Gəmilərdə alternativ enerji mənbələrinin icrası. Yenilənə bilən enerji sistemlərinin icrası, günəş enerjisindən elektrik istehsalı PV panelləri ilə, külək enerjisindən elektrik istehsalı isə külək turbinləri ilə həyata keçirilir.



Şəkil 4. "SolarSailor" gəmisində günəş və külək enerjisi icrası

Hazırda, enerji ehtiyacı az olan gəmilərdə yenilənə bilən enerji resurslarının istifadəsinə rast gəlinməklə yanaşı, artıq ticarət gəmilərində də alternativ enerji mənbələrindən istifadə edildiği görülməkdir [4, 5, 6].

“OCIUS” adlı Avstraliya şirkəti tərəfindən ticarət məqsədləri üçün inşa edilən “SolarSailor” adlı bərə tipli gəmi (şəkil 4) bu çərçivədə icra edilmiş ilk çalışmalardan biridir.

Gəmi günəş, külək, batareya və LPG ilə işləyən hibrid bir quruluşa malikdir. Gəminin enerji ehtiyacı əsasən günəş, külək və batareya sistemi tərəfindən qarşılır. Alternativ enerji mənbələri yetərli olmadığı zaman, gəmidə LPG yanacaq sistemi işə düşür. 21 m uzunluğunda olan gəmi, Sidney Limanı üçün 100 nəfərlik səyahət gəmisi olaraq 2000 -ci ildə bir il kimi qısa müddətdə inşa edilmişdir. Gəminin yanacağı 35% və tullantıları (emissiyaları) 50% azaltmaq potensialı mövcuddur. Mövcud dizaynı sayəsində 2001-ci ildə “Avstraliyada ilin Dizayn Mükafatı” na layiq görülmüşdür. Kommersiya cəhətdən idarə olunan gəmi vasitəsi ilə 10 ildən çox müddətdə on minlərlə sənişin daşınmışdır [5, 6].

Gəmi qısa məsafəli sənişin daşımalarının sıx olduğu bölgələrdə hibrid enerjili dəniz daşımalarının səmərəli istifadə ediləbiləcəyini göstərən yaxşı bir nümunədir. Bu konsepsiyaya malik gəmilərin dəniz nəqliyyatına daxil edilməsi ilə bərabər, gəmilərdən qaynaqlanan yanacaq istehlakı və tullantılarının əhəmiyyətli dərəcədə azalmaya nail olunacaq və sahil ərazilərindəki ətraf mühitin çirklənməsi azaldılacaqdır.

Şəkil 5-də qeyri-adi dizayna malik “Revelation II” adlı katamaran tipli bərə verilmişdir.

Böyük Britaniyada istehsal edilən 10,97 m uzunluğunda olan qayıqın qiyməti 300.000 funt sterlinqdir. Qayıqda qeyri-adi yəni, üfüqi oxlu külək turbinləri quraşdırılıb. Külək turbini 110 kVt -a qədər güc yarada bilər və bu gücü hərəkət sisteminə ötürə bilər. Eksperimental və müasir bir yanaşma ilə yola çıxan tədqiqatçılar, dizaynın insanlar tərəfindən çox fərqli dəyərləndirilməsinə baxmayaraq, müsbət rəy aldıklarını söylədilər [5, 6].

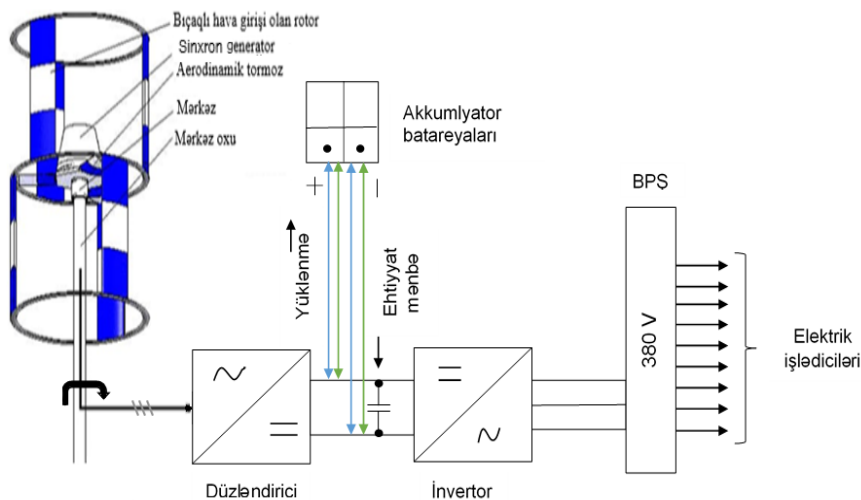
Gəmilərdə külək turbinlərinin istifadəsi nəzərə alındığında, şaquli oxlu külək turbin növlərinə daha çox üstünlük verilir. Ancaq bu qayıqda istifadə olunan üfüqi oxlu külək turbini ilə su nəqliyyatı vasitələrində fərqli tip külək turbin sistemlərinin də istifadə edilə biləcəyi göstərilmişdir.



Şəkil 5. "Revelation II" gəmisində külək enerjisinin tətbiqi

Bu cür təcrübələr diqqətə alındığında, dənizçilik sektorunun gəmilərdə alternativ enerji mənbələrinin istifadəsinə dair tələbatın olduğu görülməkdədir. Xüsusilə, ticarət fəaliyyətlərini davam etdirən gəmilərin alternativ enerji mənbələrindən istifadə etməsi, gəmilərdən qaynaqlanan ətraf mühitə mənfi təsirləri azaldacaq və dəniz sektorunun dayanıqlılığına əhəmiyyətli dərəcədə töhfə verəcəkdir. Hazırkı dövrdə dünyada yükdaşımalarda böyük əksəriyyətini həyata keçirən gəmiçilik sistemində gəmilərin hərəkətini təmin etmək məqsədi ilə kömür və neft məhsullarından istifadə edilməkdədir. Bu isə, öz növbəsində, təbii ehtiyatlarının azalmasına gətirib çıxarır ki, bu səbəbdən bərpa olunan enerji mənbələrinə marağ artırmaqdadır. Bununla belə, hələ uzun illər karbohidrogen resurslarının yanacaq bazarında və tələbatda mühüm rol oynayacağı və əsas yer tutacağı danılmazdır. Dünyada baş verən və gələcək nəsillərin qarşısında duracaq əsas problemlərdən biri olan ekoloji çirklənmə və tarazlığın pozulması, qlobal istiləşmə, atmosfərə atılan istixana qazlarının kəskin artması və digər ekoloji problemlər ölkələri kömür, neft və qaz kimi çirklənmədə böyük rol oynayan yanacaq növlərinin istifadəsinin azaldılmasına və bərpa olunan enerjiden istifadənin genişləndirilməsinə sövq etməkdədir. Bərpa olunan enerji mənbələrinin maya dəyərinin yüksək sürətlə inkişaf edən texnologiya nəticəsində ciddi şəkildə aşağı düşməsi də bu enerji növlərinə marağı artırmaqdadır [6, 7].

Aparılan təhlil və araşdırmaların nəticəsi olaraq qeyd etmək olar ki, ölkəmizdə gəmiçilik şirkətlərində müxtəlif təyinatlı gəmilərin mövcud olmasını nəzərə alaraq, yuxarıda qeyd edilən külək turbinlərinin quraşdırılması məqsədi ilə uyğun gəmilərin seçilməsi və enerji qənaətinə nail olmaq mümkündür. Bu məqsədlə Azərbaycanda ən böyük gəmiçilik idarəsi olan Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi QSC nin mövcud gəmiləri üzərində işlənməsi olduqca vacibdir. İlk olaraq gəmilərdə sınaq məqsədi ilə tətbiq ediləcək turbinlərin ÜOKT-ə nisbətən bir çox üstünlükləri olan ŞOKT-un tətbiq olunması daha məqsədə uyğundur. Şəkil 6-də şaquli oxlu külək turbininin gəmidə tətbiqini xarakterizə edən sxem göstərilmişdir.



Şəkil 6. Şaquli oxlu külək turbininin gəmidə tətbiqi

Nəticə. Məqalədə kiçik həcmli gəmilərdə geniş istifadə olunan alternativ enerji sistemlərinin ticarət gəmilərində də tətbiq oluna biləcəyi nümunələrlə izah edilmişdir. Beynəlxalq konvensiyaların tələblərinə uyğun olaraq gəmilərin üzərinə qoyulan ekoloji məhdudiyyətlər səbəbindən bu cür təcrübə və layihələrin gələcəkdə artacağı gözlənilir. Gəmilərin ətraf mühitə vurduğu ziyanı minimuma endirmək və maddi olaraq maksimum fayda götürmək üçün alternativ enerji sistemlərinə sahib, yaşıl gəmi və yaşıl liman tətbiqetmələri gələcəkdə daha çox vüsət alacaqdır. Texnologiyanın inkişafı ilə əlaqədar olaraq, enerjiyə qənaət edən məhsulların xərcləri azalacaq, ekoloji cəhətdən təmiz gəmi və liman anlayışları daha sərfəli bir şəkildə həyata keçiriləcəkdir. Günümüzdə elektrik enerjisinin bir hissəsinin təmin edə bilən hibrid enerji gəmi sistemləri üzərində işlər aparılsa da, sözügedən

layihələrdən də aydın olduğu kimi, sıfır emissiya ilə tamamilə bərpa olunan enerji mənbələri ilə işləyən ticarət gəmiləri anlayışları gələcəkdə nəqliyyat sektorunda öz yerini alacaqdır.

Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi QSC-nin mövcud gəmiləri üzərində, ilkin olaraq, sınaq məqsədi ilə ŞOKT -un tətbiq olunması məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Əmrəliyev A.B., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Məmmədova Ş.T. “Yaşma ərazisində külək energetik qurğularının yerləşdirilməsi” // SDU Azərbaycan Elmi tədqiqat və layihə axtarışı Energetika İnstitutu MMC. Energetikanın Müasir Problemləri Respublika Elmi konfransının materialları. Sumqayıt: 2011, s.53-54
2. Мустафаев Р.И., Абдулкадыров А.И. Применение синхронизированного асинхронного генератора в ветроэнергетической установке // Проблемы Энергетики. Баку: 2003, №1, с.28-32
3. Əmrəliyev A.B., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Məmmədova Ş.T. “Abşeron rayonunun Yaşma ərazisində külək rejiminin müəyyənləşdirilməsi məsələləri” // “Energetikanın müasir problemləri” Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi SDU Beynəlxalq Elmi Konf.Materialları. Sumqayıt: 2011, s.51-53
4. Əmrəliyev A.B., Abdulova N.A., Abdullayeva S.C., Məmmədova Ş.T. “Azərbaycanda qeyri-ənənəvi enerji mənbələri və onların istifadəsi imkanları” // “Energetikanın Problemləri”. Bakı: 2012, №2. s.79-86.
5. Sultanov E.F., İsmayılov S.S. “Gəmilərdə alternativ enerji mənbələrindən istifadə imkanlarının araşdırılması”/ ADDA Elmi əsərlər №2, Bak; 2021, səh. 151-157.
6. Yiğit, K., Acarkan, B. (2018). “The Importance of Ships in the Next-Generation Electric Power Systems” Book Chapter in Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions, 167-178. London: Academic Press.
7. MARPOL 73/78 Санкт–Петербург, ЗАО «ЦНИИМФ» - 2008

Məqalə qəbul olunub: 31.03.2022
Təvsiyə edib: t.e.d., prof. A.M.Qafarov