

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ nəzdində
BAKİ TEXNİKİ KOLLECİ

“İstilik energetik qurğular”

fənni üzrə

Mühazirələr

BAKİ-2023

MÜNDƏRİCAT:

Giriş.İstilik elektrik stansiyalarının əsas və köməkçi qurğuları	1
Buxar qazanları	4
Buxar turbini	5
Qaz turbinli və buxar-qaz turbinli elektrik stansiyalarının qurğuları	6
Atom elektrik stansiyalarının qurğuları	9
Atom elektrik stansiyalarının əsas texnoloji avadanlıqları	9
Termonüvə sintezi. "Tokamak" və hibrid nüvə qurğuları	13
Su elektrik stansiyalarının əsas qurğu və avadanlıqları	18
Günəş energetik qurğuları.Buxar turbinli günəş elektrik stansiyaları.	
Günəş kollektorları	21
Termoelektrik və fotoelektrik dəyişdiricilər	24
Külək energetik qurğuları	32
Külək mühərriki	38
Geotermal elektrik stansiyaları	41
Qabarma su elektrik stansiyaları	44
Əsas Ədəbiyyat	48

1-ci bölmə:

Giriş.

İstilik elektrik stansiyalarının əsas və köməkçi qurğuları.

İstilik elektrik stansiyaların tipləri

İES-lər aşağıdakı amillərə görə bir-birindən fərqlənirlər.

Buraxılan enerjiyə görə

Bu əlamətə görə İES-lər kondensasiyalı elektrik stansiyası (KES) və istilik elektrik mərkəzlərinə (İEM) ayrılırlar. KES-lərdə kondensasiyalı turbinlər qoyulur və ancaq elektrik enerjisi istehsal edirlər. KES-lərdən fərqli olaraq İEM-lər tələbatçıları həm elektrik enerjisi, həm də ki, istilik enerjisi (buxar və isti su) ilə təmin edirlər. Belə stansiyalarda təzyiqlə görə tənzimləmə ayrımı olan kondensasiyalı turbinlər və yaxud da əks təzyiqli turbinlər qoyulur. İstilik tələbatına görə İEM-lər sənaye tipli, istiləşdirmə tipli və sənaye-istiləşdirmə tipli istilik elektrik mərkəzlərinə ayrılırlar. İES-lərdə istehsal olunan elektrik enerjisinin təxminən $2/3$ hissəsi KES-lərdə və $1/3$ hissəsi isə İEM-lərdə hasil edilir.

İES-lərdə qoyulan turbinlərin tiplərinə görə

Bu əlamətə görə İES-lər buxar turbinli, qaz turbinli və buxar-qaz turbinli stansiyalara ayrılırlar. Buxar turbinli stansiyalardakı turbinlərin gücü 150 (160), 200 (210), 300, 500, 800 və 1200 MVt olur. Buxar turbini ilə işləyən stansiyaların FİƏ-i təxminən 36–42%-ə qədər olur. Qaz turbinli stansiyalardakı turbinlərin gücü 150, 250 MVt olur. Qaz turbini ilə işləyən stansiyaların FİƏ-i 28–34% olur. Buxar-qaz turbinli stansiyalardakı turbinlərin gücü 400, 500 MVt olur. Buxar-qaz turbini ilə işləyən stansiyaların FİƏ-i 52–57% olur.

Buxar generatorunun (qazanlarının) tiplərinə görə

Buxarın parametrləri kritik parametrlərdən aşağı olan İES-lərdə barabanlı və düzaxınlı qazanlardan istifadə olunur. Kritik parametrlərdən yüksək parametrlərdə işləyən stansiyalarda ancaq düzaxınlı buxar generatorları qoyulur.

Buxarın başlanğıc parametrlərinə görə

Bu əlamətə görə İES-lər kritik təzyiqdən aşağı (16,0–17,0 MPa təzyiqə qədər) və kritik təzyiqdən yüksək (22 MPa təzyiqdən böyük) təzyiqlə işləyən stansiyalara ayrılırlar. Adətən gücü 200 MVt-dan az olan turbinlərə daxil olan buxarın təzyiqi kritik qiymətdən az (13 MPa), gücü 250 MVt-dan çox olan turbinlərə daxil olan buxarın təzyiqi kritik qiymətdən böyük (24 MPa) olur.

Yanacaqın növünə görə

Qeyd edilən əlamətə görə İES-ləri bərk (əsasən kömür), maye (əsasən mazut) və qaz (əsasən təbii qaz) yanacağı ilə işləyən stansiyalara ayırırlar. Dünyada İES-də elektrik enerjisi alınmasında yanacaq kimi kömürdən daha çox istifadə edilir. Daha doğrusu elektrik enerjisi alınmasının 60%-i kömürə, 28%-i qaza, 12%-i mazuta əsaslanır. Ancaq Azərbaycanda İES-lərdə bərk yanacaqdan istifadə edilmir. Ölkəmizdə elektrik enerjisi istehsalında 80–87% qaz və 13–20% maye yanacaqdan istifadə edilir.

Texnoloji sxemə görə

Texnoloji sxemə görə İES-lər blok və qeyri-blok tipli stansiyalara ayrılırlar.

Blok tipli İES-lər müstəqil şəkildə işləyən bir neçə enerji blokundan ibarət olur. Hər bir blokun özünün əsas avadanlığı – buxar turbini və qazanı və onları birləşdirən köməkçi avadanlıqları olur. Turbinin bir buxar qazanı olarsa, belə bloka – monoblok, iki buxar qazanı olarsa, dubl-blok deyilir. Adətən blok sxemində buxarın aralıq qızdırılmasından istifadə olunur. Ona görə də gücü 150 MVt və ondan böyük olan turbinlər blok sxemi üzrə işləyirlər.

Qeyri blok sxemi stansiyalarda qazanların ümumi bəsləyici su xətti və ümumi buxar xəttləri olur. Turbinlərə buxar ümumi buxar xəttindən verilir.

İES-lərin qoyulmuş gücünə görə

Bu əlamətə görə İES-lər az güclü (100 MVt-a qədər), orta güclü (100–1000 MVt) və böyük güclü (1000 MVt-dan çox) stansiyalara ayrılırlar. Bundan başqa, bir il müddətində qoyulmuş gücdən istifadə saatlarına görə baza (əsas) stansiyalar (6000–7500 saat), pik stansiyalar (2000 saata qədər) və yarım pik stansiyalara ayrılırlar.

KES-in iş prinsipi

Buxar qazanının ocağında üzvi yanacaq yandırılır və alınan istilik hesabına su buxarlanır. Sonra həmin buxar lazımi temperatura qədər qızdırılaraq ($t=540-560$ °C) turbinə verilir. Turbində buxar genişlənərək iş görür, yəni istilik enerjisi mexaniki enerjiyə çevrilir, nəticədə turbinin valı fırlanır. Turbinin valı fırlananda elektrik generatorunun rotoru da fırlanır və orada elektrik enerjisi hasil edilir. Turbindən çıxan buxar isə kondensatorda soyudularaq kondensatlaşır və nasos vasitəsilə sistemdə dövr etdirilir.

İEM-in iş prinsipi

İstilik elektrik mərkəzləri (İEM) tələbatçıları həm elektrik, həm də ki, istilik enerjisi ilə təmin edirlər. Ona görə də İEM-lərin prinsipial sxemində istilik tələbatçısı da göstərilmişdir. İEM-lərdə əks təzyiqli turbinlər və ya, tənzipləmə ayrımı olan kondensasiyalı turbinlər qoyulur. Əks təzyiqli turbinlər qoyulduqda sxemdə kondensator göstərilir, çünki turbindən sonra buxar istilik tələbatçısına göndərilir (şək.a). Adətən İEM-lərin sxemində redüksion soyuducu qurğu da qoyulur ki, turbin işləməyəndə tələbatçıya buxar vermək mümkün olsun.

Tənzipləmə ayrımı olan turbinlər qoyulduqda isə sxemdə kondensatoru da göstərmək lazımdır (şək.b). İstilik tələbatçısına verilən buxarın bir hissəsi kondensat şəklində stansiyanın sxeminə qaytarılır. Beləliklə, İEM-in prinsipial sxemi KES-in prinsipial sxeminə oxşar şəkildə göstərilir, ancaq əlavə olaraq istilik tələbatçısı redüksion soyuducu qurğu ilə onları birləşdirən xəttlər də göstərilməlidir.

İES-in əsas avadanlıqları

İES-in əsas avadanlıqları bunlardır: buxar qazanı (generatoru), buxar turbini, elektrik generatoru.

Buxar qazanları (*generatoru*)

İES-lərdə buxar qazanları əsas istilik avadanlığı olub, bəsləyici suyu müəyyən təzyiq və temperatura malik qızışmış buxara çevirir.

Elektrik enerjisi hasil etmək üçün stansiyada qoyulan buxar qazanları energetik buxar qazanları, texnoloji və istiləşdirmə məqsədləri üçün işlədilən buxar qazanları isə sənaye və yaxud istiləşdirmə buxar qazanları adlanır.

Buxarlandırıcı borularda su-buxar qarışığının hərəkəti iki cür təşkil edilir: təbii və məcburi.

Bu səbəbə görə buxar qazanları aşağıdakı siniflərə bölünür: təbii dövranlı barabanlı buxar qazanları, məcburi dövranlı barabanlı buxar qazanları, düz axınlı buxar qazanları, kombinəedilmiş dövranlı qazanlar.

Respublikamızın enerji sistemində təbii dövranlı barabanlı buxar qazanları və düz axınlı buxar qazanlarından istifadə edilir.

Təbii dövranlı barabanlı buxar qazanının iş prinsipi: Yanıcı qarışıq yandırıcı quruluşa verilir. Burada yanacaqın yanma prosesi getmir. Yandırıcı quruluşun vəzifəsi yanacaq ilə havanın yaxşı qarışmasını təmin etməkdir. Yanıcı qarışıq ocaq kamerasına verilir, burada yanma prosesi nəticəsində yüksək temperatur (2000 °C-yə qədər) alınır. İstiliyin bir hissəsi daxili divarlarda yerləşən buxarlandırıcı borulara şüalanma yolu ilə verilir. Nəticədə borunun daxilində su buxar qarışığı yaranır. Sıxlıqlar fərqi nəticəsində su-buxar qarışığı barabana doğru hərəkət edir. Burada su və buxar ayrılır. Barabandan buxar buxar qızdırıcıya oradan isə turbinə verilir. Bu buxarın miqdarında isə barabana bəsləyici su verilir. Bu su isə öz növbəsində ekonomayzerdə müəyyən temperatura qədər qızdırılır. Ekonomayzerdən sonra hava qızdırıcısı yerləşdirilir. Burada yanma məhsulları öz istiliyini havaya verir. Bu hava isə yanıcı qarışıq hazırlamaq üçün istifadə edilir. Bütün bu proseslərdən sonra atmosfərə atılan havanın temperaturu 140 °C-160 °C-yə düşür.

Buxar turbini

Turbin latınca "turbine" yəni "dönən" deməkdir. Buxar turbinləri istilik mühərrikləridir.

Buxar əvvəlcə soplo adlanan kanalda təzyiqli kiçik olan mühitə axır, nəticədə soploda buxarın sürəti kəskin artır. Soplodan böyük sürətlə çıxan buxar seli val ilə tərپənməz birləşmiş diskin çənbəri boyu yerləşdirilmiş kürəklərin üstünə axır. Kürəklərarası mühitdən axan buxarın hərəkət istiqaməti dəyişdiyindən öz kinetik enerjisinin bir hissəsini kürəklərə verir (kürəkləri itələyir), bunun nəticəsində disk və onunla tərپənməz birləşmiş val fırlanır.[2]

Turbinlər buxar axınının istiqamətinə görə ox istiqamətli və radial, buxarın təsirinə görə aktiv və reaktiv, ilkin buxarın parametrinə görə orta təzyiqli, yüksək təzyiqli və kritikdən yüksək təzyiqli, buxarın paylanmasına görə drossel buxar paylanması, soplolu buxar paylanması və dolayı buxar paylanması olan turbinlərə ayrılır.[3]

Elektrik generatoru

Elektrik generatoru-elektrik maşını olub, mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevirir və quruluşca elektrik mühərriki ilə oxşardır.

Generatorlar 2 hissədən ibarət olur: fırlanan hissə rotor və stansionar hissə stator.

Statorun dolağı üç fazadan ibarət olur, ümumi halda isə m-fazalı ola bilər. Generatorun rotorunda yerləşən dolaq təsirlənmə dolağı adlanır.

Generatorun iş prinsipi belədir: mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevrilməsinə əsaslanır. Lorens qüvvəsi elektrik yükünün maqnit sahəsində hərəkəti zamanı ona təsir edən qüvvəni izah edir. Əgər keçirici maqnit sahəsində eninə hərəkət edərsə onda lorens qüvvəsi keçiricidə olan yükləri bu keçirici boyunca hərəkətə gətirir. Yükün hərəkəti keçiricinin uclarında gərginlik fərqi yaradır. Gərginliyi artırmaq üçün dolaq şəklində olan keçiricilərdən istifadə edirlər. Generatorda rotor gövdəyə nisbətən fırlanır. Üzərində maqnit olan stator maqnit sahəsində fırlanan zaman lorens qüvvəsi elektrik cərəyanı yaradır

2-ci bölmə üzrə:

Qaz turbinli və buxar-qaz turbinli elektrik stansiyalarının qurğuları.

Qaz turbinləri və onun tsiklləri haqda 4.2 bölməsində şərh edilmişdir. Qeyd etdiyimiz kimi qaz turbinində işçi cism kimi, yanacaqın yanma məhsulları, yüksək temperatura qədər qızdırılmış hava yaxud yüksək temperatura malik başqa qazlardan istifadə olunur. Qaz turbinin iş prinsipi buxar turbini ilə eynidir. Qaz turbinlərində qazın başlanğıc temperaturu böyük, təzyiqi isə nisbətən kiçik olur. Buna görə turbinin bütün hissələri yüksək temperatura davamlı poladdan hazırlanır. Onun axma hissəsinin soplolarında işçi cismin genişlənməsi nəticəsində istilik enerjisi kinetik enerjiyə işçi kürəklərdə isə kinetik enerji mexaniki enerjiyə çevrilir.

Ümumiyyətlə, qaz turbinlərinin sxemləri və istifadə olunan avadanlıqları buxar-turbin qurğularındakından kəskin fərqlənir. Qaz-turbin qurğularının buxar turbininə nisbətən bir sıra üstünlükləri var:

1. Qaz-turbin qurğuları (QTQ) yığcam olur, burada yanacaq buxar generatoru əvəzinə, ölçüləri kiçik olan yanma kamerasında yandırılır.

2. Qaz turbinləri tez işə qoşulur və yüklənir.

3. Konstruksiyası və istismarı daha sadədir.

4. Buxar turbini ilə eyni gücdə götürülən qaz turbininə metalın və başqa materialların sərfi azdır.

5. Qiyməti ucuzdur.

6. Soyudulması üçün demək olar ki, su tələb etmir. Qaz turbinli qurğuların buxar turbinlərinə nisbətən mənfi cəhətləri:

1) vahid gücü az olur;

2) Flə kiçik olur;

3) istismar müddəti az olur;

4) yanacağın keyfiyyətinə tələbi daha yüksəkdir;

5) buxar turbinlərinə nisbatən qaz turbini işləyərkən yüksək səs alınmasıdır.

Bu səbəbdən son zamanlara qədər qaz turbinləri əsasən noqliyyatda istifadə olunurdu. Son vaxtlar nisbətən yüksək faydalılığa, etibarlılığa və uzun ömürlülüyə malik olan qaz turbinləri və onların kompressorları yaradıldığına görə, qaz turbinləri energetikada da özünə məxsus olan yer tutmuşdurlar. Yüksək faydalılığına görə son illərdə qaz turbinləri ilə buxar turbinləri birlikdə energetikada daha da geniş yayılırlar.

Qaz turbinlərini tərk edən yüksək temperaturlu qazlardan istiləşdirma və digər məqsədləri üçün istifadə olunur. QTQ-ri tez işə qoşulduqlarına görə onları İES-də çox vaxt pik, yarım pik və ehtiyat güc qurğuları kimi istifadə edirlər. Bəzi hallarda az güclü elektrik stansiyalarında onları baza aqreqatları kimi, çıxan qazlarını isə istiləşdirmə məqsədləri üçün istifadə edirlər. Ölçüləri kiçik olduğuna görə onları bəzən nəql olunan enerji qurğularında quraşdırırlar. Uzaq rayonlarda xidmət etmək üçün suda üzən qaz-turbinli elektrik stansiyaları yaradılıb və müvəffəqiyyətlə istismar olunur. Qaz turbinlərinin golocok inkişafı onların vahid gücünün, faydalılığının, etibarlılığının artırılmasına yönəldilib.

Əvvəldə qeyd etdiyimiz kimi Çernobl və Yaponiya AES- də qəzasından sonra əksər ölkələrdə AES-nın tikintisinə çox ehtiyatla yanaşdığından və hətta bozi AES-in istismarına qadağan qovulduğuna görə və daş kömürdən istifadə olunduqda bir sıra həll olunmamış ekoloji problemlər mövcud olduğuna görə, energetikada ekoloji təmiz təbii qaz yanacağından və alternativ enerji mənbələrindən istifadə etmə zəruriyyəti yaranıb. Termodinamik və iqtisadi əlverişliliyin ən böyük qiyməti buxar və qaz turbinlərinin tsikllərinin birləşməsindən (kombinləşdirilmiş) əldə olunur. Qaz turbin qurğularının müsbət cəhəti yüksək başlanğıc temperatur (1300 - 1400°C), buxar qurğularının üstünlükləri isə aşağı temperaturda, yəni ətraf mühitin temperaturuna yaxın olan, kondensatorda istiliyin alınma temperaturudur. Tsiklləri birləşdiriləndə kombinləşdirilmiş tsikllərdə isti və soyuq istilik mənbələrinin arasındakı temperatur fərqi artır və kombinləşdirilmiş qurğunun FİƏ-li ayrılıqda götürülmüş buxar qaz turbin qurğularının FİƏ-dan böyük olur.

Son illərdə respublikamızda yeni elektrik stansiyalarında Əsasən buxar-qaz qurğularına üstünlük verilir. Bunu onların göstəricilərinin daima yaxşılaşması ilə və qiymətinin ildən- ilə ucuzlaşması ilə izah etmək olar. İldən-ilə tüstü qazların başlanğıc temperaturu, QTQ-nun vahid gücü və FİƏ-i artır. Qurğunun istismar keyfiyyətləri, köməkçi sistemləri və avadanlıqları yaxşılaşır.

3-cü bölmə üzrə: Atom elektrik stansivalarının qurğuları.

Atom elektrik stansiyası — bir və ya daha çox nüvə reaktorunun yanacaq olaraq radioaktiv maddələri istifadə edərək elektrik enerjisi hasil etdiyi təsisat. Radioaktiv maddələr istifadə edildiyinə görə digər elektrik stansiyalarından fərqli olaraq AES-lərdə daha güclü təhlükəsizlik tədbirləri həyata keçirilir.

Atom elektrik stansivalarının əsas texnoloji avadanlıqları.

Bir nüvə stansiyası elektrik enerjisi istehsal etmək üçün avadanlıq və quruluşların birləşməsi olan bir müəssisədir. Bu quraşdırma xüsusiyyətləri istilik istehsal üsulunda yerləşir. Elektrik enerjisi yaratmaq üçün tələb olunan temperatur atomların çürümüş prosesində baş verir.

AES üçün yanacağın rolu ən çox uranı kütləvi 235 (235U) ilə həyata keçirir. Məhz bu radioaktiv element bir zəncir nüvə reaksiyasını qorumağa qadir olduğundan, atom elektrik stansiyalarında istifadə olunur və nüvə silahlarında da istifadə olunur.

Ən çox nüvə elektrik stansiyaları olan ölkələr

Bu günə qədər dünyanın 31 ölkəsində ümumi gücü 394 gw olan 451 enerji nüvə reaktorundan istifadə edən 192 atom elektrik stansiyası var. Avropadakı nüvə stansiyalarının çoxluğu, Şimali Amerika, Uzaq Şərqi Asiya və keçmiş SSRİ ərazisində, Afrikada isə demək olar ki, yox, heç bir yerdə və heç birində Avstraliyada və Okeaniyada yoxdur. Digər 41 reaktor 1,5 ilə 20 ilədək elektrik enerjisi istehsal etmədi, onlardan 40-da Yaponiyada yerləşir.

Son 10 ildə dünyada 47 güc qurğusu tətbiq edildi, demək olar ki, hamısı ya Asiyada (26 - Çində) və ya Şərqi Avropada. Tikilməkdə üçdə ikisi bu an Reaktorlar Çin, Hindistan və Rusiyaya gəlirlər. PRC, təxminən bir əsrdə və dünyanın bir əsrin yarısı ölkəsi üçün ən genişmiqyaslı tikinti proqramını həyata keçirir və ya nüvə stansiyası qurur və ya onların qurulması üçün layihələr hazırlayır.

ABŞ-a əlavə olaraq, nüvə enerjisi sənayesi sahəsində ən inkişaf etmiş ölkələrin siyahısına:

Fransa;

Yaponiya;

Rusiya;

Cənubi Koreya.

2007-ci ildə Rusiya dünyanın ilk üzən APP-nin ilk üzən AES-i qurmağa başladı, bu da ölkənin uzaq sahil bölgələrində enerji çatışmazlığı problemini həll etməyə imkan verir. İnşaat gecikmələri ilə üzləşdi. Tərəfindən fərqli qiymətləndirmələr İlk üzən AMP 2019-2019-cu illərdə qazanacaq.

Amerika Birləşmiş Ştatları, Yaponiya, Cənubi Koreya, Rusiya, Argentina, o cümlədən ARGENTINA, fərdi sənaye sahələrinin istilik və enerji təchizatı, yaşayış komplekslərinin istilik və enerji təchizatı üçün təxminən 10-20 MVt olan mini nüvə elektrik stansiyalarını inkişaf etdirir gələcəkdə - və fərdi evlər. Kiçik ölçülü reaktorların (məsələn, hiperion AES) təhlükəsiz texnologiyalardan istifadə edərək yarana biləcəyi güman edilir. Safe texnologiyalardan istifadə edərək, nüvə sızması ehtimalını dəfələrlə azaltmaq olar. Argentinada bir kiçik ölçülü reaktor carem25 inşaat aparılır. Mini AMP istifadə təcrübəsi SSRİ (Bilibino AES) aldı.

Nüvə elektrik stansiyalarının istismarı prinsipi

Nüvə elektrik stansiyasının istismarı prinsipi bir nüvə (bəzən atomik) reaktorun hərəkətinə əsaslanır - Atomların enerjinin sərbəst buraxılması ilə atomların qurulması reaksiyasının baş verdiyi xüsusi həcm dizaynı.

Mövcüd olmaq müxtəlif növlər Nüvə reaktorları:

Phwr (həmçinin "təzyiqli ağır su reaktoru" - əsasən Kanadada və Hindistan şəhərlərində istifadə olunan "ağır nüvə reaktoru") adı var. Suyu əsaslanır, düsturu D₂O. Həm soyuducu, həm də neytron moderatorunun funksiyasını yerinə yetirir. Səmərəlilik 29% -ə yaxındır;

Vver (su suyu enerji reaktoru). Hal-hazırda, vver yalnız MDB-də, xüsusən də VVer-100 modelində işlədilir. Reaktorun 33% effektivliyi var;

GCR, AGR (qrafika). Belə bir reaktorda olan maye bir soyuducu kimi fəaliyyət göstərir. Bu dizaynda, neytron moderatoru qrafitdir, buna görə də adı. Səmərəlilik təxminən 40% -dir.

Cihaz prinsipi ilə reaktorlar da bölünür:

PWR (təzyiqli su reaktoru) - müəyyən təzyiq altında suyun reaksiyasını yavaşlatması və istiliyi təmin etməsi üçün hazırlanmışdır;

BWR (buxar və suyun su dövrə olmadan, cihazın əsas hissəsində olan bir şəkildə hazırlanmışdır);

RbmK (xüsusilə daha böyük gücə sahib olan kanal reaktoru);

BN (Sistem sürətli neytron mübadiləsi hesabına işləyir).

Nüvə stansiyasının cihazı və quruluşu. AES necə işləyir?

Tipik bir nüvə stansiyası, müxtəlif texniki cihazların yerləşdirildiyi bloklardan ibarətdir. Belə blokların ən əhəmiyyətli hissəsi, bütün APP-nin performansını təmin edən bir reaktor otağı olan bir kompleksdir. Aşağıdakı cihazlardan ibarətdir:

✓ reaktor;

✓ hovuz (bu nüvə yanacağı saxlanıldığı yerdədir);

✓ yanacağın yüklənməsi maşınları;

✓ Yazı (bloklarda idarəetmə qalxanının köməyi ilə, operatorlar, kernelin bölünməsi zamanı operatorları müşahidə edə bilirlər).

Bu gövdə salonu izləyir. Buxar generatorları var və əsas turbindir. Onların arxasında dərhal kondansatistlər, eləcə də ərazinin sərhədlərinə baxan elektrik enerjisinin ötürülməsi xətləridir.

Digər şeylər arasında yüksək yanacaq hovuzları və soyutma üçün hazırlanmış xüsusi bloklar olan bir blok var (onlar soyuducu qüllələr deyilir). Bundan əlavə, sprej hovuzları və təbii su anbarları soyutma üçün istifadə olunur.

Nüvə elektrik stansiyalarının istismarı prinsipi

Ümumiyyətlə, istisnasız, elektrik enerjisinin çevrilməsinin 3 mərhələsi var:

- termala keçid ilə nüvə
- termal, mexaniki çevrilir;
- elektrikli mexaniki çevrilir.

Uran, neytronlar verir, nəticədə istilik çox miqdarda sərbəst buraxılır. Reaktordan isti su, buxar generatoru vasitəsilə nasoslar tərəfindən maneə törədilir, burada o, istilik hissəsini verir və yenidən reaktora qaydır. Bu su daha böyük təzyiq altında olduğundan, maye vəziyyətdə qalır ($\sim 330^\circ \text{C}$ temperaturunda təxminən 160 atmosferin müasir vver reaktorlarında). Buxar generatorunda bu istilik daha kiçik bir təzyiq altında olan (ilk dövrənin yarısının yarısı və daha az təzyiqi) suya köçürülür, buna görə qaynar. Nəticədə yaranan cütlər, elektrik enerjisini fırladaraq, buxar generatorunu fırladaraq, sonra buxar soyudulduğu kondansatörə daxil olur, qatılaşdırılır və buxar generatoruna yenidən daxil edilir. Komandaçı xarici açıq su mənbəyindən soyudulur (məsələn, soyuducu gölməçə).

Həm birinci, həm də ikinci dövrə bağlanır, bu da radiasiya sızması ehtimalını azaldır. İlk dövrənin dizaynının ölçüləri minimuma endirilir, bu da radiasiya risklərini azaldır. Buxar turbin və kondenser, ilk konturun suyu ilə qarşılıqlı təsir göstərmir, bu da təmirini asanlaşdırır və stansiya söküldükdə radioaktiv tullantıların sayını azaldır

Termonüvə sintezi. "Tokamak" və hibrid nüvə qurğuları.

İter beynəlxalq termonüvə reaktorudur (iter). Fusion reaktoru kim qurur. Yarım əsrdən artıqdır ki, müxtəlif ölkələrdə gərgin iş gedir. Alimlər daha bir, ən iddialı enerji anbarının açarını tapmağa çalışırlar. Onlar sudan enerji çıxarmaq istəyirlər. Bir çox insanlar haqlı olaraq termonüvə elektrik stansiyasını bəşəriyyəti karbohidrogen tələsindən azad etməyin yeganə yolu kimi görürlər.

Maddənin temperaturu nə qədər yüksək olarsa, onun hissəcikləri bir o qədər sürətlə hərəkət edir. Lakin hətta plazmada iki sərbəst atom nüvəsi heç bir nəticə vermədən bir-biri ilə toqquşur. Qarşılıqlı itələmə qüvvələri atom nüvələri üçün çox böyükdür. Amma plazmanın temperaturu yüz milyonlarla dərəcəyə qaldırılırsa, sürət hissəciklərin enerjisi "itələmə baryeri"ndən yuxarı qalxa bilər. Sonra toqquşma zamanı iki yüngül atom nüvəsindən bir, daha ağır nüvə çıxacaq.

Və yeni bir maddənin doğulması güclü enerji buraxılması ilə baş verəcəkdir

Hidrogen Yerdəki ən yüngül element kimi termonüvə reaksiyalarında iştirak etmək üçün xüsusilə əlverişlidir. Daha doğrusu, oksigenlə birlikdə adi suyu təşkil edən hidrogen deyil, onun atom çəkisi iki dəfə böyük olan ağır analoqu deuteriumdur. O, oksigenlə birləşərək əmələ gətirdiyi ağır sudan əldə edilə bilər. Altı min damcı adi su üçün təbiətdə bir ağır damcı var. Əvvəlcə bu çox kiçik görünür, lakin hesablamalar göstərir: yalnız planetimizin okeanlarında təxminən 38.000 milyard ton ağır su var.

Əgər biz onda gizlənən enerjini səmərəli şəkildə çıxarmağı öyrənsək, termonüvə elektrik stansiyaları sayəsində bəşəriyyət milyardlarla il belə ehtiyatla təmin olunacaq.

Termonüvə reaksiyaları (daha ağır nüvələrin əmələ gəlməsi və enerjinin ayrılması ilə yüngül atom nüvələrinin birləşmələri) artıq Yerdə süni şəkildə həyata keçirilmişdir. Ancaq indiyə qədər bunlar ani, idarəolunmaz, dağıdıcı reaksiyalar idi - "Kuz'kina Ana" kimi hidrogen (daha doğrusu deuterium) bombalarının partlayışları. Əgər termonüvə silahları ilə hər şey qaydasındadırsa, dinc reaktorla hər şey o qədər də sadə deyil.

Bir çox ölkələrin fizikləri sənaye termonüvə reaktorunun yaradılmasına və onun

əsasında elektrik stansiyasının tikintisinə yönəlmiş beynəlxalq tədqiqatlar aparılır. Belə bir reaktor həqiqətən tükənməz enerji ehtiyatlarını mənimsəməyə imkan verəcək və bəşəriyyəti mövcudluğun əsaslı şəkildə yeni səviyyəsinə çıxaracaqdır. Bu gün mövcud reaktorlar (tokamaklar) qısa müddət ərzində fəaliyyət göstərir. Bütün tədqiqatlar dövründə 300-ə yaxın termonüvə reaktoru tikilmişdir. Yalnız 2007-ci ildə tokamak dördüdə bir (1: 1,25) daha çox enerji istehsal etdiyi zaman ilk dəfə zərərsiz enerji reaksiyası istehsal edildi.

Yaxın vaxtlarda bu nisbətə 1:50-yə çatdırılması nəzərdə tutulur. Bu baxımdan, tokamakları sənaye qurğuları kimi deyil, yalnız eksperimental hesab etmək olar. Müasir elmin bütün texniki problemlərindən sənaye termonüvə sintezi məsələsini, mübaliğəsi olaraq, istehsal, ekologiya, tikinti haqqında fikirləri alt-üst etməyə qadir olan ən iddialı təşəbbüs adlandırmaq olar. Kənd təsərrüfatı və nəqliyyat.

Termonüvə birləşməsi dünyanın həm siyasi, həm də iqtisadi xəritəsini kökündən dəyişdirməyə qadirdir. Əgər hər hansı bir ölkə öz ixtiyarında qeyri-məhdud təmiz enerji mənbəyinə malik ola bilsə, tezliklə səhralar çiçəklənəcək, benzin və qazdan imtina etmək lazım gələcək. Metal əritmə və ya alüminium əritmə kimi enerji tutumlu proseslər istənilən yerdə edilə bilər. Əvvəllər rentabelli olmayan metal və maddələr yataqlarının çıxarılması və işlənməsi mümkün olacaqdır.

Yeni sürətli fantastik nəqliyyat növləri olacaq

Həqiqətən, heç bir ixtira dünyamızı termonüvə reaktoru, kiçik yer günəşimiz qədər dəyişməyib və dəyişməyəcək. Aydın ki, təkcə elmin özü sənaye termonüvə birləşməsinin inkişafının tormozudur. Fundamental araşdırmalar aparılır və onların uğursuz olduğunu demək olmaz. Bununla belə, işçi bölmənin seriyaya salınması məsələsi güclü xammal və emal korporasiyalarının lobbisinə qarşı çıxır. Nəzərə almaq lazımdır ki, bir çox neft hasil edən konsorsiumların büdcələri bir çox ölkələrin büdcələrini üstələyir. Və bu canavarlar astronomik gəlirlərini və güclərini itirməyəcəklər.

Ona görə də nə qədər kədərli səslənsə də, biz ya neft və qaz tükəndikdən sonra, ya

da cəmiyyətin kapitalist modeli tükəndikdən sonra işləyən termonüvə reaktorunu, daha da üstəlik, elektrik stansiyasını görəcəyik. Üstəlik, neft və qaz bitdikdən sonra belə, enerji lobbisi çətin ki, hamıya məhdudiyyətsiz enerji əldə etməyə imkan versin. Əgər belədirsə, onda kədarli bir nəticə ortaya çıxır - termonüvə elektrik stansiyası kapitalistlər tərəfindən tikilə və seriyaya salına bilməz. O, ancaq sosialist cəmiyyətində həyata keçirilə bilər. Korporatokratlar üçün belə bir reaktor ölümcüldür və onun üzərində iş heç vaxt tamamlanmayacaq.

Bu gün bir çox ölkələr termonüvə tədqiqatlarında iştirak edir. Liderlər Avropa Birliyi, ABŞ, Rusiya və Yaponiyadır və Çin, Braziliya, Kanada və Koreyanın proqramları sürətlə artır. ABŞ və SSRİ-də füzyon reaktorları əvvəlcə nüvə silahının inkişafı ilə əlaqəli idi və 1958-ci ildə Cenevrədə keçirilən Sülh naminə atomlar konfransına qədər təsnif edildi. Sovet tokamakının yaradılmasından sonra 1970-ci illərdə nüvə sintezi tədqiqatları “böyük elmə” çevrildi. Lakin cihazların dəyəri və mürəkkəbliyi o yerə çatdı ki, beynəlxalq əməkdaşlıq irəliyə doğru yeganə yol idi.

Dünyada füzyon reaktorları

1970-ci illərdən bəri sintez enerjisinin kommersiya istifadəsi davamlı olaraq 40 il gecikdirilir. Ancaq son illərdə çox şey baş verdi, ona görə də bu müddət qısala bilər.

Avropa JET, Britaniyanın MAST və ABŞ-ın Princeton şəhərində TFTR Eksperimental Termonüvə Reaktoru da daxil olmaqla bir neçə tokamak tikilmişdir. Beynəlxalq ITER layihəsi hazırda Fransanın Kadarəş şəhərində tikilir. O, 2020-ci ildə yayımlandıqda ən böyük tokamak olacaq. 2030-cu ildə Çin ITER-i ötcək CFETR quracaq. Bu arada, ÇXR EAST eksperimental superkeçirici tokamakda tədqiqatlar aparır.

Digər tipli füzyon reaktorları - stellatorlar da tədqiqatçılar arasında populyardır. Ən böyüklərindən biri olan LHD yapon dilində başladı Milli İnstitutu 1998-ci ildə. Ən yaxşı maqnit plazma konfigurasiyasını tapmaq üçün istifadə olunur. Alman Maks Plank İnstitutu 1988-2002-ci illər arasında Garçinqdəki Wendelstein 7-AS reaktorunda, indi

isə Wendelstein 7-X reaktorunda tədqiqatlar aparıb və bunun tikintisi 19 ildən çox vaxt aparıb. Daha bir TJII stellarator İspaniyanın Madrid şəhərində fəaliyyət göstərir. ABŞ-da bu tipli ilk termofusion reaktorun 1951-ci ildə tikildiyi Princeton Laboratoriyası (PPPL) 2008-ci ildə xərclərin artması və maliyyə çatışmazlığı səbəbindən NCSX-in tikintisini dayandırdı.

Bundan əlavə, inertial termonüvə birləşməsinə dair tədqiqatlarda əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə edilmişdir. Milli Nüvə Təhlükəsizliyi İdarəsi tərəfindən maliyyələşdirilən Livermor Milli Laboratoriyasında (LLNL) 7 milyard dollar dəyərində olan Milli Alovlanma Təsisatı (NIF) 2009-cu ilin martında tamamlandı. Fransız Lazer Meqajoule (LMJ) 2014-cü ilin oktyabrında fəaliyyətə başladı. Fusion reaktorları nüvə birləşmə reaksiyasını işə salmaq üçün lazerlər tərəfindən saniyənin bir neçə milyardda biri ərzində bir neçə millimetr ölçülü hədəfə ötürülən təxminən 2 milyon joul işıq enerjisindən istifadə edir. NIF və LMJ-nin əsas vəzifəsi milli hərbi nüvə proqramlarını dəstəkləmək üçün tədqiqatdır.

ITER

1985-ci ildə Sovet İttifaqı Avropa, Yaponiya və ABŞ ilə əməkdaşlıq edərək yeni nəsil tokamak tikməyi təklif etdi. İş MAQATE-nin himayəsi altında həyata keçirilib. 1988-ci ildən 1990-cı ilə qədər Latın dilində “səyahət” və ya “səyahət” mənasını verən ITER Beynəlxalq Termonüvə Eksperimental Reaktorunun ilk layihələri birləşmənin udmaqdan daha çox enerji yarada biləcəyini sübut etmək üçün yaradılmışdır. Kanada və Qazaxıstan da müvafiq olaraq Euratom və Rusiyanın vasitəçiliyi ilə iştirak ediblər.

6 ildən sonra ITER şurası 6 milyard dollar dəyərində qurulmuş fizika və texnologiyaya əsaslanan ilk hərtərəfli reaktor layihəsini təsdiqlədi. Sonra ABŞ konsorsiumdan çıxdı, bu da xərcləri yarıya endirməyə və layihəni dəyişdirməyə məcbur etdi. Nəticə 3 milyard dollarlıq ITER-FEAT-dır ki, bu da öz-özünə davam edən reaksiya və müsbət güc balansına nail olur.

2003-cü ildə ABŞ yenidən konsorsiuma qoşuldu və Çin bu konsorsiuma qatılmaq

istədiyini bildirdi. Nəticədə, 2005-ci ilin ortalarında tərəfdaşlar Fransanın cənubundakı Cadarache-də İTER tikmək barədə razılığa gəldilər. Aİ və Fransa 12,8 milyard avronun yarısını, Yaponiya, Çin, Cənubi Koreya, ABŞ və Rusiya - hər biri 10%. Yaponiya yüksək texnologiyalı komponentlər təmin etdi, materialların sınaqdan keçirilməsi üçün 1 milyard avro dəyərində IFMIF obyektini saxladı və növbəti sınaq reaktoru üçün uyğun oldu. ITER-in ümumi dəyərinə 10 illik tikinti xərclərinin yarısı və 20 illik istismar dəyərinin yarısı daxildir. Hindistan 2005-ci ilin sonunda ITER-in yeddinci üzvü oldu.

Təcrübələr 2018-ci ildə maqnitləri aktivləşdirməmək üçün hidrogendən istifadə etməklə başlayacaq. D-T plazmasının istifadəsi 2026-cı ilə qədər gözlənilir.

ITER-in məqsədi elektrik enerjisi istehsal etmədən 50 MVt-dan az giriş gücündən istifadə edərək 500 MVt (ən azı 400 s üçün) istehsal etməkdir.

İki gigavattlıq Nümayiş Elektrik Stansiyasının nümayişi daimi əsasda böyük miqyasda istehsal edəcək. Demo üçün konsept dizaynı 2017-ci ilə qədər tamamlanacaq və tikinti 2024-cü ildə başlayacaq. Başlanğıc 2033-cü ildə baş tutacaq

4-cü bölmə üzrə: Su elektrik stansiyalarının əsas qurğu və avadanlıqları.

Su elektrik stansiyası (SES) [1] — suyun məcrə axınlarında və qabarma proseslərində su kütlələrindən enerji mənbəyi kimi istifadə edən elektrik stansiyası. Su elektrik stansiyasının bəndləri və su anbarlarının konstruksiyaları adətən çayların üzərində tikilir. Elektrik enerjisinin effektiv istehsalı üçün SES-in yerləşməsinin iki əsas amili mövcuddur:

- 1. SES-in bütün ilboyu daimi su ilə təmin olunması;*
- 2. Çayın mümkün qədər daha meylli, kanyonvari relyef formasına malik olması.*

Su elektrik stansiyasının iş prinsipi kifayət qədər sadədir. Hidrotexniki konstruksiyalar zənciri hidroturbinin ucunda hərəkət edən suyu lazımlı təzyiqə çatdırır və hərəkətdə olan su kütləsi elektrik enerjisi istehsal edən generatorları ötürülür.

Suyun lazımlı təzyiqi bənd konstruksiyası vasitəsilə və müəyyən yerlərdə çayın konsentrasiyası və ya derivasiyası nəticəsində yaranır. Bəzi hallarda suyun lazımlı təzyiqinin alınması üçün bənd və derivasiyadan birgə istifadə edirlər.

Bütün energetika avadanlıqları bilavasitə su elektrik stansiyasının binasında yerləşir. Bina, təyinatından asılı olaraq, müəyyən bölmələrə malikdir. Maşın zalında su cərəyanını bilavasitə elektrik enerjisinə çevirən hidravlik-aqreqatlar yerləşir. Bundan başqa, binada SES-in iş prosesinin idarə edilməsində istifadə edilən hər cür avadanlıqlar, kontrol qurğuları, transformator stansiyası, bölüşdürücü və bir çox başqa qurğular yerləşir.

Su elektrik stansiyalarının əsas hidrotexniki qurğuları. Su elektrik stansiyalarının əsas avadanlıqları.

Hidroenerji ekoloji cəhətdən təmiz enerji mənbəyi olmaqla yanaşı, dünyada ən geniş istifadə olunan bərpa olunan enerji mənbəyidir. Hidroenerji çayın və ya digər su hövzəsinin təbii gedişatının dəyişdirilərək yaradılan bəndlərdən və ya axar sudan istifadə etməklə elektrik enerjisinin istehsal edildiyi bərpa olunan enerji mənbəyidir.

Hidroenerji daim yenilənə və təkrarlana bilən su dövriyyəsi sisteminə əsaslanır və istehsal edilən enerjinin miqdarı axan suyun sürətindən asılı olaraq dəyişir. Su axınının

həcmi və ya su hövzəsində hündürlüyün dəyişməsi axan suda mövcud olan enerji miqdarını müəyyən edir.

Su elektrik stansiyaları texnologiyaları

Hidroenerjidən elektrik enerjisi almaq məqsədilə qurulan su elektrik stansiyaları (SES) potensial hidroelektrik enerjisini, yəni suyun kinetik enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək üçün zəruri olan və gün ərzində 24 saat işləyə bilən elektromexaniki qurğu və avadanlıqlar toplusudur. Bu kinetik enerjini elektrik enerjisinə çevirmək üçün turbinlərdən və generatorlardan istifadə edilir.

SES-lərdə davamlı olaraq dövriyyədə olan su axını sayəsində daim elektrik enerjisi istehsal edilə bilər. Ümumiyyətlə, su axını nə qədər çox olarsa və suyun təzyiqi nə qədər yüksək olarsa, su elektrik stansiyası bir o qədər çox elektrik enerjisi istehsal edə bilər.

Su elektrik stansiyasının iş prinsipi kifayət qədər sadədir. Hidrotexniki konstruksiyalar zənciri hidroturbinin ucunda hərəkət edən suyu lazımlı təzyiqə çatdırır və hərəkətdə olan su kütləsi elektrik enerjisi istehsal edən generatorları ötürülür. Suyun lazımlı təzyiqi bənd konstruksiyası vasitəsilə və müəyyən yerlərdə çayın konsentrasiyası və ya derivasiyası nəticəsində yaranır. Bəzi hallarda suyun lazımlı təzyiqinin alınması üçün bənd və derivasiyadan birgə istifadə edirlər. İstifadə formalarına əsasən su elektrik stansiyalarının üç növü vardır:

Axar su elektrik stansiyaları: Bu tip stansiyalar bəndlər və ya su anbarları olmadan, adətən çayın təbii axınına müdaxilə etmədən onun gücünün hidroturbinə yönləndirilməsi nəticəsində elektrik enerjisi istehsal edən daha kiçik miqyaslı sistemlərdir. Kiçik su elektrik stansiyalarını daha çox eko-dost stansiyalar hesab edir.

Ehtiyat su anbarları olan su elektrik stansiyaları: Bu tip stansiyalarda su çaylar üzərindəki suyun axınına nəzarət etmək məqsədilə tikilən bəndlər vasitəsilə yaradılan su anbarlarında saxlanılır, elektrik enerjisi istehsal etmək üçün hidroturbinlər vasitəsilə buraxılır.

Hidroelektrik nasos stansiyaları: Bu tip stansiyalarda su nasoslar vasitəsilə mənbəyindən daha yüksək anbara vurularaq saxlanılır. Elektrik enerjisinə tələbat yarandıqda yuxarı anbardan buraxılan su aşağı hövzəyə axdıqca hidroturbinlər vasitəsilə elektrik enerji istehsal edilir.

Dünyada hidroenerji

Bərpa olunan enerji mənbələri içərisində dünyada ən böyük istehsal gücünə malik stansiyalar su elektrik stansiyalarıdır. 2020-ci il məlumatlarına əsasən (IRENA) su elektrik stansiyalarının qoyuluş gücü hidroakkumulyasiya stansiyaları istisna olmaqla 1211 QVt, dünyada bərpa olunan enerji stansiyalarının qoyuluş gücünün 43%-ni təşkil edir. Yer kürəsində istehsal olunan bütün bərpa olunan elektrik enerjisinin təxminən 71%-i hidroenerjidən əldə edilir.

Dünyanın aparıcı hidroelektrik istehsalçıları Çin, Braziliya, ABŞ, Kanada və Rusiyadır.

5-ci bölmə üzrə: Günəş energetik qurğuları

Buxar turbinli günəş elektrik stansiyaları. Günəş kollektorları.

Günəş enerjisi

Müasir dünyada günəş enerjisi bərpa olunan enerjinin ən perspektivli və ən böyük potensiala malik olan növü hesab olunur. Günəş texnologiyaları günəş şüasını fotovoltaiq (PV) panellər və ya günəş radiasiyasını cəmləşdirən güzgülər vasitəsilə elektrik enerjisinə çevirir. Günəş enerjisindən elektrik enerjisi əldə etmək məqsədilə günəş panellərindən, istilik və isti su təminatı üçün isə günəş kollektorlarından istifadə edilir.

Günəş enerjisi texnologiyaları

Günəş panelləri işığa həssas yarımkeçirici materiallardan hazırlanmış və ümumi çərçivəyə salınmış bir neçə qatdan ibarət olan fotoelementlər vasitəsilə günəş enerjisini elektrik enerjisinə çevirən qurğulardır. Bu zaman işığın intensivliyi nə qədər böyük olarsa, elektrik enerjisinin hərəkəti də bir o qədər yüksək olar.

Günəş panelləri vasitəsilə günəş enerjisi sabit cərəyan (DC) şəklində istehsal olunur, daha sonra isə bu enerjinin şəbəkəyə inteqrasiyası üçün dəyişən cərəyana (AC) çevirən güc çeviricilərdən - invertorlardan istifadə edilir.

Konsentrasiya edilmiş günəş enerjisi (Concentrated Solar Power - CSP), böyük miqyaslı elektrik stansiyalarında elektrik enerjisi istehsal etmək üçün günəş şüalarını toplayan güzgülərdən istifadə edilir. Bir konsentrasiya edilmiş günəş enerjisi elektrik stansiyası adətən günəş şüalarını hündür nazik qülləyə yönləndirən güzgülər ilə əhatə olunan sahəyə malikdir.

Günəş kollektorları içərisində kanallar olan metal istilikdəyişdiricidən ibarətdir ki, hava, su və ya digər istilikdaşıyıcı maddələr həmin kanalların içərisində hərəkət edir. Kollektorların konsentratrorsuz, konsentratrorlu, açıq və bağlı tipli növləri mövcuddur. Hamar konsentratrorsuz günəş kollektorları hazırda ən çox istifadə edilən növ hesab edilir. Səmərəliliyinə görə günəş kollektorlarından istifadə mərkəzləşdirilməmiş enerji sistemlərində özünü daha yaxşı doğruldu.

Günəş enerjisi trendləri

Günəş panellərinin ömrü təxminən 30 ildir və istehsalda istifadə olunan materialın növündən asılı olaraq müxtəlif çalarlarda olur.

Son illərdə texnologiyaların, iri həcmli dünya iqtisadiyyatının, rəqabətqabiliyyətli təchizat zəncirlərinin inkişafı və təcrübələrin təkmilləşməsi bərpa olunan enerji mənbələrindən istehsal xərclərində azalma tendensiyasına gətirib çıxarmışdır. Belə ki, mürəkkəb yarımkeçirici fotoelementlərin faydalı iş əmsalının artırılması, günəş elektrik enerjisinin maya dəyərinin daha da azalmasına imkan yaratmışdır.

Təkcə 2010-2020-ci illər arasında sənaye miqyaslı günəş PV-dən əldə olunan elektrik enerjisinin qiyməti 82%, 2019-2020-ci illər arasında Elektrik Enerjisinin Normallaşdırılmış Dəyəri (LCOE) isə 7% azalmışdır. Beləliklə, düşən xərclər 2010-2019-cu illərdə günəş enerjisinin investisiya dəyərini artırmışdır.

Günəş panelləri vasitəsilə kommersiya miqyasında minlərlə kvadrat metr sahə əhatə edən müxtəlif gücdə elektrik stansiyaları quraşdırılır. Günəş panelləri evlərin damlarında mini şəbəkələr və ya şəxsi istifadə üçün daha kiçik konfigurasiyalarda mərkəzləşdirilməmiş şəkildə quraşdırıla bilər. Günəş enerjisi ehtiyatlarına malik inkişaf etməkdə olan ölkələrdə elektrik ötürücü xətlərin yaxınlığında yaşamayan insanları elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün kiçik həcmli, mərkəzləşdirilməmiş günəş panellərindən istifadə olunması mümkündür.

Üzən günəş enerjisi (üzən fotovoltayk (FPV) olaraq da tanınır) su hövzəsinin üstündə üzən hər hansı bir günəş massividir ki, günəş panelləri onları səthdən yuxarı saxlayan üzən bir quruluşa (pantona) bərkidilirlər. Üzən günəş qurğuları əsasən sakit olan göl və ya su anbarları kimi böyük, süni su hövzələrində quraşdırılır.

Dünyada günəş enerjisi

Beynəlxalq Bərpa Olunan Enerji Agentliyinin (IRENA) hesabatına əsasən, 2020-ci il üzrə dünyada günəş elektrik stansiyalarının ümumi qoyuluş gücü 714 GVt (24.3%) təşkil etmiş, həmçinin yeni istifadəyə verilən günəş elektrik stansiyalarının gücü 127 QVt olmuşdur. Belə ki, 2020-ci ildə dünyada ən böyük bərpa olunan enerji mənbələri

bazarı olan Çində 49 QVt gücündə, ABŞ-da isə 15 QVt gücündə günəş enerjisi stansiyaları quraşdırılmışdır.

Dünya üzrə günəş enerjisi gücünə malik olan ölkələrin ilk beşliyi sırasına Çin (255 QVt), ABŞ (75 QVt), Yaponiya (68 QVt), Almaniya (53 QVt) və Hindistan (39 QVt) daxildir.

Beynəlxalq Bərpa Olunan Enerji Agentliyinin (IRENA) dərc etdiyi "Future of Solar Photovoltaic - Günəş PV-nin gələcəyi" adlı hesabatda əsasən, 2018-ci ildə 480 QVt olan qlobal günəş enerjisi gücünün 2050-ci ilə qədər təqribən 8000 QVt-a qədər artacağı proqnozlaşdırılır. Hesabatda 2050-ci ilə qədər dünyada yeni bazarlar formalaşdıqca qlobal elektrik enerjisi tələbinin dördü birinin günəş enerjisi ilə təmin ediləcəyi vurğulanır. Eyni zamanda, 2050-ci ilə qədər Asiyanın qlobal quraşdırılmış günəş enerjisi gücünün təxmini olaraq 50%-dən çoxuna sahib olacağı Hesabatda proqnozlaşdırılmışdır.

Termoelektrik və fotoelektrik dəyişdiricilər

Terimoion generatorlarındakı çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün təcrübədə, hətta kosmik aparatlarda və sənayenin bir çox sahələrində adətən termoelektrik generatorlardan istifadə edilir. Bu generatorların f.i.ə. qiyməti baxılan generatorlarda olandan azdır, lakin onun sadə olması geniş tətbiqinə imkan verir. 1821-ci ildə Zeebek termoelektrik effektini kəşf etdi. O, gördü ki, iki müxtəlif elektrodun bir uclarını birləşdirib, digərlərini nisbətən daha yüksək temperaturda yerləşdirsək, bu, nisbətən soyuq uclara elektronların axmasına və orada yığıla-raq potensialın artmasına səbəb olur.

Bu zaman ucların biri açıq olarsa, orada potensiallar fərqi yaranar ki, onun da qiyməti aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$V = S \cdot (T_1 - T_2),$$

burada S - Zeebek əmsalı; T və T isə müxtəlif uclardakı temperaturlardır, K .

1834 - cü ildə Peltie tərəfindən aydınlaşdırıldı ki, əgər soyuq uclara elektrik müqaviməti qoşularsa, onda isti ucdan soyuq uca tərəf enerjinin axması və elektrik dövrəsinin qapanması baş verir. Bu zaman isti və soyuq uclardakı istilik miqdarlarının qiymətlərini hesablamaq üçün aşağıda yazılan bərabərliklər doğru olur:

$$Q_1 = \pi_1 \cdot I$$

$$Q_2 = \pi_2 \cdot I$$

burada π_1 və π_2 - Peltie əmsalları olub, metalın növündən və lehimin temperaturundan asılıdır; I - cərəyan şiddətidir, A .

Cərəyanın istiqamətini dəyişməklə enerjinin axma istiqamətini də dəyişmək olar.

Kelvin tərəfindən Zeebek və Peltie əmsalları arasındakı aşağıdakı əlaqə alınmışdır:

$$S = \frac{\pi}{T}$$

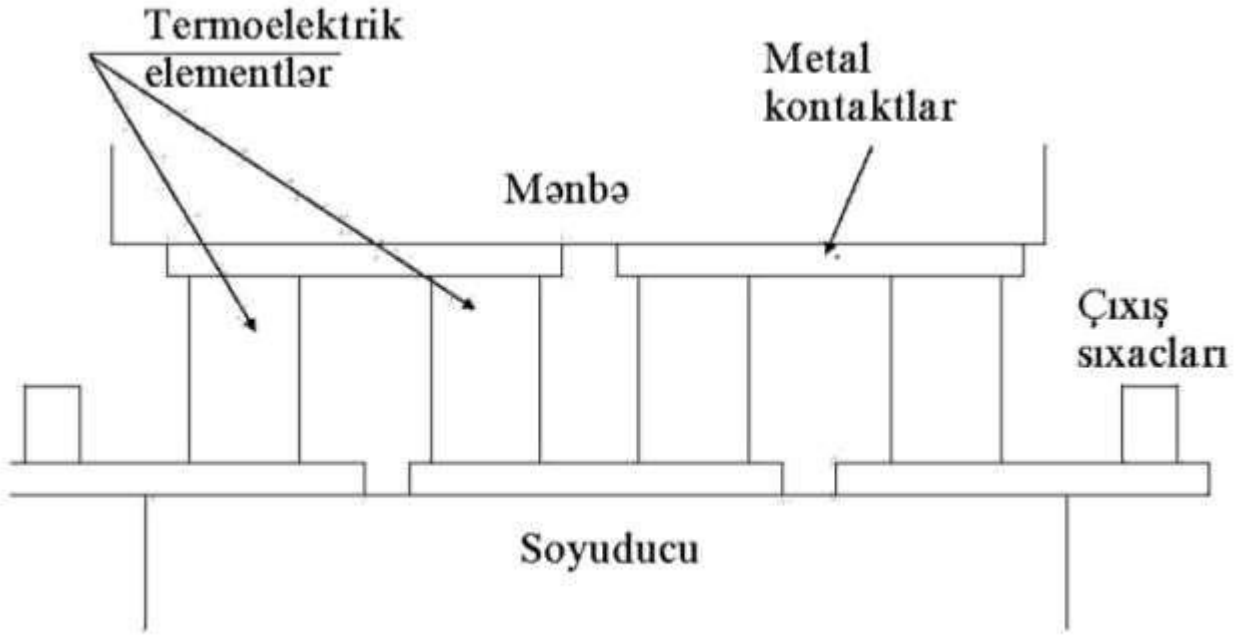
Zeebek əmsalını ölçmək olur. Onun qiyməti metallar üçün təxminən 10 mV/K -dir. Şəkil 3.37-də termoelektrik generatorunun tipik sxemi göstərilmişdir.

Termoelektrik generatorun f.i.ə. aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$\eta_{t.e.s} = \frac{P_2}{Q_1} = \frac{S \cdot (T_1 - T_2) \cdot I - I^2 \cdot R}{S \cdot T_1 \cdot I + K(T_1 - T_2) - 0,5 \cdot I^2 \cdot R}$$

burada P_2 -faydalı güc; R-elementlərin ümumi müqavimətidir.

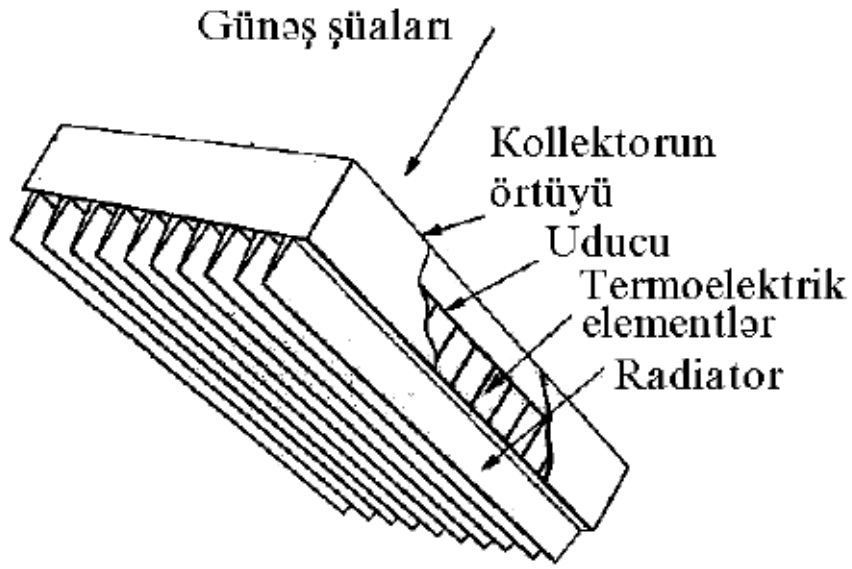
Bu ifadənin analizi göstərir ki, termoelektrik generatorun f.i.ə. əsasən temperaturlardan və bir də metalın özünün xüsusiyyətindən asılıdır.



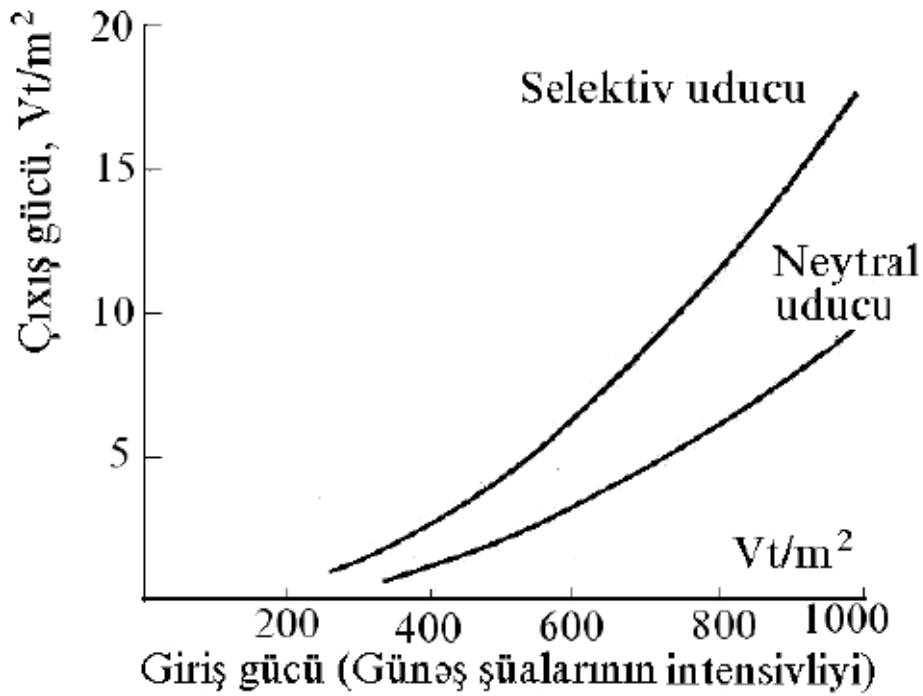
Şəkil 3.37. Termoelektrik generator

Termoelektrik generatorunda istilik mənbəyi kimi hamar Günəş kollektorundan istifadə edilməsi şəkil 3.38-də göstərilmişdir

Şəkil 3.39-da isə həmin hamar kollektor - generator sisteminin iş xarakteristikası verilmişdir. Buradan görüldüyü kimi, generatorun yüksək temperaturlu tərəfi Günəşə tərəf istiqamət-lənir, əks tərəfi isə hava ilə soyudulur. Soyumanın intensivliyini artırmaq üçün soyuma səthi qabırğalar vasitəsilə çoxaldılmış-dır. Ən optimist baxışlara görə belə, bu qurğuların f.i.ə. qiyməti 40%-dən çox ola bilməz.



Şekil 3.38. Hamar kollektorlu termoelektrik generator



Şekil 3.39. Generator - hamar kollektor sisteminin iş karakteristikası

Günəş enerjisinin fotoelektrik generatorların vasitəsilə elektrik enerjisinə çevrilməsi

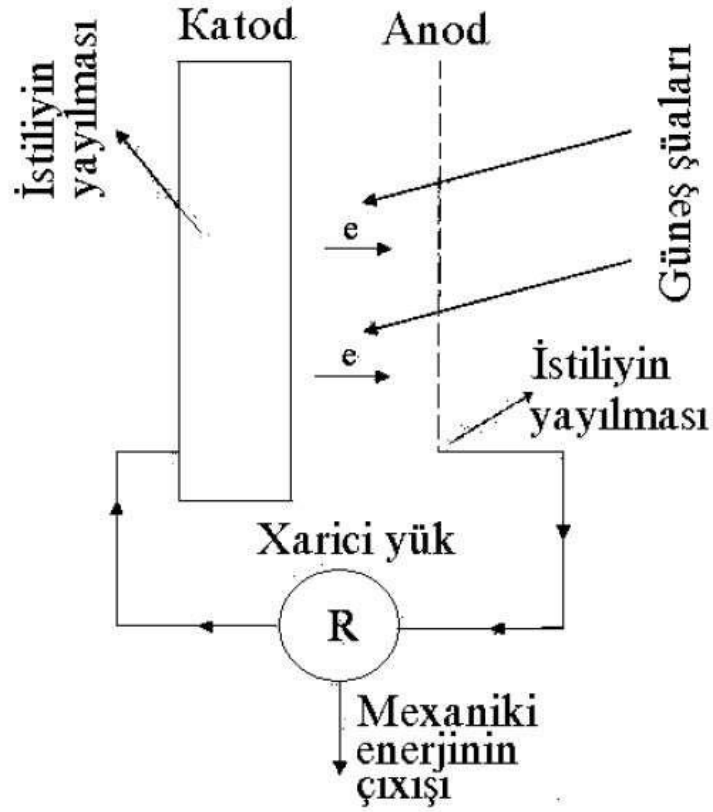
Günəş enerjisinin bilavasitə elektrik enerjisinə çevrilməsini təmin edən digər bir üsul isə, hazırda raketlərdə, peyklərdə, avtomatik planetlərarası stansiyalarda istifadə edilən fotoelektrik effektdir. 1887 - ci ildə Hers birinci olaraq, işıq fotonlarının metalın elektronlarına təsiri nəticəsində onların enerjilərinin artmasını və bu enerji miqdarının elektronların metaldan ayrılaraq onu tərk etməsi üçün kifayət etdiyini göstərdi. Belə elektronların sayının çox olduğu şəraitdə onları yığaraq başqa metal səthə istiqamətləndirmək, oradan isə xarici dövrə vasitəsilə ilkin səthə yönəltmək mümkündür. Bu proses termoion generatorlarında baş verən prosesə oxşayır. Burada işıq şüasının enerjisi bilavasitə elektrona verildiyindən bu prinsiplə işləyən qurğunun f.i.ə. qiyməti də böyük olmalıdır, çünki burada aralıq istilik fazası olmur. Şəkil 3.40-da fotoemission generatorun prinsiplial sxemi göstərilmişdir. Buradan görüldüyü kimi, Günəş şüaları tor şəklində hazırlanmış anoddan keçərək katodun üzərinə düşür. Işıq fotonları elektronların enerjilərini artıraraq, onların metalı tərk etməsinə (emissiya) şərait yaradır.

Metallı fotonlardan aldıkları enerjisi çıxış işindən çox olan elektronlar tərk edirlər. Lakin bu xassəyə bütün şüalar malik deyil. Məlumdur ki, fotonun enerjisi aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$E = h \cdot \gamma = \frac{h \cdot \nu}{\lambda}$$

Nəzərə alsaq ki, Günəş şüalarının dalğa uzunluqları 1 mkm ətrafındadır, (3.63) ifadəsini daha sadə şəkildə yaza bilərik:

$$E = \frac{1,24}{\lambda}$$



Şəkil 3.40. Fotoemission generator

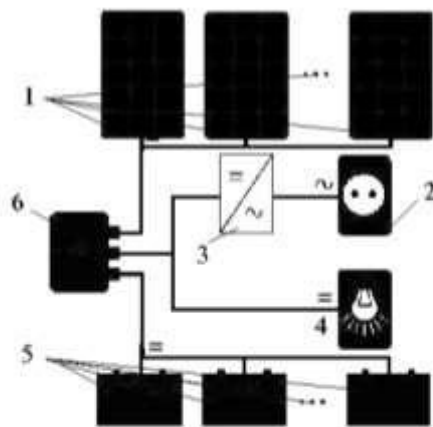
Elektronun çıxış işinin 2 eV olduğu şəraitdə emissiya qabiliyyətinə ancaq dalğa uzunluqları 0,62 mkm olan Günəş şüaları malik olurlar. Digər tərəfdən o da məlumdur ki, yer səthində Günəş şüaları spektrində belə dalğa uzunluqlu şüalar ümumi şüalanmanın 30%-indən çox olmur. Belə halda demək olar ki, elektronun çıxış işi 2 eV olduğu şəraitdə fotoemissiyanın f.i.ə.-sinin maksimal qiyməti 30%-dən çox olmamalıdır. Əgər elektro-nun çıxış işi 1 eV olarsa, onda f.i.ə. 15%-ə qədər düşür. İş bura-sındadır ki, fotoemissiyanı yalnız fotonlardan enerji alan elektronlar törədə bilər. Digər elektronlar isə metalı tərk edə bilmirlər, çünki metalın temperaturu buna imkan vermir. Bəzən hətta fotoemissiya etmək istəyən elektronlar belə digər elektronlarla qarşılıqlı təsirləri nəticəsində öz enerjilərinin bir hissəsini itirərək metalı tərk edə bilmirlər. Ona görə də fotoemissiyanın f.i.ə. 15%-dən də azalaraq hətta 0,15%-ə qədər düşə bilər. Bu zaman metalı konsentrator ilə qızdırmaq lazım gəlir. Beləliklə, yenə

termoion generatoruna qayıdır.

Yuxarıda qeyd edilən çatışmazlıq fotoelektrik generator-larda aradan qaldırılır. Bu generatorlarda həyəcanlanmış elek-tron yarımkəçirici materialdan keçərək öz artıq enerjisini fay-dalı yükə sərf edir. Bu zaman elektron istilik mərhələsini keç-mədən enerjisini elektrik enerjisinə çevirməyə imkan tapır. Hesablamalar göstərir ki, fotoelektrik generatoru üçün ən yaxşı maddə silisiumdur ($X = 1,1$ mkm). Bu maddə təbiətdə çox geniş yayılmışdır. O yer qabığının 28%-ni təşkil edir. Belə fotoelektrik generatorların f.i.ə. 45%-dən çox olmur. Təcrübədə isə bu qiymət daha kiçik olur. Fotoelektrik generatorlardan evləri də enerji ilə təchiz etmək üçün qurğular hazırlanır ki, bunlardan birinin prinsiplial sxemi şəkil 3.41-də göstərilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, 1921-ci ildə Albert Eynşteyn yeganə Nobel mükafatını məhz fotoeffekt hadisəsinin izahına görə almışdı. Eynşteyn sadə formada işıq şüasının bəzi metallardan elektronu necə «çıxarmasını» izah etmişdi.

Bu elementlərin hər batareyası təxminən 1 Vt elektrik gücü hasil edir. Lakin çoxlu batareyaları birləşdirməklə alınan elek-trik enerjisinin gücünü artırmaq olar. Bu qurğulardan elektrik enerjisinin digər mənbələri olmayan yerlərdə, məsələn, açıq kosmosda istifadə edilir.



Şəkil 3.41. Evləri elektrik enerjisi ilə təmin edən fotoelektrik sistemlər: 1 - Günəş batareyaları; 2 - dəyişən cərəyan işlədiciləri üçün rozetka; 3 - inverter; 4 - sabit cərəyan işlədiciləri; 5 - akkumulyator batareyaları; 6 - akkumulyatorların dolmasına nəzarət edən qurğu

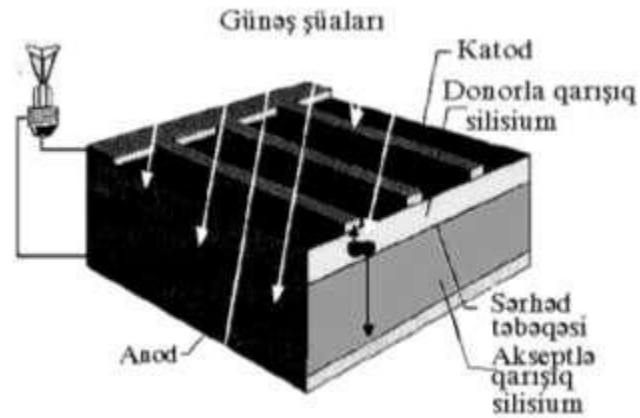
Yaponiya alimləri tərəfindən fotoqalvanik taxtapuş materialı yaradılır. Bu material ilə örtülmüş binalar mini elektrik stansiyalarına çevrilir.

ABŞ, Almaniya və İsveçrədə fotoqalvanik materiallar tikilən yeni ofis binalarının fasadlarında qurulur.

Hazırda dünyada fotoqalvanik elementlərin satışı ildən-ilə çoxalır. Məsələn, 1990-cı ildən 2000-ci ilə qədər satılan fotoqalvanik elementlərin ümumi gücü 46 MVt-dan 6 dəfə artaraq 288 MVt-a çatmışdır.

Almaniya 2005-ci ildə 100000 evin damına ümumi gücü 300 MVt olan Günəş panellərinin quraşdırılması haqqında proqram qəbul etmişdir.

Günəş elementlərinin qiymətləri də getdikcə azalır. Bu qiymət 1970-ci ildən indiyə kimi 1 Vt güc üçün 70-dən 3,5 dol-lara qədər azalmışdır.



Şəkil 3.42. Fotoqalvanik elementin quruluşu

Şəkil 3.42-də fotoqalvanik elementin quruluşu göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, Günəş şüaları donorla qarışdırılmış silisium birləşməsinin üzərinə düşdükdə, onda artıq elektronlar yaranır. Əks tərəfdə yerləşən və akseptlə qarışdırılmış silisiumda isə elektronların çatışmazlığı baş verir. Beləliklə, elementin iki səthi arasında potensiallar fərqi yaranır. Bu səth-ləri elektrik müqaviməti ilə birləşdirdikdə ondan elektrik cərəyanı axmağa başlayır.

Aşağıda Günəş batareyalarının müxtəlif kateqoriyaları verilmişdir.

Günəş batareyalarının monokristallik elementləri:

- ərintidən sorulmuş monokristal silisium;

- lövhənin qalınlığı- 0,5 mm;

- faydalı iş əmsalı- 4 ÷ 16%;

- dünyada istehsalı- 34%;

Günəş batareyalarının multikristallik (polikristallik) elementləri:

- polad formaya tökülən maye silisium;

- buz naxışlarına xarakterik strukturlu;

- lövhənin qalınlığı- 0,5 mm;

- faydalı iş əmsalı- 12 ÷ 14%;

- dünyada istehsalı- 50%;

Günəş batareyaları üçün amorf materiallar:

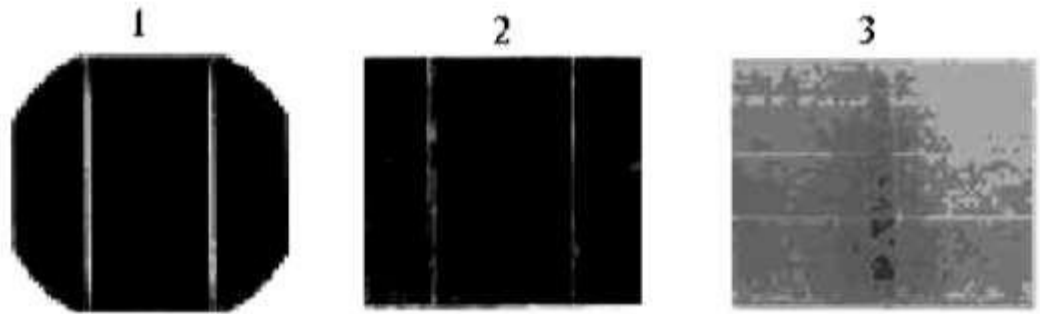
- şüşə və ya plastik kütləyə buxarın çökməsi ilə hazırlanmış nazik təbəqəli fotoelement;

- insolyasiya vaxtı işçi xarakteristikaları pisləşir;

- faydalı iş əmsalı- 5 ÷ 8%;

- dünyada istehsalı- 8%;

Adları sadalanan fotoelementlər şəkil 3.43-də göstərilmişdir.



Şəkil 3.43. Fotoelementlərin ən çox yayılmış növləri:
1 - monokristallik; 2 - polikristallik; 3 - amorf silisium

6-ci bölmə üzrə Külək energetik qurğuları.

Külək enerjisi — küləyi meydana gətirən hava axınının sahib olduğu hərəkət (kinetik) enerjisidir. Alternativ enerji (bərpa olunan) mənbələrindən biri hesab olunur. Bu enerjinin bir hissəsi faydalı olan mexaniki və ya elektrik enerjisinə çevrilə bilər.

Külək turbini

Külək enerjisi digər alternativ enerji mənbələri olan günəş, hidroenergetika, geotermal və biokütlə enerjisindən özünün maya dəyərində, ekoloji təmizliyində və tükənməzliyində görə ən sərfəlisidir.

Küləyin gücündən çox köhnə illərdən bəri faydalanırlar . Külək gücündən ilk faydalanma şəkli olaraq yelkənli gəmilər və yel dəyirmanları göstərilə bilər. Daha sonra taxıl üyüdmə, su nasosla vurma, ağac kəsmə işləri üçün də külək gücündən faydalanılmışdır. İndiki vaxtda daha çox elektrik çıxarmaq məqsədiylə istifadə edilməkdədir.

Elektrik enerjisi istehsalı üçün daha səmərəli texnologiyalardan biridir. Külək qurğularının inşasına ənənəvi elektrik stansiyalarının qurulmasına nisbətən daha az vaxt sərf olunur. Bundan başqa, külək, əslində, istənilən ölkənin malik olduğu daimi təbii enerji mənbəyidir. Külək enerjisindən istifadə olunması energetikanın daha tez inkişaf edən sahələrindən biridir.

Azərbaycanda külək enerjisi

Azərbaycan ərazisində əsasən Bakı, Sumqayıt, Abşeron, Binə, Maştağa külək enerjisindən istifadə etmək məqsədə uyğun sayılır.

Azərbaycanın külək rejimi mürəkkəb xarakterə malikdir. Bu da ölkə ərazisinin 60%-nin dağlıq zonalardan ibarət olması ilə əlaqədardır. Dağların Respublikanın iqliminə və külək rejiminə təsiri böyükdür. Məsələn, Böyük Qafqaz dağları sədd rolunu oynayaraq ölkə ərazisinə şimaldan və şimal-şərqdən soyuq hava kütlələrinin daxil olmasına

maneə törədir. Soyuq hava kütlələri Böyük Qafqaz dağlarının ətrafından keçərək Abşeron yarımadasından Respublika ərazisinə daxil olur. Buna görə də Zaqatalada küləyin orta illik sürəti 1.2 m/san. Abşeronda isə 8.6m/san.-dir.

Azərbaycan Elmi Tədqiqat Energetika İnstitutu Respublikanın Meteroloji stansiyalarında toplanmış bütün flüger müşahidələri materiallarını qruplara ayırıb, rayonların landşaftlarına görə külək sürətlərinin paylanması rejimlərinin aşağıdakı tiplərini müəyyən etmişdir:

- A tipli rejim-Abşeronda və Respublikanın şimal sərhədlərində Kür dilinə qədər Xəzərkenarı zonada olan yerlər üçün səciyyəvidir. Bu zonada küləyin orta illik sürəti 4m/san-dən böyük olur.
- B tipli rejim-Kürkənarı düzənliyində olanyerlər üçün səciyyəvidir. Bu zonada küləyin orta illik sürəti 4m/san-dən 3m/san-dək olur.
- V tipli rejim-Respublikanın dağ rayonları üçün səciyyəvidir. V zonasında küləyin orta illik sürəti 3m/san-dən kiçik olur.

Ona görə də bu zona külək enerjisindən istifadə üçün yararsız hesab edilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, əsasən Vzonasını təşkil edən yüksək dağlıq ərazilərin iqlim xüsusiyyətləri hələ yaxşı öyrənilməmişdir.

Hesablamalara görə Azərbaycan Respublikası özünün coğrafi vəziyyətinə, təbii şəraitinə və iqtisadi infrastrukturuna görə 800 MVt-a yaxın illik külək enerji ehtiyatına malikdir. Bu ehtiyat ildə təxmini hesablamalara görə 2,4 milyard kVt/saat elektrik enerjisi deməkdir. Bu isə, öz növbəsində, ildə 1 milyon tona yaxın şərti yanacağa qənaət, ən əsası isə ildə küllü miqdarda tullantıların, o cümlədən azondağıcı olan karbon dioksidin atmosfərə atılmasının qarşısının alınması deməkdir.

1999-cu ildə Yaponiyanın "Tomen" şirkəti Azərbaycan Elmi-tədqiqat Energetika və Enerjilayihə İnstitutu ilə birlikdə Abşeronda hündürlüyü 30 və 40 metr olan iki qüllə quraşdırmış, küləyin sürətinin orta illik qiyməti $v = 7,9-8,1$ m/san olması müəyyən

edilmiş və Qobustan rayonu ərazisində ümumi gücü 30 MVt olan külək elektrik stansiyasının quraşdırılmasına dair texniki iqtisadi əsaslandırma hazırlanmışdır.

2002-ci ildə Azərbaycanın bərpa olunan enerji resurslarının qiymətləndirilməsi həyata keçirilmiş və aşkar olunmuşdur ki, Abşeron yarımadası iri həcmdə külək enerjisi potensialına malikdir. Uzunmüddətli küləyin orta sürəti 6 m/san-dan artıqdır ki, bu da külək enerjisi üçün əlverişli texniki-iqtisadi potensialın olmasını göstərir. Şimal DRES-nin yerləşdiyi ərazidən toplanılmış külək enerjisi üzrə statistik məlumatlar bir daha təqdim olunan göstəriciləri təsdiq etmişdir. Aparılmış bu tədqiqatlar zamanı Qobustan rayonu ərazisi üçün təqdim olunmuş göstəricilər külək enerjisi potensialının 4-cü sinfinə aid edilir ki, bu da yüksək potensial hesab olunur.

Külək mühərriki– fikir vermişəm ki, bu adı eşidərkən insanların bir qismi əvvəlcə onun nə olması haqqında sanki ani də olsa fikirləşirlər, bəziləri isə onun nə olduğunu soruşur. Yəqin siz də təccüblənəcəksiz. Axı bizim qulaqlarımız ən çox elektrik mühərriki, daxiliyanma mühərriki (dizel və ya benzin mühərriki) kimi mühərrik adlarını eşidib. Əgər “külək mühərriki” əvəzinə “yel dəyirmanı” sözünü işlətsəydim söhbətin nədən getdiyini daha yaxşı başa düşərdilər. Lakın “dəyirman” təkcə dəyirman daşlarını hərəkətə gətirib dənli bitkiləri üyüdmək üçündür. Bundan başqa təkcə yel dəyirmanları deyil, hə də su çarxı ilə işləyən, elektrik mühərrikləri ilə işləyən dəyirmanlar da mövcuddur. “Külək mühərriki” ifadəsi səhv deyil və onun rusca “Ветродвижитель”, ingiliscə isə “Wind turbine” qarşılığı var. Ona külək turbini də deyə bilərik, amma bu ifadə başqa konstruksiyaya aid edilməlidir.

Ümumiyyətlə külək mühərrikinə belə bir tərif versək yanılmarıq– Küləyin (hava axınının) enerjisini fırlanan valın mexaniki işinə çevirən maşınlara külək mühərriki deyilir. Külək mühərrikinin ən əsas hissəsi onun pəri və ya külək çarxıdır.

Pərin fırlanma oxunun yerləşmə üsuluna görə külək mühərrikləri iki yerə bölünür.

1) Şaquli fırlanma oxlu

2) Üfüqi fırlanma oxlu külək mühərrikləri.

Pərlərin quruluşuna və ya iş prinsipinə görə isə külək mühərrikləri üç yerə bölünür.

1) Baraban tipli

2) Rotor tipli

3) Qanadlı külək mühərrikləri.

Bu mühərriklərin hər birinin digərinə nəzərən üstün və çatışmayan cəhətləri var. Onların konstruksiyalarını araşdıraraq.

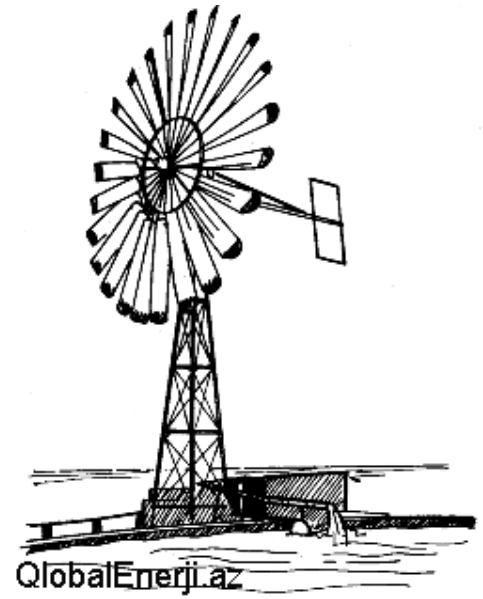
Baraban tipli külək mühərriki saquli oxa oturdulmuş su çarxını xatırladan külək çarxından ibarətdir. Bu külək çarxının yarı hissəsi örtüklə örtülür, digər yarısı isə açıq olur. Deməli, külək çarxın açıq qalan hissəsinə təsir göstərir və nəticədə küləyin təzyiq qüvvəsi qanadlar vasitəsilə bu külək çarxının qollarına təsir göstərərək çarxın valında fırladıcı moment yaradır. Örtülü qalan hissəyə isə külək təsir göstərə bilmir. Buna görə də külək çarxının yarı tərəflərində təzyiqlər fərqi yaranır və çarx qüvvələr fərqinə müvafiq istiqamətdə fırlanır

(Ümumiyyətlə elektrik mühərriklərindən başqa bizə məlum olan bir çox mühərriklərin işi təzyiqlər fərqinin yaranmasına əsaslanır). Külək istiqamətini dəyişdikdə yönəldici quyruqla əlaqələndirilmiş örtük çevrilir və beləliklə küləyin əsdiyi bütün müddətlərdə çarxın bir yarısı küləyin təsirinə məruz qalır, digər yarısı isə daim örtülü vəziyyətdə olur. Örtük və külək çarxı eyni birmərkəz ətrafında bir-birindən asılı olmadan dönmək imkanına malikdir. Əks halda qurğu işləyə bilməzdi. Bu cür mühərriklər köhnə konstruksiyalı mühərriklərə aid edilir, yavaş sürətli mühərriklər sayılır. Onlarda küləyin enerjisindən istifadə əmsalı ($KEI\Theta$) kiçikdir. Bu çatışmayan cəhətlərinə görə onlardan geniş istifadə olunmur. Onlar adətən küləyin sürəti 3 km/saat-dan aşağı olan hallar üçün ($Z < 2$) qurulur. (Qeyd: texniki terminlər və anlayışlar üçün bax. Külək mühərriki necə işləyir). Rotor tipli mühərrik: Bu mühərrikin də iş prinsipi baraban tipli mühərriyin iş prinsipinə oxşardır. Baraban tipli

mühərrikin çatışmayan cəhətləri ona da aid edilə bilər. Lakin bu mühərrikin üstün cəhəti ondadır ki, onun yönəldici qurğuya ehtiyacı yoxdur və bu mühərrik külək istənilən istiqamətdə əsdikdə işləyə bilər. Onlara Windside firmasının istehsalı olan WS-0.30C, WS-0.30A, WS-4C, WS-4A markalı külək qurğularını misal göstərmək olar.



Hazırda ən çox yayılmış külək mühərrikləri qanadlı külək mühərrikləridir. Bu külək mühərriklərinin çoxqanadlı–yavaş sürətli və qanadlar sayı az olan yüksək sürətli kimi növləri var. Gücü bir neçə yüz vattndan meqavata qədər olan müxtəlif konstruksiyaları mövcutdur. Çoxqanadlı külək mühərrikləri küləyin enerjisindən yüksək istifadə əmsalına malikdir, lakin onlar yavaş sürətlidir, kənd təsərrüfatında yel dəyirmanlarında tətbiq olunur. Çoxqanadlı külək mühərriklərində pərin qanadlarının sayının çox olmasına görə bu cür pərlər işəsalma zamanı valda böyük fırladıcı moment yaradır. Çoxqanadlı külək qurğuları həm də su tutumlarına su vurmaqdan ötrü kənd təsərrüfatında istifadə edilir



Qanadların sayı az olan külək mühərrikləri yüksək sürətli külək mühərrikləridir, onlarda qanadlar sayı adətən 2 və ya 3 ədəd olur. Bu mühərriklər ən çox elektrik generatorlarını işlətmək üçün tətbiq olunur. Dəyirmanla və ya su nasosu ilə müqayisədə generatorlar üçün daha yüksək fırlanma sürəti (25Hz, 50Hz və ya 1500-3000 dövr/dəq) tələb olunur. Qanadlı külək qurğularında pər üfüqi ox ətrafında fırlanır. Bu qurğular üçün küləyə doğru yönəldən istiqamətləndirici (quyruq, külək gülü, çevirici mexanizim və s.) tələb olunur. Kiçik ölçülü və yüngül çəkili külək mühərriklərində bu proses quyruq vasitəsilə həyata keçirilir. Nəhəng külək qurğularını axına doğru yönəltməkdən ötrü isə xüsusi avtomatlaşdırılmış tənzimləyici sistem tətbiq olunur. Bu proses mexaniki və ya elektromexaniki üsullarla yerinə yetirilir. Üfüqi fırlanma oxlu külək pərlərinin və mühərriklərinin aşağıdakı növlərini qeyd edə bilərik: yüksəksürətli pər, çoxqanadlı alçaqsürətli pər, iki qarşılıqlı fırlanan pər, Filletner, yelkənli külək maşını, üzüklü generator, pnevmatik və ya Andro mühərriyi, multiplikator, aeromultiplikator, turbin tipli. Pərin qüllənin arxa və ön hissəsində yerləşməsi üsuluna görə küləyə qarşı və qülləarxası yerləşmə üsulları mövcuddur. Şaquli fırlanma oxlu külək mühərrikləri: Darye, H-Darye, Savonius və s.

Külək mühərriki

Bu səhifədə biz qanadlı külək mühərriklərinin işini tədqiq edəcək və nə cür işləməsinə aydınlıq gətirəcəyik. Qeyd etmişdik ki, küləyin enerjisini mexaniki işə çevirən qurğuya külək mühərriki deyilir.

Əgər külək mühərriki hansısa bir mexanizmi hərəkətə gətirib faydalı iş görmürsə, bu sadəcə əyləncə və ya zövq üçün düzəldilmiş maket ola bilər. Lakin sənaye, məişət və kənd təsərrüfatı əhəmiyyətli külək qurğuları faydalı iş görür elektrik enerjisi istehsal edir, suarmada və s. sahələrdə tətbiq olunur.

Standart külək mühərriki aşağıdakı hissələrdən ibarətdir:

1. Pər (propeller və ya külək çarxı);
2. Giriş valı və ya əsas val;
3. Aralıq ötürücü mexanizm; (Dişli çarx ötürməsi; reduktor və ya multiplikator)
4. Əyləc muftası;
5. Çıxış valı və ya yüksək sürətli val;
6. İşçi maşın (generator, su nasosu, kompressor və s.);
7. Soyutma sistemi.
8. Qüllə

Bunlardan başqa külək mühərrikində əlavə köməkçi avadanlıqlar da mövcuddur. Onlar aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Anemometr.
2. Külək istiqamət göstəricisi və ya flüger.
3. Avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemi.
4. İstiqamətləndirici mexanizm.

Pər yə ya külək çarxı külək mühərrikinin əsas hissəsi olub, onun vəzifəsi küləyin hərəkət enerjisini pərin fırlanma enerjisinə (faydalı işə) çevirməkdir. Pər təkər

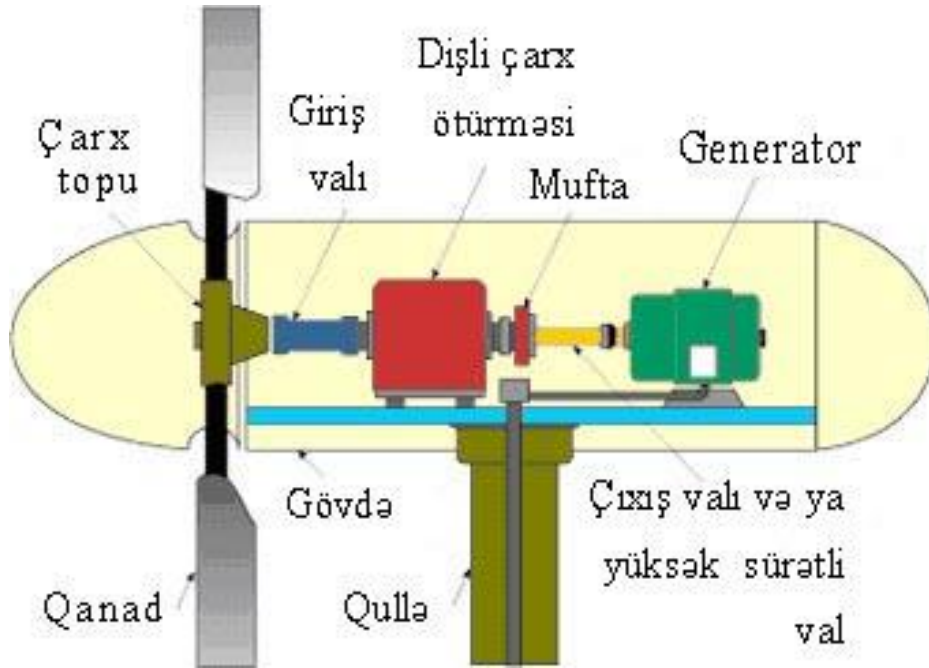
topundan və bu topun ətrafına quraşdırılmış qanadlardan ibarətdir. Qanadlar külək mühərrikinin təyinatından və modelindən asılı olaraq müxtəlif sayda ola bilər. Adətən nəhəng külək mühərriklərində qanadlar sayı 2–3 ədəd olur. Pərlərin profilinin forması xüsusi laboratoriyalarda, aerodinamik borularda çoxsaylı sınaqlarla təcrübi yolla tapılır və ən əlverişli yüksək aerodinamik keyfiyyətə malik profillər təyin olunur.

Yüksəksürətli pərlər üçün FX 63-127, NACA 642-415 kimi yüksək keyfiyyətli profillər tətbiq olunur. Bundan başqa NACA 4415, CLARK–Y, ЦАГИ P-II-12 və s. profillər də mövcuddur. Pərin qanadları topa hərəkətli və sərt şəkildə bərkidilə bilər. Birinci halda qanadlar topun yuvasında sərbəst dönərək hücum bucaqlarını küləyin müxtəlif sürət rejimlərinə uyğun dəyişə bilər. Belə pərlərdə gücün və fırlanma tezliyinin sabitliyi təmin olunur. İkinci halda isə pər tənzimlənməyən olur və kiçik güclü qurğularda tətbiq olunur.

Külək mühərrikində pər əsas vala bərkidilir. Əsas vala həmçinin giriş valı və ya aşağı sürətli val da deyə bilərik. Pər bu valı küləyin sürətindən asılı olaraq 30–60 dövr/dəq sürətilə fırladır. İstismar zamanı təhlükəsiz və dayanıqlı işləməsi üçün pər bu valla çoxlu sayda boltlarla birləşdirilir. Əsas valın sonu isə dişli çarx ötürməsinin giriş valına qoşulur. Ona görə də bu vala həm də giriş valı deyilir.

Siz bilirsiniz ki, bir çox maşın və mexanizmlər heç vaxt birbaşa mühərrikə qoşulmur. Avtomobilin aparan çarxları heç vaxt mühərrikə birbaşa qoşulmur, arada mütləq sürətlər qutusu adlanan dişli çarxlardan ibarət mexanizm olur. Əgər bu cür mexaniki sürət tənzimləyiciləri olmasaydı onda maşın və avadanlıqlar tələb olunan sərəitdə və tələb olunan səviyyədə effektiv işləyə bilməz və ya işəsalma zamanı ümumiyyətlə, işləməzdilər. Bu deyilənlər həmçinin külək qurğularına da aid edilir. Pər və işçi maşını əlaqələndirən aralıq ötürücü mexanizim əlavə müqavimət yaradır və güc itkisinə səbəb olur. Lakin buna baxmayaraq onlardan istifadə etmədən keçinmək qeyri-mümkündür. Bu ötürücü mexanizmlər giriş və çıxış vallarına malik olub, iş rejimindən və konstruksiyasından asılı olaraq reduktor və ya multiplikator adlanır.

Reduktorlar pərin yüksək fırlanma sürətini çıxış valında kiçik fırlanma sürətinə çevirir və təxminən həmin nisbətdə də çıxış valındakı burucu momenti artırır. Pər reduktorda giriş valına, işçi maşın isə çıxış valına qoşulur. Reduktorlar külək qurğularında kiçik sürət və böyük burucu moment tələb edən porşenli su nasoslarını və ya kompressorları işlətmək üçün əlverişlidir



7-ci bölmə üzrə: Geotermal elektrik stansiyaları.

Geotermal enerji

Geotermal enerji dedikdə yer qabığının müxtəlif dərinliklərində toplanan istilik nəticəsində əmələ gələn kimyəvi maddələrdən, isti su və buxardan birbaşa və ya dolayı yolla istehsal edilən enerji nəzərdə tutulur. Xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, geotermal enerji istilik və soyutma məqsədləri üçün və ya təmiz elektrik enerjisi istehsal etmək üçün istifadə edilə bilər. Termal suların yeraltı istilik enerjisinin akkumulyatoru və yüksək istilik-enerji tutumu xüsusiyyətlərinə malik olması bərpa olunan enerji mənbələri sırasında onların xüsusi əhəmiyyətə malik olduğunu göstərir.



Geotermal enerji texnologiyaları

Dünyada fərqli inkişaf səviyyələrinə malik müxtəlif geotermal texnologiyalar mövcuddur ki, mərkəzi istilik sistemləri, istixanalar və digər tətbiq sahələrində geniş istifadə edilir. Təbii yüksək keçiriciliyə malik hidrotermal rezervuarlardan elektrik enerjisi istehsalı texnologiyası da etibarlı sayılır. Hal-hazırda dünyada istismar edilən geotermal elektrik stansiyalarının əksəriyyəti quru buxar turbinli və ya “flaş” qurğu (tək, ikiqat və üçlü) əsaslı olmaqla 180°C-dən yuxarı isti su mənbələrində istifadə

edilir. Bundan əlavə, keçid mərhələsində olan “Enhanced Geothermal Systems (EGS)” kimi yeni texnologiyalar da inkişaf etdirilir.



Geotermal enerjinin istifadəsi

Geotermal suların növündən və temperaturundan asılı olaraq 3 əsas istifadə istiqaməti mövcuddur:

Elektrik enerjisi istehsalı (geotermal su buxarının turbini hərəkətə gətirməsi yolu ilə);

İstilik enerjisi istehsalı;

Balneoloji sağlamlıq (müalicə) məqsədləri üçün istifadə.

Yüksək və çox yüksək termal sular elektrik və istilik enerjisi istehsalı üçün yararlı olduğu halda, termal və zəif termal sular yalnız istilik enerjisi istehsalı üçün yararlıdır.

Mineral sulardan isə bir sıra xəstəliklərin müalicəsində istifadə olunur.

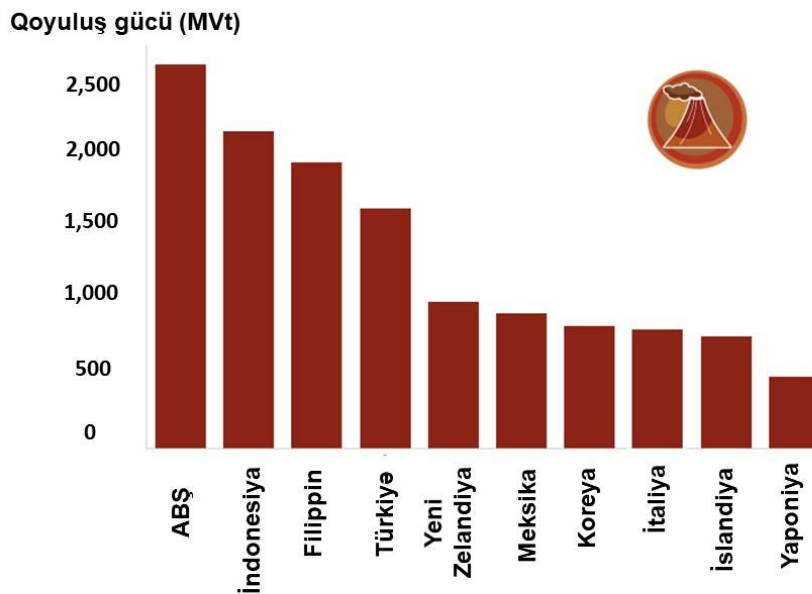
Geotermal sulardan alternativ enerji mənbələri kimi istifadə etmək üçün bu suların tərkibinin araşdırılması onların is-ti-lik-fiziki xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi əsas faktorlardan hesab olunur. Burada əsasən suların kimyəvi analizi, su çıxan əra-zilərin geoloji quruluşlarının öyrənilməsi vacib şərtlərdən biridir.

Dünyada geotermal enerji

Geotermal enerji hal-hazırda dünyada ən az istifadə olunan bərpa olunan enerji mənbəyidir. REN21 “Global Status Report” hesabatına əsasən, 2020-ci il üzrə dünyada geotermal elektrik stansiyalarının qoyuluş gücü cəmi 0,1 QVt təşkil etmişdir ki, bu qoyuluş gücün əsas hissəsi Türkiyə ərazisində quraşdırılmışdır. Geotermal enerji üzrə toplam qoyuluş gücü isə 14 QVt təşkil edir.

Beynəlxalq Bərpa Olunan Enerji Mənbələri Agentliyinin (IRENA) məlumatına əsasən, dünya üzrə geotermal enerji gücünə sahib olan ölkələrin ilk beşliyi sırasına ABŞ (2 QVt), İndoneziya (2 QVt), Filippin (1 QVt), Türkiyə (1 QVt) və Yeni Zelandiya (984 MVt) daxildir.

Geotermal enerjiden alınan elektrik enerjisi dünya əhalisinin cəmi 1%-ni elektrik enerjisi ilə təmin edir, halbuki Yer kürəsinin geotermal enerji potensialı yer üzündəki bütün insanların enerji ehtiyaclarını qarşılıyacaq gücdədir. Qazma və kəşfiyyat işlərinin yüksək xərc tələb etməsi bu potensialın realizasiyasında çətinliklər yaradan amillərdən hesab olunur.



8-ci bölmə üzrə: Qabarma su elektrik stansiyaları.

Qabarma su elektrik stansiyaları.

Qabarma və çəkilmə (mədd və cəzr) bir göy cisimi üzərində başqa göy cisimlərinin tətbiq etdiyi kütlə çəkilişi qüvvətləri səbəbiylə olan forma pozulmaları deməkdir. Ən çox bilinəni, Ay və Günəşin nisbi mövqelərindəki dəyişmələrin təsiriylə Yer səthində dəniz səviyyəsində ortaya çıxan dövrlü dəyişmələrdir.



Bir gündə, müəyyən saatlarda yer üzündəki suların ard-arda alçalma və yüksəlməsinə qabarma-çəkilmə hadisəsi deyilir. Qabarma-çəkilmə hadisəsinin meydana gəlməsi ayın çəkiliş qüvvətidir. Bu çəkiliş qüvvəti; Ay yer kürəsinin ətrafına dolanarkən dəyişik bölgələri təsir edər və uzaqlığa görə dəyişər. Ay yer planetindən uzaqlaşsa çəkiliş qüvvəti azalar, yaxınlaşdıqca çəkiliş qüvvəti artar. Qabarma-çəkilmə hadisəsi okeanlara daha çox təsir edər.

Ay yer kürəsi ətrafında dönərkən, yer kürəsinin bir üzünü aya daim daha yaxındır. Bu vəziyyətdə aya yaxın yerdəki sular ay tərəfindən özünə doğru çəkilirlər. Bu vaxt qabaran suların arxasında olan boşluqları yanlardan gələn sular doldurur. Beləcə planetdə aya nazir səthində sular yüksəlkən, digər yerlərdə alçalar. Bu yüksəlmə və alçalma bir-birini davamlı izlər.

Günəşdə qabarma-çəkilmə hadisəsinə təsir edər. Ay yer kürəsi ilə günəş arasındaykən bu təsiri azdı, hamısı bir istiqamətdəykən isə çoxdu. Qabarma-çəkilmə hadisəsi ilk və ikinci dördün mərhələlərində ən aşağı, yeni ay və bütöv ay dövrlərində ən böyük dəyəri götürər. Bir yerdə sular qabararkən ay o yer üçün səmanın ən yüksək nöqtəsindədir.

Hər hansı bir yerdə qabarma-çəkilmə hadisəsi hər gün eyni saatda olmaz. Bir əvvəlki gündən 50 dəqiqə daha keç meydana gəlir. Səbəbi isə Yer planeti ilə ayın eyni istiqamətdə dönməsidir.

Qabarma-çəkilmə hadisəsindəki sürtünmələrdən ötəri yer kürəsinin öz ətrafındakı dönmə sürəti azalar. Beləcə günlər yavaş yavaş uzanar. Qabarma-çəkilmə hadisəsindəki sürtünmə planetimizin dönmə sürətində yavaşlamağa səbəb olarkən, ayın da hər il yerdən 12,7 sm uzaqlaşmasına səbəb olar.

Qabarmalar

Ayın və Günəşin cazibə qüvvəsi təsiri ilə okean (dəniz) səviyyəsinin dövrü tərəddüdlərinə (dənizQ.-1) həmin qüvvələrin təsiri altında litosfer səthinin deformasiyasına (quru səthinin Q.-1) deyilir. Ayın qabarma əmələ gətirici qüvvəsi nisbətən, təxminən 2,2 dəfə artıqdır. Əsasən üç qabarma tipi ayırırlar; 1.yarımsutkalıq, 2. qarışıq, 3. sutkalıq Qabarma Dəniz qabarmalarının hündürlüyü və xarakteri yerin, ayın və günəşin qarşılıqlı yerləşməsindən, coğrafi enlikdən, dənizin dərinliyindən və sahil xəttinin formasından asılıdır. Nəzəri olaraq Ayın təsiri ilə yaranan qabarmanın hündürlüyü 0,53 m-ə, Günəş qabarmasının hündürlüyü isə 0,24 m-ə bərabərdir ($0,53+0,24=0,77$). Okeanın açıq sahələrində qabarmanın hündürlüyü 1,0-1,1 m olub, nəzəri rəqəmə yaxındır. Sahillərdə qabarmanın hündürlüyü orta hesabla 2 m-ə, dar, ensiz körfəzlərdə isə 16-18 m-ə çatır. Dünya okeanında ən hündür qabarma fəndi körfəzinin Noel buxtasında (Atlantik okeanı) müşahidə edilərək 18 m-dir. Quru səthində qabarmanın hündürlüyü bir neçə on santimetrə çatır. Məs: Moskvada

qabarmanın hündürlüyü 50 sm-ə yaxındır, yəni şəhərin ərazisi sutka ərzində iki dəfə yarım metr rəvan qalxır və sonra eləcə də rəvan enir.

Qabarma və çəkilmə enerjisi - Qabarma-çəkilmə səbəbi ilə yer dəyişdirən su kütlələrinin sahib olduğu kinetik və ya potensial enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsidir.

Qabarma-çəkilmə enerjisini elektrikə çevirmək üçün geniş şəkildə, uyğun olan qoyların ağzının bir anbarla bağlanılaraq, gələn suyun tutulması, çəkilmə sonrasında da yüksəklik fərqindən faydalanılaraq turbinlər vasitəçiliyi ilə elektrik çıxarılması hədəflənər.

24.8 Saatda bir təkrarlanan qabarma-çəkilmə hərəkətləri, nizamlı bir enerji qaynağı olması baxımından maraqlı olmaqla birlikdə, enerji istehsal müddətinin 6-12 saatla məhdud olması bir üstünlüksüz yaratmaqdadır. Suyun potensial enerjisinin %80-ni elektrik enerjisinə çevirə bilən qabarma-çəkilmə enerjisi, günəş enerjisi kimi digər alternativ enerji qaynaqlarına görə daha yüksək bir məhsuldarlığa malikdir.

Qabarma və çəkilmə elektrik stansiyası(Q və ÇES) - Dəniz və okean suyunun qabarma və çəkilmə enerjisini elektrik enerjisinə çevirən qurğu (obyekt) - qabarma və çəkilmə elektrik stansiyası adlanır.



Annapolis QÇES (ing. Annapolis Royal Generating Station) — 1985 ci ildə Kanadanın, Yeni Şotlandiya əyalətində, Fandi körfəzində bənd üsulu ilə tikilmiş, 20 MVt-lıq qabarma-çəkilmə elektrik stansiya. Qabarma və çəkilmə hündürlüyü 18 metrdir. İllik İstehsalı 50 000 KVt/s.

Ədəbiyyat:

1. Yusibov F.M., Abbasov Q.İ., Musayev T.N., Orucova N.Q. İstilik texnikası və energetik qurğular. Dərslik. 2014.
2. P.Rüstənzadə. Elektrik stansiyalarının elektriki hissəsi. Bakı, Maarif, 1966.
3. S.Z.Məmmədov, N.Ə.Babayev. Alternativ enerji mənbələri. Gəncə. Araz poliqrafiya müəssisəsi. 2012.
4. F.F. Məmmədov. Azərbaycanda Günəş enerjisindən istifadə və müasir günəş energetik qurğular. 2011

