

## BƏRPA OLUNAN ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN ELEKTRİK STANSİYALARINDA HİDROAKKUMULYASIYA İMKANLARI

ÜLKƏR İZZƏT qızı AŞUROVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti,  
AZ-4500, Mingəçevir, Dilarə Əliyeva küç. 21  
ulker\_ashurova@mail.ru

Hidroakkumulyasiya elektrik stansiyaları, artıq qeyd edildiyi kimi, sanki nasos stansiyası və su elektrik stansiyasının birləşməsidir. Suyun həcmi müəyyən hündürlüyə vurmaqla potensial enerji ehtiyatı yaratmaq və sonra bu həcmi enerjisini hidroturbinlərdə istifadə etmək ideyası bir əsrdən çox tarixə malikdir. “Enerji təhlükəsizliyini, rifahını təmin etmək və iqlim məqsədlərinə nail olmaq üçün biz bərpa olunan enerji mənbələrinin böyük potensialını maksimum dərəcədə artırmalıyıq və 2030-cü ilə qədər qitənin Günəş Teravatt Səyahətinə qoşulmaq imkanı verməliyik”. Elektrik enerjisi sənayesi milli iqtisadiyyatın əsasını təşkil edir və müasir cəmiyyətin həyatı üçün müstəsna əhəmiyyət kəsb edir.

**Açar sözlər:** Hidroakkumulyasiya Elektrik stansiyaları (HAES), Bərpa olunan enerji mənbələri (BOEM), Kiçik Su Elektrik Stansiyaları (KSES), Adi Asinxron Maşınlar (AAM)

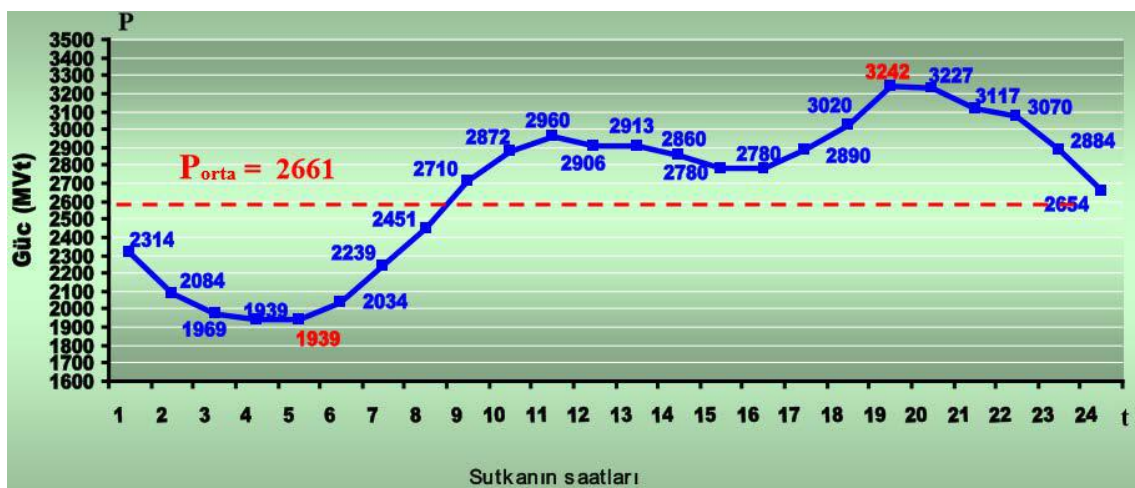
UOT: 621.311

### GİRİŞ

Hər bir ölkənin elektrik enerjisi təchizatı mürəkkəb texniki sistemdən ibarət olmaqla onun idarə edilməsi, istismar və perspektiv inkişafı bəzi spesifik xüsusiyyətlərin nəzərə alınmasını tələb edir. Energetika sisteminin strukturu müəyyən sayda, müxtəlif tipdə və gücdə olan elektrik stansiyaları, fərqli gərginliyə, birləşmə sxeminə malik elektrik yarımstansiyaları və elektrik veriliş xətlərindən ibarətdir. Əksər hallarda energetika sistemləri müxtəlif təbii, iqlim və relyef şəraitinə malik olan ölkənin bütövlükdə ərazisini əhatə etməklə qonşu dövlətlərin energetika sistemləri ilə əlaqəli şəkildə fəaliyyət göstərirlər. Göründüyü kimi, müasir şəraitdə energetika sistemi respublika ərazisində yaşayan əhəlinin məişət şəraitinə və onun əksər fəaliyyət dairəsinə hiss ediləcək dərəcədə təsir göstərdiyindən, energetika sisteminə baş verən irimiqyaslı qəzalar çoxsaylı tələbatçıları elektrik enerjisindən məhrum edir. Məhz bu səbəbdən, qəzanın milli iqtisadiyyata və cəmiyyətin təhlükəsizliyinə vurduğu ziyanın miqyası dağıdıcı fəlakətlərlə eyniləşdirilə bilər. Ona görə

də, energetika sisteminin etibarlı, dayanıqlı, təhlükəsiz və səmərəli fəaliyyətinin təmin edilməsi milli təhlükəsizliyin tərkib hissəsi kimi həmişə dövlətin diqqət mərkəzində saxlanılır [5].

Dünyada siyasi sabilliyin möhkəmləndirilməsi, enerji resurslarının xaricdən idxalının azaldılması və enerji təhlükəsizliyinin artırılması məqsədilə bərpa olunan enerji mənbələrindən (BOEM) geniş istifadə edilməsi müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, məhdud ölkələrin ərazilərində monopoliya şəraitində mövcud olan karbohidrogen ehtiyatlarından fərqli olaraq, BOEM-in yer kürəsində paylanması, demək olar ki, nisbətən daha müntəzəmdir. Bu tükənməz enerji növündən istifadə etməklə elektrik enerjisinin istehsalı, beləliklə də karbohidrogen yanacağı ilə işləyən və ənənəvi elektrik stansiyalarının enerji istehsalında payının azaldılması global məsələlərdəndir. BOEM hesabına işləyən elektrik stansiyalarının həcmi artdıqca onların energetika sisteminə təsirinin yaradacağı problemlər həllini gözləyən əsas məsələlərdəndir. Başlıca problem energetika sisteminə tezliyin tənzimlənməsidir ki, bu məsələdə də HAES-nin rolu əvəzsizdir [1].



Şəkil 1. Xarakterik qış günü üçün sutkalıq elektrik enerjisi istehsalının qrafiki [3].



Şəkil 2. Xarakterik yay günü üçün sutkalıq elektrik enerjisi istehsalının qrafiki [3].

Şəkilə Respublikanın elektrik enerjisi istehsalının xarakterik qış maksimumu və yay minimumu yük qrafikləri göstərilmişdir [3].

Sutkalıq yük qrafiki – aktiv gücün (yarım saatdan çox) sutkanın saatları üzrə dəyişmə əyrisi;

Pik gücü – sutkalıq yük qrafikinin yarım saatdan çox davam edən maksimum gücü;

Orta güc – sutkalıq elektrik enerjisinin sutkadakı saatlara (24 saat) nisbəti;

Qeyri-bərabərlik (dolma) əmsalı – sutkalıq yük qrafikində gecə saatlarında minimum gücün pik saatlarında maksimum gücə nisbəti;

Qoyuluş gücündən istifadə əmsalı – ES-in illik faktiki elektrik enerjisi istehsalının bütün aqreqların qoyuluş güclərinin cəminin illik saatlara (8760 saat) həsilinə nisbəti.

Göründüyü kimi,

Maksimal güc:

$$P_{\max \text{ qış}} = 3242 \text{ MVt}, P_{\max \text{ yay}} = 2874 \text{ MVt}$$

Minimal güc:

$$P_{\min \text{ qış}} = 1939 \text{ MVt}, P_{\min \text{ yay}} = 1672 \text{ MVt}$$

Orta güc:

$$P_{\text{orta qış}} = 2661 \text{ MVt}, \\ P_{\text{orta yay}} = 2307 \text{ MVt}$$

Sutkalıq elektrik enerjisinin istehsalı:

$$W_{\text{qış}} = 65,5 \text{ mln.kVts}, W_{\text{yay}} = 58,1 \text{ mln.kVts}$$

Yük sıxlığı əmsalı:

$$\gamma_{\text{qış}} = P_{\text{ort qış}} / P_{\max \text{ qış}} = 2661 / 3242 = 0,821$$

$$\gamma_{\text{yay}} = P_{\text{ort yay}} / P_{\max \text{ yay}} = 2307 / 2874 = 0,803$$

Sutka ərzində elektrik enerjisi tələbatı nə qədər müntəzəm olarsa,  $\gamma$  və  $\beta$  əmsalları da bir o qədər yüksək olar ki, bu da öz növbəsində energetika sistemində rejimin səlisliyinə və onun qənaətli fəaliyyətinə şərait yaradır [3].

Sutkalıq yük qrafikini xarakterik zonalara bölsək:

1) Bazis hissə absis oxu ilə  $P_{\min}$  arasında: Qış 0 MVt-dan ÷ 1939 MVt-a qədər,

$P_{\text{baz}} = 1939 \text{ MVt}$ . Yay 0 MVt-dan ÷ 1672 MVt-a qədər,  $P_{\text{baz}} = 1672 \text{ MVt}$

2) Yarım-pik hissə  $P_{\min}$ -la  $P_{\text{orta}}$  arasında: Qış 1939 MVt-dan ÷ 2661 MVt-a qədər,  $P_{Y/P_{\text{PIK}}} = 722 \text{ MVt}$ , Yay 1672 MVt-dan ÷ 2307 MVt-a qədər,  $P_{Y/P_{\text{PIK}}} = 635 \text{ MVt}$

3) Pik hissə  $P_{\text{orta}}$ -dan yuxarı qalan hissə: Qış 2661 MVt-dan ÷ 3242 MVt-a qədər,

$P_{\text{pik}} = 581 \text{ MVt}$ , Yay 2307 MVt-dan ÷ 2874 MVt-a qədər,  $P_{\text{pik}} = 567 \text{ MVt}$ .

Göründüyü kimi, qış aylarında yük qrafikinə tənzimlənməsi üçün generasiyanın gecə çökməsindən yarım-pik səviyyəsinə qaldırmaq üçün qısa vaxt ərzində 1020 MVt gücün artırılması tələb olunur. Bu vəzifəni yerinə yetirəcək pik elektrik stansiyalarının lazımı gücə malik olması energetika sisteminin dayanıqlığının əsas şərtlərindəndir. Hal-hazırda respublikanın energetika sistemində gecə çökməsində ehtiyac olmadığı halda modul tipli və su elektrik stansiyalarından istifadəsi baza rejimində işləyən İES-lərin gücünün daha da aşağı salınmasına, bu işə öz növbəsində stansiyanın iş rejiminin korlanmasına səbəb olur. Lakin aqreqların hazırlıq səviyyəsindən (işdə - isti, ehtiyatda - soyuq) asılı olaraq işə buraxılma müddətlərinin böyük həddə dəyişdiyi nəzərə alınmalı və buxar-qaz aqreqlarında buxar turbinlərinin bazis gücünə (434 MVt) aid edilməsi bazis gücünü 3734 MVt-a qədər artırmış olacaqdır. Bu hal qaz turbinlərinin işi ilə əlaqəli olacaqdır. Qaz turbinlərinin işə salınma müddəti isti vəziyyətdə 25 dəqiqə olduğundan, onların pik gücü kimi qəbul edilməsi şübhə doğurur və bu gücü yarım-pik güclərinə aid etmək daha doğru olardı. Lakin isti vəziyyətdə modul tipli ES 15 dəqiqəyə işə buraxılır ki, onda bu aqreqları pik güclərinə aid etmək olar. Beləliklə, energetika sisteminin sutkalıq yük qrafikindən və generasiyanın güc strukturundan asılı olaraq (pik, yarım-pik və bazis üzrə), energetika sistemində elektrik stansiyalarının qoyuluş güclərinin dəqiqləşdirilmiş bölgüsünün aparılmasına ehtiyac yaranır. Beləliklə, yaranmış vəziyyətdə bazis stansiyalarının 150 və 300 MVt-lıq enerji blokları istismar qaydalarına uyğun olmayan aşağı gücdə qeyri-efektiv şərəitdə işləməli və ya gecə saatlarında bir neçə

blok dayandırılmalıdır. Dayandırılmış blokların səhər yenidən işə qoşulması isə ehtiyatda saxlama müddətindən asılı olaraq 150 MVt-lıq bloklarda 35-60 ton, 300 MVt-lıq bloklarda isə 60-125 ton şərti yanacaqın izafi sərf edilməsinə səbəb olur. Bu cür mütəmadi dayanmalar (qızma-soyuma tsikli) istilik avadanlıqlarında baş verən qəzalarda da 25%-ə qədər artması ilə nəticələnir. Bu da öz növbəsində qəzalarda avadanlıqların bərpa xərclərinin və xüsusi yanacaq sərfiyyatının artmasına, nəticədə isə bütövlükdə energetika sisteminin texniki-iqtisadi göstəricilərinin aşağı düşməsinə səbəb olur [3].

Son dövrlərdə qlobal istiləşmə ilə əlaqədar, elektrik enerjisi istehsalında ekoloji tələblər sərtləşdirildiyindən, hal-hazırda BOEM-dən, xüsusən külək və günəş elektrik qurğularından istifadəyə böyük önəm verilir. BOEM-in tətbiqi yalnız energetika ilə məhdudlaşmır, o, eyni zamanda bəşəriyyətin üç əsas qlobal probleminin: - Energetika; - Ekologiya; - Ərzaq təminatının həllində mühüm rol oynayır [4].

### **BOEM-nin tətbiqinin Energetika Sistemində təsiri:**

Bərpa olunan enerji mənbələri – Təbiətdə daim mövcud olan və yeniləşən enerji növüdür.

Müsbət cəhəti: Ekoloji cəhətdən təmizliyi; Elektrik enerjisi istehsalında karbohidrogen yanacağına qənaət və ölkənin yanacaq ixracı potensialının artırılması; Energetika sistemində əlavə generasiya güclərinin daxil edilməsi yanacaq tələbatının azalması hesabına ölkənin enerji təhlükəsizliyinin yüksəldilməsi; Paylanmış generasiya güclərinin tətbiqi nəticəsində şəbəkə itkilərinin azaldılması və təchizatın etibarlılığının yüksəldilməsi.

Mənfi cəhəti: Təbiətdən asılı olan dəyişən (fluktasiya) xarakterli gücün energetika sisteminin istehsal-istehlak balansının tənzimlənməsinə təsiri SO-nun istehsal-istehlak üzrə tənzimlənmə aparması üçün BOEM-in gücünə uyğun əlavə ehtiyat gücün yaradılması zərurəti, gecə saatlarında İES-lərdə gücün texniki minimumdan da aşağı salınması nəticəsində sistemin texniki-iqtisadi göstəricilərinin korlanması. Energetika sistemində yuxarıda göstərilən mənfi halların qarşısının alınması üçün gecə saatlarında izafi gücün sistemdən (İES-lərdən və gələcəkdə külək, günəş qurğularından) alınaraq bu enerjinin akkumulyasiya edilməsi və pik saatlarında yenidən əlavə ehtiyat güc (enerji) şəklində sistemə qaytarılması tələb olunur. Məqsəd tənzimlənməyən ABOEM və İES-lərdə izafi gücün elektrik enerjisi tələbatının az olduğu saatlarda energetika sistemindən alınaraq, elektrik enerjisinin artan tələbat saatlarında yenidən sistemə qaytarılmasıdır [4].

Beləliklə, Azərbaycan Energetika Sistemində Hidroakkumulyasiya Elektrik Stansiyasının (HAES) tətbiqi və fəaliyyəti yük qrafikində gücün ikiqat tənzimlənməsini (həm generator, həm də tələbatçı – mühərrik kimi) təmin etməklə, İES-lərin (İstilik elektrik stansiyası – yanacağın kimyəvi enerjisini elektrik enerjisinə çevirən stansiya) və bütövlükdə Energetika Sisteminin texniki-iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına imkan verir. Ümumiyyətlə, HAES-ləri müəyyən yüksəklik fərqi ilə malik iki su hövzəsini birləşdirən, həm nasos (pump), həm də turbin (generator) rejimində fəaliyyət göstərən Su Elektrik Stansiyası (SES)

kimi təsəvvür etmək olar. Hal-hazırda bu stansiyaların hidroaqreqlarının konstruktiv təkmilləşdirilməsi nəticəsində onların faydalı iş əmsalı, yəni elektrik enerjisi istehsalı ilə istehlakının nisbəti  $\eta = 80\%$ -ə yüksəldilmişdir. Birgə fəaliyyət göstərən SES-HAES-lərdə bütün hidroaqreqlar bir maşın zalında da yerləşdirilə bilər, lakin yuxarı su akkumulyasiyası hövzəsi üçün təbii, və ya süni göllərdən, aşağı hövzə üçün isə dənizdən, və ya yeraltı boşluqlardan (şaxtalardan) istifadə edilə bilər. Hidroakkumulyasiyanın məqsədi enerjiyə az tələbat olan gecə saatlarında, elektrik enerjisini energetika sistemindən almaqla bu enerjini suyun potensial enerjisinə çevirərək su anbarında toplamaq və enerjiyə böyük ehtiyac duyulan axşam pik saatlarında isə bu ehtiyat su enerjisini yenidən elektrik enerjisinə çevirərək, geriye energetika sistemində qaytarmaqdır. Respublikada HAES-lərin tətbiqi və inkişafı üzrə layihələrin həyata keçirilməsi yalnız BOEM-in energetika sistemində inteqrasiyası və energetika sisteminin texniki-iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılması ilə deyil, həm də bu elektrik stansiyalarının bazar şəraitində qəzaəleyhinə əlavə cəldqoşulan ehtiyat güc mənbəyi kimi iqtisadi cəhətdən xeyli gəlirli olması ilə cəlbədidir [3].

Energetika sistemində HAES-lərin nəinki tezliyin tənzimlənməsi və qəza zamanı cəld işə qoşulan qəza əleyhinə ehtiyat güc kimi, həm də enerji keyfiyyətini yaxşılaşdıracaq reaktiv enerji mənbəyi (Sinxron Kompensator - SK) və gecə saatlarında elektrik tələbatçısı kimi fəaliyyət göstərmək qabiliyyəti onun Azərbaycan energetika sistemində tətbiqini zəruri edir. HAES-lərin respublikanın energetika sistemində tətbiqi yük qrafikinin düzləndirilməsi ilə yanaşı, aşağıdakı müsbət amillərlə müşayiət olunacaqdır: Təbiət faktorlarından (külək, günəş və s.) asılı olduğundan tənzimlənməyən BOEM-də istehsal edilən elektrik enerjisinin tələbat qrafikinə uyğunlaşdırılması nəticəsində onun energetika sistemində asanlıqla inteqrasiyası; İES-lərin gecə saatlarında texniki minimum gücündən artıq yüklənməsi hesabına elektrik enerjisi istehsalına xüsusi yanacaq sərfiyyatının azaldılması; İES-lərdə qoyuluş gücündən istifadə əmsalının yüksəldilməsi; İES-lərin yarım-pik rejimindən stabil bazis rejiminə keçirilməsi və beləliklə, həm elektrik stansiyalarının, həm də energetika sisteminin texniki-iqtisadi göstəricilərinin xeyli yüksəldilməsi; Energetika sisteminin qəza əleyhinə cəld işə qoşulan və pik saatlarında operativ ehtiyat gücünün artırılması; Qiymətə ucuz gecə enerjisinin bahalı pik enerjisinə çevrilməsi; Energetika sistemində generator-tələbatçı (elektrik mühərriki) kimi HAES-in qoyuluş gücündən ikiqat çox tənzimlənmə imkanının yaranması ( $P_{gen} + P_{müh}$ ); Energetika Sistemində enerji keyfiyyətinin yüksəldilməsi və itkilərin azaldılması məqsədilə əlavə həm induktiv, həm də tutum xarakterli reaktiv güc mənbəyinin (SK) yaradılması; Su anbarlarında periodik sirkulyasiya hesabına suyun oksigenlə zənginləşməsi nəticəsində ərazinin flora və faunasının yaxşılaşdırılması; - İstismarda olan su anbarlarının illik faydalı istifadə həcmələrinin artırılması; Tikinti xərclərinin SES-lərdən iki dəfə ucuz başa gəlməsi; SES-dən fərqli olaraq məhdud ərazidə inşasının mümkünlüyü, təbiətdə quruntularının üzə çıxması və şoranlaşma kimi mənfi halların

nisbətən az olması; - Ekoloji mühitin sağlamlaşdırılması.

**HAES-in bazar şəraitində fəaliyyətinin effektivliyi.**

Hidroakkumulyasiya elektrik stansiyası - müəyyən yüksəklik fərqi malik iki su hövzəsini birləşdirən, həm nasos (pump), həm də turbin (generator) rejimində fəaliyyət göstərən SES-dir. Energetikanın bazar şəraitində fəaliyyəti HAES-dən yalnız ənənəvi əmtəə, yəni güc və elektrik enerjisi mənbəyi kimi deyil, eyni zamanda SO-nun texnoloji xidmətləri üçün, yəni tezlik və gərginliyin (həmçinin reaktiv enerjinin) tənzimlənməsi, aktiv gücün operativ və qəza ehtiyat mənbəyi və s. kimi də istifadə edilməsinə imkan verəcəkdir. HAES-in göstərilən bu əlavə texnoloji üstünlükləri onun həm generasiya mənbəyi, həm də sistemdən artıq gücün alınmasını təmin edən istehlakçı kimi yüksək manevr qabiliyyətinə malik olmasından irəli gəlir. Energetika sistemində tənzimləyici olaraq SO-u qəzanın aradan qaldırılması üçün HAES-in hidroaqreqlərindən operativ ehtiyat kimi dörd səviyyədə istifadə edə bilər: Birinci səviyyədə - operativ heyətin iştirakı olmadan aqreqlərin ehtiyat güc mənbəyi kimi tezliyin avtomatik tənzimlənməsində; Sistemdə generasiya gücünün çatışmazlığı zamanı tezlik relesi vasitəsilə HAES-in ehtiyata saxlanılmış aqreqlərinin avtomatik işə salınaraq generatorların tam yüklənməsi, və ya SK rejimindən generator rejiminə keçirilməsi və nasos rejimində işləyən aqreqlərin sistemdən açılması; İkinci səviyyədə - ehtiyat aqreqlərinin (gücün) avtomatik, və ya əl ilə birinci səviyyəli güclərin kompensasiyası üçün minimal tezlik relesinin təsiri ilə işə qoşulması; Üçüncü və dördüncü səviyyədə - bu səviyyələrin həyata keçirilməsi üçün ehtiyatda olan aqreqlərin hazırlıq səviyyəsindən asılı olaraq müəyyən vaxt tələb edilir (dəqiqə, saat, hətta gün). Bu səviyyədəki ehtiyatlar birinci və ikinci səviyyəli ehtiyat gücləri əvəzləmək, və ya proqnozlaşdırılan aktiv güc çatışmazlığını ləğv etmək üçün istifadə edilə bilər. Ümumiyyətlə, ehtiyat aqreqlər fırlanırsa (isti ehtiyat) bir dəqiqəyə (birinci səviyyə), dayanan aqreqlər (soyuq ehtiyat) 15 dəqiqəyə (ikinci səviyyə), İES-də ehtiyat aqreqlər 2 saata yükü dəyişməli, və ya işə qoşulmalıdırlar. Energetika sistemində tənzimləmə tələbatçıları müqavilə əsasında, onların tələbat gücü azaldılmaqla da (məs: tezlikdən avtomatik yüksüzləşdirmə - TAY) aparıla bilər. Beləliklə, SES-lərdə hidroakkumulyasiya rejiminin tətbiqi, yəni onların SES-HAES kimi fəaliyyəti çoxillik su tənzimlənməsinə hesablanmış su anbarlarında suyun mövsüm ərzində akkumulyasiyasının daha intensiv aparılmasına imkan verməklə, energetika sisteminin payız-qış mövsümünə daha yaxşı hazırlığını təmin etmiş olur. Göründüyü kimi, Azərbaycanda çoxillik su anbarına malik olan "Mingəçevir" SES və "Şəmkir" SES-lərdə SES-HAES sistemi mövcud su potensialından daha effektiv istifadəyə imkan verir. Lakin nəzərə alınmalıdır ki, baxılacaq hər iki halda mövcud hidroaqreqlərin nasos-turbin rejiminə çevrilməsi, yalnız gecə saatlarında istehlak yükünü artırmaqla, İES-in gecə çökməsində iş rejimini yaxşılaşdıracaq və ucuz gecə enerjisini bahalı pik enerjisinə çevirəcəkdir. Bu variantlarda energetika sisteminin pik saatlarında əlavə güc ehtiyatı yaradılır.

Digər variant kimi respublikada mövcud SES-lərin fəaliyyətdə olan aqreqlərinə toxunmadan mövcud hidroqovşaqların konstruktiv imkanlarından istifadə edərək çevrilən tipli yeni hidroaqreqlərin quraşdırılması ilə əlaqədar sistemin pik gücünün artırılması məsələsinə diqqət yetirək. Bu məqsədlə "Mingəçevir" SES-də su bəndinin gövdəsində yerləşdirilmiş dib sutullayıcısının çıxışında turbin-nasos tipli çevrilən aqreqlərin quraşdırılması, və ya relyefin imkan verdiyi müvafiq ərazidə müstəqil HAES-in (Hidroelektrik stansiyası – suyun mexaniki enerjisini elektrik enerjisinə çevirən stansiya) tikintisini nəzərdən keçirək. Yekun olaraq, HAES-in energetika sistemində fəaliyyətinin araşdırılmasını aşağıdakı dörd variantın texniki-iqtisadi müqayisəsi əsasında apararaq daha effektiv variantı üstün variantı seçək:

1. "Mingəçevir" SES-in üç hidroaqreqlərinin (50%) çevrilən hidroakkumulyasiya rejiminə keçirilməsi, yəni SES-HAES kimi fəaliyyəti;
2. "Şəmkir" SES-in hər iki hidroaqreqlərinin (100%) çevrilən hidroakkumulyasiya rejiminə keçirilməsi, yəni SES-HAES kimi fəaliyyəti;
3. "Mingəçevir" SES-in su bəndində dib sutullayıcısının çıxışında turbin-nasos tipli çevrilən hidroaqreqlərin quraşdırılması;
4. Relyefin imkan verdiyi münasib ərazidə müstəqil HAES-in inşası.

Belə ki, SES-HAES-lər çoxsululuq dövründə 24 saat generasiya rejimində işlədikləri periodda akkumulyasiya rejimindən istifadə edilməsə də, son illərdə ölkəmizdə çayların azsululuq dövründə, yəni su anbarını normal səviyyəyə qədər doldurmaq mümkün olmayan illərdə çaylardan su anbarına daxil olan suya toxunmadan, payız-qış mövsümünə kimi anbara lazımı su ehtiyatı toplamaq məqsədilə aqreqlər akkumulyasiya-generasiya rejimində fəaliyyət göstərmək imkanına malikdirlər. Beləliklə, ilin azsululuq dövrü ərzində HAES-lərdən nasos-turbin rejimində intensiv istifadə etməklə anbarlarda yaradılacaq su ehtiyatlarından elektrik enerjisinə ehtiyacın artdığı payız-qış mövsümündə energetika məqsədləri üçün, suvarma dövründə isə kənd təsərrüfatında əkin sahələrinin sudan məhdudiyətsiz istifadəsinə imkan yaratmış olur.

Azərbaycanda çayların ümumi sayı 8359-a bərabərdir. Onlardan 8188-nin uzunluğu 26-50 km, 40-nin uzunluğu 51-100 km, 22-nin uzunluğu 101-500 km, 2-nin uzunluğu isə 500 km-dən çoxdur. Uzunluğu 100 km-dan çox olan çayların 11-i tranzit çaylardır. Göründüyü kimi, Respublikada kifayət qədər çaylar mövcuddur və bu çayların hidroenergetika potensialından istifadə edilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Kür çayı Azərbaycanda elektrik enerjisi verə bilən ən böyük çaydır ki, bu çay qolları ilə birlikdə Cənubi Qafqazın hidroresurslarının potensial ehtiyatının 40%-ni, texniki imkanına görə 19%-ni və iqtisadi cəhətdən effektiv olan hidroresursların isə 18%-ni təşkil edir. Hidroelektrik stansiyalar axan suyun kinetik enerjisini elektrik enerjiyə çevirməyə xidmət edən qurğular kompleksindən ibarətdir.

Bir çox hallarda, nasosla işləyən elektrik stansiyasının tikintisini nəzərdən keçirərkən, onun fəvqəladə ehtiyatda istifadəsinin mümkünlüyü həlledici amildir.

Belə ki, enerji sistemində fəvqəladə hadisə baş verdikdə, böyük generasiya mənbəyi sıradan çıxdıqda, işləyən nasosla işləyən anbar elektrik stansiyasını tez bir zamanda söndürmək mümkündür. Bu, məsələn, metallurjiya zavodu kimi bir istehlakçının söndürülməsindən daha az zərərə səbəb olacaqdır. Bundan əlavə, bir neçə dəqiqə ərzində SES aqreqlərini turbinli iş rejiminə keçə bilər və bununla da enerji təchizatı kəsilməyəcək. Bunun üçün nasosla işləyən elektrik stansiyasının yuxarı hovuzlarında 1,5-3 saat ərzində təcili qısamüddətli istifadə üçün nəzərdə tutulmuş əlavə su təchizatı tələb olunur. Həmçinin nasoslu anbarların “isti gözləmə rejimində”, yəni fırlanma rejimində işləməsi nəzərdə tutulur. Sinxron kompensator rejimində şəbəkəyə qoşulmuş qurğuların (Elektrik qurğusu – elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi, paylanması və digər enerji növünə çevrilməsi üçün nəzərdə tutulmuş maşın, aparat, xətt və köməkçi avadanlıqlar) eyni zamanda, qəza baş verdikdə, bir neçə on saniyə ərzində nasosla işləyən elektrik stansiyası tam gücü ilə işə düşür, enerji sisteminin itirdiyi enerjini kompensasiya edir və qəzanın nəticələrini aradan qaldırmağa imkan verir. Pompalı (hidroakkumulasiya) anbar elektrik stansiyasının belə istifadəsi böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki başqa ehtiyat elektrik stansiyalarının yaradılmasına ehtiyac yoxdur.

Adi sinxron maşınlardan fərqli olaraq, AAM-in rotoru bir-birindən 90° bucaq altında sürüşdürülmüş iki simmetrik üçfazlı təsirləndirici dolaqlara malikdir. Bu dolaqlara statik tezlik çeviriciləri vasitəsilə verilən gərginliyin amplituda qiymətini və faza sürüşməsinə dəyişməklə, dolaqların yaratdığı ümumi maqnit sahəsinə həm qiymətə, həm də onun maqnit oxunu rotora görə müəyyən bucaq qədər dəyişməklə yanaşı maqnit selini rotora görə fırlatmaq da mümkün olur. Əgər rotor dolağına verilən gərginliyin tezliyi rotorun fırlanma tezliyini sinxron sürətə qədər tamamlarsa, onda bu maqnit sahəsinin statorda yaratdığı gərginliyin tezliyi şəbəkə tezliyinə bərabər olacaqdır. Bu xüsusiyyət HA-nın nasos rejimində rotorun dövrlər sayının dəyişəcəyi hallarda ona verilən gərginliyin tezliyini tənzimləməklə AAM-in elektrik hərəkətverici qüvvəsini (E) şəbəkə gərginliyinin tezliyi ilə eyniləşdirmək (sinxronlaşdırmaq) mümkün olur. Beləliklə, su anbarında səviyyənin dəyişməsi ilə əlaqədar suyun təzyiq və həcmünün müxtəlif qiymətlərində HA-nın nasos rejimində AAM-in təsirləndirici dolaqlarına verilən gərginliyin tezliyini, amplituda qiymətini və bucaq sürüşməsinə dəyişməklə adi sinxron maşınlarla müqayisədə rotorun sürətinin dəyişməsinə baxmayaraq daha yüksək FİƏ almaq mümkündür. AAM-də sürətin dəyişdirilməsinin mümkünlüyü FİƏ-ni 5% artırır və su təzyiqinin dəyişməsi ilə əlaqədar sürəti dəyişməyə imkan verir ki, bu da əlavə elektrik enerjisi istehsalına və ya qənaətinə imkan verir və turbində yaranan dağıdıcı təsirin (kavitasiyanın) azalmasına hesabına avadanlığın aşınmasının qarşısı da xeyli alınmış olur.

Konsentrasiya edilmiş günəş elektrik stansiyası kimi tanınan günəş şüalarını qəbuledici adlanan dəqiq bir nöqtədə cəmləşdirən güzgülər var ki, orada günəş istiliyini saxlayan və daşıyan istilik daşıyan maye var. İstilik qəbuledici mayeni buxara çevirir və bu, turbinə enerji vermək üçün boru sistemi vasitəsilə ötürülür. Turbinin istehsal etdiyi mexaniki enerji daha sonra onu

elektrik enerjisinə çevirən alternatora ötürülür. Günəş radiyasiyası elektrik stansiyasının fotovoltaiq massivindəki bütün günəş panelləri tərəfindən tutulur. İnverter günəş panelləri tərəfindən istehsal olunan davamlı cərəyanı alternativ cərəyana çevirir ki, transformator tərəfindən orta gərginlikli cərəyana çevrilsin. Nəzarət sistemi elektrik stansiyasının işinə nəzarət edir və yaranan yaşıl enerjini başqaları üçün əlçatan etmək üçün onu elektrik şəbəkəsinə qoşur.

Külək Elektrik Stansiyaları (KSES - külək enerjisi) elektrik enerjisinə çevirən stansiya) sort və təbii şəraitdə uzaq ərazilərdə əhalinin həyat şəraitinin və təhlükəsizliyinin səviyyəsinin artırılmasına şərait yaradır. KSES-lər enerji istehsal edən müəssisələrdə fəvqəladə hallar zamanı strateji vacib obyektlər üçün ehtiyat enerji mənbəyi qismində çıxış edir. İri enerji sistemlərin gözlənilməz qəza açılmaları zamanı KSES-lər əhalinin elektrik enerjisi və istilik təchizatının təhlükəsizliyini artırır. KSES-lərin dağılmasının əsas səbəbi isə artıq suyun bəndin üzərindən keçməsi, hidro-mexaniki avadanlığın imtinası, xidməti heyətin səhvləri, hidrometeoroloji müşahidələrin verilənlərinin çatışmazlığıdır. KSES-lərin zədələnməsindən dəyən zərər iri enerji obyektləri ilə müqayisədə olduqca azdır. KSES-lər seysmikliyi artırmır, zəlzələ zamanı daha təhlükəsizdir. KSES-lərin avadanlıqlarının həm özlərinin, həm də bütövlükdə onların təbii sistemlər üçün nisbətən təhlükəsizliyi, ucuz və qısa tikinti müddətinə malik olması, texniki cəhətdən əlçatan olması, YUNESKO-nun hidrologiya, ətraf mühitin qorunması, enerji resurslarının istismarı üzrə yeni üsulların işlənməsi və enerji obyektlərinin qorunması üzrə məqsədləri ilə uzlaşır. KSES-lər paylanmış enerji istehlakçıları olan izoleolunmuş rayonların elektrifikasiyasına imkan verir. Birləşmiş enerji sistemlərin tərkibində etibarlı maneərlə enerji mənbəyi qismində səmərəlidir. KSES-lər təsərrüfatın müxtəlif sahələrini su resursu ilə təmin edir. Tikinti və istismar zamanı böyük kapital qoyuluşu tələb etmir. İnvestorların axtarış-tapılmasını asanlaşdırır. Qısamüddətli tikinti, qurğuların hissələrinin unifikasiya edilməsi və nümunəvi layihələr zamanı öz xərcini tez ödəməyə zəmanət verir. Hidroqovşağın mərhələli tikintisi və generasiya gücünün tədricən artırılması zamanı kapital qoyuluşunun mərhələlərlə bölünməsinə təmin edir. Konstruksiyaların etibarlılığı, istismarın sadə və xərclərinin az olması KSES-lərin tikilməsini regionların və yerli enerji sistemlərin əsas məsələlərinə çevirir. Onların tikilməsi istismar edilməsinin maliyyələşdirilməsinin enerji istehlakçılarının və yerli investorların hesabına aparılmasına imkan verir. İrimiqyaslı energetikaya əlavə olunmaqda kiçik energetika enerji təchizatının etibarlılığını artırır və çayların hidroenergetik potensialından daha səmərəli istifadə etməyə şərait yaradır. Üzvi yanacaq işləyən elektrik stansiyasını əvəz etdikdə, hava mühiti sağlamlaşır və atmosferə atılan qaz-xanə qazlarını azaldır. Optimalıq meyarına cavab verir, ətraf mühitə minimal təsir etməklə insanların tələbatını ödəyir və səth axınlarının dayanıqlı torpaqaltı axınlara çevrilməsinə yardımçı olur. Sahillərin yuyulmasının azalma tendensiyası müşahidə edilir. Milli iqtisadiyyatın və ənənəvi fəaliyyət sahələrinin yenidən yaradılmasına və yüksəlişinə görə şərait yaradır. Yeni yaşayış sahələrinin elektrik enerjisi ilə təminatı zamanı

ekoloji nöqteyi-nəzərdən təhlükəsiz və səmərəlidir. KSES-lərin su anbarları balıqçılıqda, istirahət, kurort zonaları və ovçuluq təsərrüfatının təşkili zaman intensiv surətdə istifadə edilir. Fövqəladə hallar zamanı strateji vacib obyektlər üçün ehtiyat enerji mənbəyi qismində çıxış edir. İri enerji sistemlərin gözlənilməz qəza açılmaları zamanı KSES-lər əhalinin elektrik enerjisi və istiliklə təchizatının təhlükəsizliyini artırır. Eyni zamanda, nisbətən aşağı gücə malik mərkəzləşdirilmiş şəkildə idarə olunan bərpa olunan enerji mənbələri ayrı bir ərazinin enerji istehlakında yalnız azalma effekti yaradır. Onların yaratdığı enerji daşıyıcılarının (günəş, külək) cərəyan enerji intensivliyinin gözlənilməzliyi ES-nın etibarlılıq göstəricilərinə və nəticədə tələb olunan mərkəzləşdirilmiş enerji ehtiyatının miqdarına təsir göstərir.

## **NƏTİCƏ**

BOEM-in bəşəri təsiri nəticəsində Energetika sisteminin etibarlı, dayanıqlı, təhlükəsiz və səmərəli fəaliyyətinin təmin edilməsi milli təhlükəsizliyin tərkib hissəsi kimi həmişə dövlətin diqqət mərkəzində olmalıdır. Son illərdə karbohidrogen mənbələri ilə əlaqədar

dünyada yaranan münaqişələrin həlli və siyasi stabilliyin möhkəmləndirilməsi, enerji resurslarının xaricdən idxalının azaldılması və enerji təhlükəsizliyinin artırılması məqsədilə BOEM-dən istifadə müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Məhdud ölkələrin ərazilərində monopoliya şəraitində mövcud olan karbohidrogen ehtiyatlarından fərqli olaraq, BOEM yer kürəsində demək olar ki, bərabər surətdə paylanmışdır. Gələcəkdə respublikanın energetika sistemində aparılacaq struktur islahatları paylanmış generasiya qurğularının, xüsusən BOEM-in inkişafına güclü təkan verəcəkdir. BOEM-də enerji istehsalının getdikcə ucuzlaşması, ötürücü şəbəkə itkilərinin olmaması, təchizatçıya yaxınlığı səbəbindən daha etibarlı olması bu enerjinin geniş və üstün inkişafına əlverişli şərait yaradacaqdır. Bərpa olunan enerji mənbələrindən (BOEM) istifadəyə əsaslanan elektrik enerjisi istehsalı texnologiyalarının inkişafı elektrik enerjisi sistemlərinin (EES) strukturunu və idarəetmə prinsiplərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Bərpa olunan enerjinin aşağı qiyməti onların insan fəaliyyətinin demək olar ki, bütün sahələrində bir neçə kVt-dan yüzlərlə MVt-a qədər elektrik stansiyalarının elektrik enerjisinin geniş diapazonunda geniş tətbiqinə kömək edir.

- [1] *B.Yu. Синюгин, В.Г. Маргук.* Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике, Москва, изд. НЦ ЭНАС, 2008.
- [2] Международное Энергетическое Агентство, диалог по энергетической политике «Системная интеграция возобновляемых источников энергии», Астана, 3-5 июля 2012 г.

- [3] *T. Cəfərov.* “Bərpa Olunan Enerji Mənbələrinin Energetika Sistemində inteqrasiyasında Hidroakkumulyasiya Elektrik Stansiyalarının rolu” Bakı 2013.
- [4] *A.M. Kərimov, R.X. Məmmədov.* Energetika və Enerji resursları, Bakı - “Elm” 2009, səh. 140.
- [5] *N.A. Yusifbəyli, V.X. Nəsimov, R.R. Əlizadə.* Elektroenergetikanın inkişafının bəzi məsələləri “Az.ET və LAEİ” Elmi Əsərlər Toplusu. Bakı-Elm 2010, ISB 5-8066 1696-2, s.17-31.

**U.I. Ashurova**

## **POSSIBILITIES OF HYDROACCUMULATION IN POWER PLANTS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**

Hydroaccumulation power plants, as already mentioned, are a combination of a pumping station and a hydroelectric power station. The idea of creating a potential energy reserve by increasing the volume of water to a certain height and then using the energy of this volume in hydroturbines has a history of more than a century. "To ensure energy security, prosperity and meet climate goals, we must maximize the enormous potential of renewable energy sources and enable us to join the continent's Solar Terawatt Journey by 2030."The electric power industry is the basis of the national economy and is of exceptional importance for the life of modern society.

**У.И. Ашурова**

## **ВОЗМОЖНОСТИ ГИДРОАККУМУЛЯЦИИ В ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Гидроаккумулирующие электростанции, как уже было сказано, представляют собой сочетание насосной станции и гидроэлектростанции. Идея создания запаса потенциальной энергии путем нагнетания объема воды на определенную высоту и последующего использования энергии этого объема в гидротурбинах имеет более чем столетнюю историю.

«Для обеспечения энергетической безопасности, процветания и достижения климатических целей мы должны максимально использовать огромный потенциал возобновляемых источников энергии и предоставить возможность присоединиться к Солнечному тераваттному путешествию континента к 2030 году»