

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**  
**YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU**

**TƏRLANOV FİRUZ AYDIN oğlu**  
**MƏMMƏDOVA VÜSALƏ ƏLİPAŞA qızı**  
**BAYRAMOV EMİN NAMİQ oğlu**

**YERALTI SUDAN ENERJİ İSTEHSALI İMKANLARININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**  
**(NABRAN İSTİRAHƏT ZONASININ TİMSALINDA)**

mövzusunda

**MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI**

*İxtisas:* TM 060609 – İstilik energetikası Mühəndisliyi

*İxtisaslaşma:* “Bərpa Olunan Enerji Mənbələri”

*Elmi rəhbər:* t.e.n., dosent Kəlbəyev Ramiz Kəlbəyev oğlu

**BAKİ – 2024**

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**  
**YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU**

**MAGİSTRANTIN ANDI**

**Yeraltı sudan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsi (Nabran istirahət zonasının təmsalında)** mövzusunda təqdim etdiyimiz magistrlik dissertasiyasını elmi əxlaq normalarına və istinad qaydalarına tam riayət etməklə və istifadə etdiyim bütün mənbələri ədəbiyyat siyahısında əksətdirməklə yazdığımıza and içirik və magistrlik dissertasiyasının AzTU Kitabxana İnformasiya Mərkəzində saxlanılması, həmin mərkəz tərəfindən AzTU Rəqəmsal Repozitoriyasına daxil edilərək repozitoriyanın veb saytında yerləşdirilməsinə icazə veririk.

**TƏRLANOV FİRUZ AYDIN oğlu** \_\_\_\_\_

**MƏMMƏDOVA VÜSALƏ ƏLİPAŞA qızı** \_\_\_\_\_

**BAYRAMOV EMİN NAMIQ oğlu** \_\_\_\_\_

Tarix:

## MÜNDƏRİCAT

İXTİSARLARIN VƏ ŞƏRTİ İŞARƏLƏRİN SİYAHISI .....	4
GİRİŞ .....	5
FƏSİL I. TERMAL SU SAHƏLƏRİNİN GEOLOJİ VƏ GEOTERMİK ŞƏRTLƏRİ	9
1.1.Termal suların tədqiq edilməsinin ədəbiyyat analizi .....	9
1.2.Termal suların əmələ gəlməsi şərtləri .....	10
1.3.Azərbaycanın termal su mənbələri.....	11
1.4.Nabran istirahət zonasının termal suları.....	17
FƏSİL II. YERALTİ SULARIN TƏDQİQAT METODOLOGİYASI .....	23
2.1. Yeraltı suların təmizlənməsi üsullarının təhlili .....	23
2.2. Yeraltı su resuslarından enerji istehsalı texnologiyası.....	31
FƏSİL III. NABRAN İSTİRAHƏT ZONASININ YERALTİ SUYUNDAN ENERJİ İSTEHSALI İMKANLARININ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ.....	39
3.1. Nabran istirahət zonasının termal suyunun istilik-fiziki xassələrinin tədqiqi.....	39
3.2. Nabran istirahət zonasının termal suyunun istifadəsi üçün hidrogeoloji quyuların qazılması .....	43
3.3. Nabran istirahət zonasının yeraltı suyundan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsi.....	46
NƏTİCƏLƏR .....	50
ƏDƏBİYYAT .....	51

## İXTİSARLARIN VƏ ŞƏRTİ İŞARƏLƏRİN SİYAHISI

**BOE**- Bərpa olunan enerji

**BOEM**-Bərpa olunan enerji mənbələri

**HES**-Hidroelektrik Stansiya

**ES**-Elektrik Stansiyası

**IRENA**- International Renewable Energy Agency- Beynəlxalq BOE Agentliyi

**GeoES**-Geotermal Elektrik Stansiyası

**REN21**- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century- 21-ci əsr üçün

**BOESS**- Bərpa Olunan Enerji Siyasəti Şəbəkəsi

## GİRİŞ

**Problemin aktuallığı.** BOEM arasında geotermal enerji ekoloji təmizliyinə və ehtiyatlarının çox olmasına görə çox perspektivlidir. Azərbaycan öz coğrafi mövqeyinə görə geotermal enerjisi ehtiyatları ilə zəngindir. Quba-Xaçmaz iqtisadi zonası geotermal enerji ilə daha zəngindir.

Geotermal sulardan alternativ enerji mənbələri kimi istifadə etmək üçün bu suların xassələrinin araşdırılması əsas şərtlərdən biridir. Burada əsasən yeraltı suların kimyəvi analizinin aparılması, su çıxan ərazilərin geoloji quruluşlarının öyrənilməsi ilk şərtlərdən biridir. Bunlarla yanaşı geotermal suların istilik-fiziki xassələri də öyrənilməsi vacib olan parametrlərdir. Bu sahədə dünya alimləri tərəfindən əhəmiyyətli elmi-tədqiqat işləri görülür.

Ölkəmizdə ümumi məhsuldarlığı günə 100 milyon litrdən çox müxtəlif maddələrlə zəngin yeraltı, içməli, mineral və termal bulaq suyu ehtiyatları mövcuddur. Azərbaycanda da bu sahədə uzun müddət ərzində əhəmiyyətli elmi işlər görülmüşdür. Azərbaycanın geotermal suların mənbələri, tərkibinin kimyəvi analizi və s. əhəmiyyətli dərəcədə öyrənilmişdir. Nabran istirahət zonasının timsalında yeraltı sudan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsində çox aktualdır.

Geotermal enerji hal-hazırda dünyada ən az istifadə olunan alternativ enerji mənbəyidir. Lakin ənənəvi enerji mənbələrinin miqdarının azaldığı və qiymətlərinin artdığı bir vaxtda alternativ enerji mənbələrinə tələbat artığı üçün geotermal enerji mənbələrindən istifadə də geniş vüsət alacaqdır. Hal-hazırda dünyanın qabaqcıl ölkələrində geotermal enerjiden əsasən enerji alınması və ya məişətdə isti su kimi isitmə qurğularında geniş istifadə edilir.

Azərbaycan Respublikasının ərazisi termal sularla zəngindir. Bunlar Böyük və Kiçik Qafqaz dağları, Abşeron yarımadası, Talış dağ-yamac zonası, Kür çökəkliyi və Xəzəryanı-Quba ərazisi kimi geniş sahələri əhatə edir. Göstərilən ərazilərdə olan termal suları istifadəyə cəlb etməklə məişətdə və digər sahələrdə istilik və elektrik enerjisinə olan ehtiyacın bir hissəsini ödəmək mümkündür.

Geotermal suların alternativ enerji mənbələri kimi istifadə etmək üçün bu suların xassələrinin araşdırılması əsas kəmiyyətlərdən biridir. Burada əsasən suların kimyəvi analizi, su çıxan ərazilərin geoloji quruluşlarının öyrənilməsi ilk sərtlərdən biridir. Bunlarla yanaşı geotermal suların istilik-fiziki xassələri də öyrənilməsi vacib olan parametrlərdir. Bu sahədə dünya alimləri tərəfindən əhəmiyyətli elmi-tədqiqat işləri görülür.

Azərbaycanda da bu sahədə uzun müddət ərzində əhəmiyyətli elmi işlər görülmüşdür. Azərbaycanın geotermal suların mənbələri, tərkibinin kimyəvi analizi və s. əhəmiyyətli dərəcədə öyrənilmişdir. Amma geotermal suların istilik-fiziki xassələri bu sahədə az öyrənilmişdir.

Yer təkinin istiliyi bir çox ölkələrdə sənaye, kənd təsərrüfatı, məişət və kommunal sahələrdə və təbabətdə geniş istifadə olunur. Enerji istehsalında və istehlakında geotermal enerji mənbələrindən istifadənin üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onların tətbiqi iri həcmli maliyyə vəsaiti tələb etmir. Yeraltı sudan enerji istehsalı imkanlarının təyin olunaraq ondan istifadə olunması vacibdir.

Layihə həyata keçirilərkən yeraltı sulara aid mövcud məlumatlardan istifadə olunaraq analitik üsul ilə ərazinin enerji potensialı müəyyən olunacaqdır.

Bəşəriyyət “Yerin istiliyi”ndən çox qədim zamanlardan istifadə edir. Buna ən sadə misal Romam hamamlarını göstərmək olar. Buna baxmayaraq, Geotermal istilik mənbələrinin istiliyindən geniş istifadə XIX əsrdən başladı. Onun köməyi ilə italyan fermerlər evlərini və istixanalarını, suyu qızdırırdılar. 1904-cü ildə İtaliyanın Larderello şəhərində dünyada ilk geotermal elektrik generatorunun işə salınması təsadüfi deyil. Bu stansiya bu günə kimi uğurla fəaliyyətini davam etdirir.

Azərbaycanda mövcud olan yer səthinə təbii surətdə çıxan əksər termal suların temperaturu 60°C-yə çatır. Buruq üsulu ilə qazılan və yerin dərin qatlarından çıxan suların hərərəti isə +95°C-yə çatır. Yeraltı suların enerjisindən istifadə üçün mövcud üsullardan istifadə olunacaqdır. Geotermal isti suların elektrik enerjisinin istehsalı texnologiyası müxtəlif olur. Texnoloji prinsiplərə görə inkişaf etmiş ölkələrdə **quru buxar** (Dry steam ) elektrik stansiyaları, **flash buxar** (Flash steam )elektrik

stansiyaları və **ikili dövrü** (Binary cycle) elektrik stansiyaları mövcuddur . Termal sudan elektrik enerjisinin istehsalı texnologiyası əsasən quyudan çıxan termal suyun tərkibi, temperaturu, debiti , çirkliliyi və iqtisadi göstəricilər nəzərə alınmaqla seçilir.

Binary dövrü elektrik stansiyalarında aşağı temperaturlu ( $57^{\circ}\text{C}$ ) termal sudan da istifadə oluna bilər. Orta isti geotermal suyun temperaturu daha çox aşağı qaynama temperaturu olan karbohidrogen maye (izobutan ) tərəfindən qəbul edilir. Daha çox aşağı qaynama temperaturu olan maye (izobutan) 5 atm. yüksək təzyiq altında buxarlanır və sonra bu qaz buxarı turbini hərəkətə gətirir. Buxar qaz soyudularaq maye halına çevrilərək yenidən buxarlandırıcı qurğuya geri axır və bir daha geotermal suyun istiliyi hesabına buxarlanaraq turbini hərəkətə gətirir. Beləliklə, proses dövrü olaraq təkrarlanır. Binary geotermal elektrik stansiyaları bu gün tikilən stansiyaların əsas növlərindən biridir.

**Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri:** İşin məqsədi Yeraltı sudan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsidir.

**Tədqiqatın predmeti və obyektı:** Tədqiqatın predmeti Yeraltı sular tədqiq olunaraq onların istilik-fiziki xassələri müəyyənləşdirilərək enerji istehsalı məqsədilə istifadə olunmasıdır. Tədqiqatın obyektı Nabran istirahət zonasının təmsalında yeraltı sulardır.

**Tədqiqat metodları:**

1. Xlorlama
2. Ozonlaşdırma
3. Demanqanasiya

**Elmi yeniliyin elementləri:**

1. Yeraltı suların istilik-fiziki parametrləri təyin olunmuşdur.
2. Yeraltı suların temperatur, təzyiq və digər parametrlərinə uyğun enerji istehsalı texnologiyası seçilmişdir.
3. İstehsal olunan enerjiden istifadə sahələri müəyyənləşdirilmişdir. Enerjinin istehsalı, oturulması və istifadəsinə dair təkliflər hazırlanmışdır.

**Praktiki həll.** Nabran istirahət zonasının termal suyunun enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsi.

### **Mudafiə üçün təqdim edilən nəticələr:**

1. Nabran istirahət zonasının yeraltı suyunun kimyəvi tərkibi oyrənildi. Bulaqların suları təzə, ümumi sərtlik baxımından sərt, pH dəyərində görə neytraldır. Bulaqların yeraltı sularının kimyəvi tərkibi kalsium bikarbonatdır.
2. Sularda üzvi maddələrlə çirklənmə əlamətləri müşahidə olunur, bunu nitrat azotunun yüksək tərkibi və permanınatın oksidləşməsinin dəyəri subut edir. Eyni zamanda, tədqiq olunan sularda antropogen təsir əlamətləri müşahidə edilir və onların tərkibində sulfation, xlorid ionu və nitrat ionu, həmçinin natrium və kalium ionlarının tərkibinin təbii fon qiymətlərinə nisbətən artdığını göstərir.
3. Kiçik yaşayış məntəqələrində yeraltı mənbələrdən su təchizatı sistemlərinin təhlili göstərdi ki, sxemlər, əksər hallarda, normadan kənara çıxma olsa belə, suyun təmizlənməsini nəzərdə tutmur.
4. Əksər hallarda su tələb olunan suyun keyfiyyətini təmin etməyən quyulardan, eləcə də mədən quyularından götürülür.
5. Suyun təmizlənməsi usullarının təhlili, dəmirin çıxarılması və yeraltı suların demanqanizasiyası, həmçinin ion mubadiləsindən istifadə edərək yumşaldılması üçün katalitik filtr materiallarının ən çox istifadə edildiyini göstərdi.
6. Yeraltı su resuslarından enerji istehsalı texnologiyası araşdırıldı.
7. Nabran istirahət zonasının yeraltı suyundan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsi aparıldı. Bu suyun temperaturu imkan verir ki, İstilik nasoslarının tətbiqi ilə ərazidə yerləşən yaşayış və ictimai obyektlərin isti su təchizatı aparılsın.

**Nəticələrin aprobeasiyası.** Verilmiş dissertasiya işinin əsası Azərbaycan xalqının Umummillilideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-cu ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Mutərəqqi texnologiyalar və innovasiyalar” mövzusunda Respublika Elmi-texniki konfransında məruzə edilmişdir.

**Nəşrlər:** R.Kəlbəyev, V.Məmmədova, F.Tərılanov, E.Bayramov  
 “GEOTERMAL ENERJİ MƏNBƏLƏRİNDƏN İSTİFADƏNİN EFFEKTİVLİYİ”.  
 Mutərəqqi texnologiyalar və innovasiyalar” mövzusunda Respublika Elmi-texniki konfransı. Bakı. 2024



# FƏSİL I. TERMAL SU SAHƏLƏRİNİN GEOLOJİ VƏ GEOTERMİK ŞƏRTLƏRİ

## 1.1. Termal suların tədqiq edilməsinin ədəbiyyat analizi

Müəyyən xəstəliklərin müalicəsi üçün mineral və termal sulardan istifadə bəşəriyyətin mövcud olduğu qədim dövrlərdən başlamışdır. Buna, misal olaraq, Monqolustandakı termal bulaqlardan birində tapılmış daş dövrünə aid alətlərin qalıqları sübut edir. Bu ərazinin mineral və termal suları haqqında ilk məlumatlara müxtəlif illərdə əsasən coğrafi-geoloji tədqiqat məqsədi ilə səfər etmiş rus və amerikalı tədqiqatçıların əsərlərində və hesabatlarında rast gəlinir. Beləliklə, məşhur rus səyyahları və alimlərinin əsərlərində N.M. Prjevalsky, G.N. Potanina, M.V. Pevtsova, V.A. Obrucjeva, P.K. Kozlova, N.M. Yadrinsevdə quyular və bulaqlar, yeraltı suların keyfiyyəti, çay və göllərin təsviri, mineral və termal bulaqlar haqqında bəzi məlumatlar var. Xanqay termal bulağında (1922-ci il 15-17 iyun) olmuş amerikalı geoloqlar S.Berki və F.Morris qeyd etmişlər ki, o, böyük tektonik çatla məhdudlaşır və bu çatla birlikdə qaya təbəqələri bir neçə yüz metr yerdəyişərək soyumamış vulkanik lavaya çatır. Lava ilə qızdırılan sular öz enerjilərinin təsiri ilə yuxarı qalxır və isti bulaqlar şəklində çölə çıxır.

Son onilliklərdə termal sular bütün dünya alimləri arasında ən aktual tədqiqat obyektinə olmuşdur [2-4]. Onların balneoloji xassələri ilə yanaşı, hidrogeokimya nöqtəyi-nəzərindən daha fundamental aspektə, yəni termal hamamların tərkibinin formalaşması məsələsinə xüsusi diqqət yetirilir.

Az minerallaşdırılmış termal sular, xüsusən də azotlu sular həmişə su mühitinin qələvi təbiəti ilə xarakterizə olunur və eyni zamanda flüor, silisium və s. kimi izafi elementlərlə zənginləşir.

Həddindən artıq kimyəvi elementlərin mənbələrinin, yüksək qələvilik və istilik vannalarının az duzluluğunun təbiətini müəyyən etmək su-daş sistemində geoloji təkamül nəzəriyyəsi nöqtəyi-nəzərindən mümkündür. Bununla əlaqədar olaraq, bu işin

əsas məqsədi termal suların sulu süxurların mineralları ilə tarazlığının təbiətinin ətraflı öyrənilməsidir.

Dissertasiya işi 2022 və 2024-cü illərdə aparılmış ekspedisiya tədqiqatlarının nəticələrinə əsaslanır. Bulaqlar ümumi kimyəvi, mikrokomponent və izotop tərkibinə görə sınaqdan keçirilmişdir. Sürətlə dəyişən parametrlər - pH, temperatur - birbaşa nümunə götürmə yerində müəyyən edilmişdir. Ümumi kimyəvi analiz titrləmə və ion mübadiləsi xromatoqrafiyası ilə aparılmışdır. Mikrokomponent tərkibi NexION 300D induktiv şəkildə birləşdirilmiş plazma kütlə spektrometrindən (PerkinElmer, ABŞ) istifadə edərək kütləvi spektrometriya ilə müəyyən edilmişdir.

Azərbaycanın termal suları çoxdan yüksək minerallaşması və yüksək temperaturu ilə tanınır, buna görə bakterioloji kristal təmizliyə malikdir və minerallarla son dərəcə zəngindir.

## 1.2. Termal suların əmələ gəlməsi şərtləri

Temperatur və təzyiq hidrotermal sistemin maddi tərkibi ilə birlikdə hər hansı dərin prosesin, o cümlədən termal suların əmələ gəlməsinin inkişaf gedişatını müəyyən edir. Qeyd edək ki, qrun sularının temperaturu, xüsusən də sakit tektonik rejimli bölgələrdə onun əmələ gəlməsinin fiziki şərtləri və temperatur qradienti nəzərə alınmaqla, yerdaxili dövriyyənin dərinlikləri haqqında ümumi fikir verir.

Yeraltı mayenin əmələ gəlmə temperaturu və regionda geotermal qradient əsasında sulu məhlulun əmələ gəlmə dərinliyi məlum asılılıqdan istifadə etməklə müəyyən edilə bilər [Golubev, 2007]:

$$N_{form} = T_h/g \quad (1.1)$$

burada  $T_h$  –termal məhlulun əmələ gəlmə temperaturu, °C;

$g$  - geotermal gradient, °C/km.

Geotermal gradient aşağıdakılarla müəyyən edilir:

$$g = q/\lambda \quad (1.2)$$

burada  $q$ -istilik axınının sıxlığı, mVt/m<sup>2</sup>,

$\lambda$  – süxurların istilik keçiriciliyi,  $\text{Vt}/(\text{m}^0\text{C})$

Yer qabığının süxurlarının temperaturlarının təxmini qiymətləndirilməsi, sərhəd şərtləri kimi istilik axınının ölçülmüş dəyərləri nəzərə alınmaqla müxtəlif modellər (bölgələrə, bölmələrə uyğun) istilik keçiriciliyi tənliklərini həll etməklə həyata keçirilə bilər. Hesablanmış istilik axını dəyərlərinin (litosferin qalınlığına əsasən) ölçülmüş dəyərlərlə müqayisəsi Azərbaycanın litosferinin istilik sahəsinin qeyri-stasionar olduğunu göstərdi; nəzəri dəyərlər bu bölgədə ölçülmüş dəyərləri üstələyir.

Beləliklə, ərazi yer qabığının xarakterik aşağı qalınlığına, artan istilik axınına və çoxsaylı hidrotermal çıxışlar şəklində yerin təkinin geotermal rejiminə malikdir. Buna görə də, burada müxtəlif hidrokimyəvi geotermometrlərdən istifadə etməklə bölgənin temperatur rejiminin ən real göstəriciləri əldə edilə bilər.

### **1.3.Azərbaycanın termal su mənbələri**

Son zamanlar global istiləşmə problemi və yanar enerji mənbələrinin azalması ilə əlaqədar olaraq alternativ (bərpa olunan) enerji mənbələrindən istifadə ön plana çıxmışdır.

Geotermal enerji - Yerın daxili istilik enerjisi həm dünyada, həm də Azərbaycanda alternativ enerjinin ən perspektivli növlərindən biri hesab olunur. Dərinliklərdə toplanan bu enerji vulkanlar, termal sular və keçirici istilik ötürülməsi ilə səthə çıxarılır.

Termal sulardan istifadə suyun yüksək istilik tutumuna görə geotermal enerji əldə etməyin ən səmərəli yoludur.

Masallı, Astara və Lənkəran rayonlarının termal suları bütün Talış dağ silsiləsini keçən regional qırılma ilə məhdudlaşır [1,3]. Ərkivan bulaqları (Masallı) ərazisində dərinliyi 500 m-ə qədər olan quyular vasitəsilə çıxışında temperaturu 44-45°C olan termal sular aşkar edilmişdir. Müxtəlif mənbələrdə suyun temperaturu 50-64°C arasında dəyişir. Quyunun debiti 10-15 l/s, mineralaşdırılmış su (17-18 q/l), kalsium xlorid tərkibi.

Lənkəran rayonunda (Meşəsu, İbadisu Qavzavua və Qaftoni bulaqlarının ərazisi) dərinliyi 465-1000 m olan bir sıra quyular qazılmış və bu quyularda temperaturu  $50^{\circ}\text{C}$ -ə qədər olan su aşkar edilmişdir.

Bulaqlarda suyun temperaturu  $30-43^{\circ}\text{C}$ , axın sürəti  $2260 \text{ m}^3/\text{gün}$  təşkil edir. Minerallaşdırılmış su ( $3,4-5,8 \text{ q/l}$ ), natrium xlorid-kalsium tərkibi. Çəkmə quyularında suyun temperaturu  $23-39^{\circ}\text{C}$ , debiti  $46 \text{ l/s}$ -ə qədərdir. Yaxın Astara bulaqlarından  $30-500 \text{ m}$  dərinlikdə olan quyularda temperaturu  $35-50^{\circ}\text{C}$  olan termal sular aşkar edilmişdir. Minerallaşdırılmış su ( $18-20 \text{ q/l}$ ), natrium xlorid tərkibi. Yalnız 7 seçilmiş mənbə və Talış quyusunun temperaturu  $45-64^{\circ}\text{C}$  olan ümumi debiti sutkada  $6272,8 \text{ m}^3$  təşkil edir. Əgər bu suların istiliyindən istifadə etsəniz, onları cəmi  $20^{\circ}\text{C}$  soyutsanız, istilik gücü təxminən  $6 \text{ MVt}$  olacaqdır.

Xəzər-Quba zonasında (Böyük Qafqazın cənub-şərq yamacı) termal sular üçün xüsusi qazılmış səkkiz quyuda hidrokarbonat-kalsium-natrium tərkibli, minerallaşması  $0,8-1,9 \text{ q/l}$ , ümumi debiti olan termal sular aşkar edilmişdir.  $20,470 \text{ m}^3/\text{gün}$ . Ümumi güc (suyun temperaturunun yalnız  $20^{\circ}\text{C}$  azalması nəzərə alınmaqla) təxminən  $20 \text{ MVt}$  təşkil edir. Xaçmaz rayonu ərazisində bir quyuda debiti  $1228 \text{ m}^3/\text{sut}$ , temperaturu  $58^{\circ}\text{C}$  olan termal sular aşkar edilib. Yalama ərazisində bir quyuda debiti  $500 \text{ m}^3/\text{sutka}$ , temperaturu  $95^{\circ}\text{C}$  olan termal sular aşkar edilib. Bu quyuların minimum istilik gücü müvafiq olaraq  $1,2$  və  $0,5 \text{ MVt}$  təşkil edir.

Abşeron yarımadasında termal sulara müxtəlif dərinliklərdəki quyularda və təbii çıxışlarda rast gəlinir. Abşeron yarımadasında, Hövsan kəndindən şərqdə qazılmış dərinliklərdən minerallaşmış suların temperaturu  $100-135^{\circ}\text{C}$ -ə çatır. Parıldayan termal sulara Abşeron yarımadasının bir sıra yerlərində rast gəlinir. Bakının bilavasitə yanındakı Bibi-Heybətdə xlorid-bikarbonatlı-natriumlu sular  $16,5 \text{ q/l}$  minerallaşma,  $71^{\circ}\text{C}$  temperatur və  $450 \text{ m}^3/\text{sutkadan}$  artıq debitlə fişqırır. Güzdəkdə quyulardan temperaturu  $50-65^{\circ}\text{C}$ -dən çox olan su hasil edilirdi. Qara-Heybətdə, Çilov adasında və başqa yerlərdə də quyulardan isti su axır. Dərinlik artdıqca termal suların temperaturu yüksəlir və duzluluğu azalır. Kür çökəkliyi temperatur və su tərkibinin kompleks paylanması ilə vahid, kompleks qurulmuş artezian hövzəsidir. Burada termal sular  $200-4500 \text{ m}$  dərinlikdə yerləşir, onlar Abşeron, Ağçaqıl mərhələləri, məhsuldar təbəqələr,

Maykop formasıyası və təbaşir çöküntüləri ilə məhdudlaşır. Hövzə daxilində Abşeron yataqları ilə əlaqəli sular təzyiqli, özü axan, hidrokarbonat-natrium tərkibliydir. Babazənən, Neftçala, Təpəlik, Mişovdağ ərazilərində neft və qaz üçün qazılan bir çox quyularda termal sular aşkar edilmişdir. Bu sular yod və bromla zənginləşdirilmişdir [1,2,4,5,6].

1969-cu ildə Carlı sahəsində (Kürdəmir r.) 3 saylı quyuda Üst Təbaşir çöküntülərində debiti 20000 m<sup>3</sup>/sutka olan termal sular aşkar edilmişdir. O, 100°C-ə qədər olan temperatura malikdir. 40°C-yə qədər soyuduqda bu quyunun istilik gücü 53,5 MVt olacaq. Kürdəmir rayonunda 1 quyuda debiti 10 000 m<sup>3</sup>/sutka olan termal sular aşkar edilib (82°C). İstilik gücü (40°C-ə qədər soyuduqda) 20,4 MVt təşkil edir. Şirvanlı ərazisində bir quyuda debiti 3000 m<sup>3</sup>/sutka olan termal sular aşkar edilmişdir. və temperatur 60°C.

Aparılmış kəşfiyyat işləri əsasında müəyyən edilmişdir ki, Kür çökəkliyinin cənub-qərb tərəfində əhalinin və sənaye obyektlərinin, istixana təsərrüfatlarının istiliklə təchizatı, kimyəvi maddələrin alınması məqsədilə sərfəli və hərtərəfli istifadə oluna bilən kifayət qədər termal su ehtiyatı vardır[1,2,5].

Bərdə ərazisində Sarmat çöküntülərindən 1500-1600 m intervalda bir sıra quyularda debiti 1500 m<sup>3</sup>/sutka qədər olan termal sular əldə edilmişdir. Sorsor, Qaracalı, Beyləqan, Sovetlər və s. ərazilərdə də quyularda oxşar parametrlərə malik termal sular aşkar edilmişdir.

Cədvəl 1.1-də hidrogeoloji rayonlar üzrə termal suların istismar ehtiyatları əsasında müəyyən edilmiş ümumi enerji gücü [7]-yə uyğun olaraq təqdim edilmişdir.

Yerin daxili hissəsində yığılan ümumi enerjini qiymətləndirmək üçün bütün geotermal enerjini, o cümlədən bərk süxurlarda və məsamə mayələrində yığılan enerjini qiymətləndirmək lazımdır. Geotermal ehtiyatların qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif üsullar mövcuddur. Bu işdə Qərbi Avropanın yeni metodologiyasından istifadə edilmişdir [8]. Geotermal ehtiyatların sıxlığını qiymətləndirmək üçün onlar geotermal enerjinin hasil edilə və istifadə oluna bilən bərpa olunan hissəsini təmsil edirlər.

## Cədvəl 1.1.

## Termal suların istismar ehtiyatlarının proqnozlaşdırılması

Hidrogeoloji sahələr	Suyun temperaturu, °C	Proqnoz su ehtiyatı, m <sup>3</sup> /gün.	Ümumi enerji tutumu, MVt
Böyük Qafqazın dağ qırıqları zonaları	30-55	3000	165
Qusar dağətəyi ovalığı	35-95	21 754	669
Abşeron yarımadası	25-85	20 200	544
Kiçik Qafqazın dağ qırıqları zonaları	35-75	4 371	775
Naxçıvan Muxtar Respublikası	42-55	3 200	136-280
Talış dağ qırıqları zonası	35-47	15405	655-768
Lənkəran ovalığı	44-67	7 958	395-1139
Kür çökəkliyi	25-97	172466	48·10 <sup>3</sup>
Ümumi			

Mənbə: [http://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2017/03/F.Imanov-](http://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2017/03/F.Imanov-A.Alekberov.pdf)

[A.Alekberov.pdf](http://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2017/03/F.Imanov-A.Alekberov.pdf)

Qərbi Avropa ölkələrində məsaməli su anbarlarında istilik miqdarının həcmnin modelindən istifadə olunur [8]. Geotermal ehtiyatlar H<sub>1</sub> (Coul ilə) aşağıdakı düsturla (1.3) qiymətləndirilir:

$$H_1 = H_0 \cdot R_0 \quad (1.3)$$

burada: H<sub>0</sub> – süxurlarda yığılan istilik. Bu resurs süxur matrisində yığılmış istilik (m) və onun doyduğu daxilolma (w) daxildir:

$$H_0 = [(1 - P) \cdot \rho_m \cdot c_m + P \rho_w \cdot c_w] \cdot [T_t - T_0] \cdot A \cdot \Delta z \quad (1.4)$$

burada:  $\rho_m$ ,  $\rho_w$  – müvafiq olaraq süxur və su matrisinin sıxlığı, kq/m<sup>3</sup>;  $c_m$ ,  $c_w$  – müvafiq olaraq süxur və su matrisinin xüsusi istilik tutumu, C/kq•K;

P – ölçüsüz effektiv məsaməlik;

T<sub>t</sub> – su tərkibli təbəqənin damında temperatur, °C,

T<sub>0</sub> – Yer səthinin temperaturu, °C;

A – lay səthinin hesab edilən sahəsi, m<sup>2</sup>;

Δz – su tərkibli horizontun effektiv qalınlığı, m;

R<sub>0</sub> – bərpa olunan istilik hissəsini əks etdirən bərpa əmsalı.

Bir cüt quyudan istifadə edərkən (hasilat və vurulma):

$$R_0 = \frac{0,33(T_t - T_r)}{(T_t - T_0)} \quad (1.5)$$

burada:  $T_r$  – quyuya vurulan suyun temperaturu, °C.

Mütəxəssislər [8] təklif edirlər ki,  $T_r$ -nin 25°C olduğu qəbul edilməlidir, baxmayaraq ki, bəzən başqa dəyərlər də istifadə olunur. Bir quyuyu istifadə edildikdə,  $R_0 \approx 0,1$ .

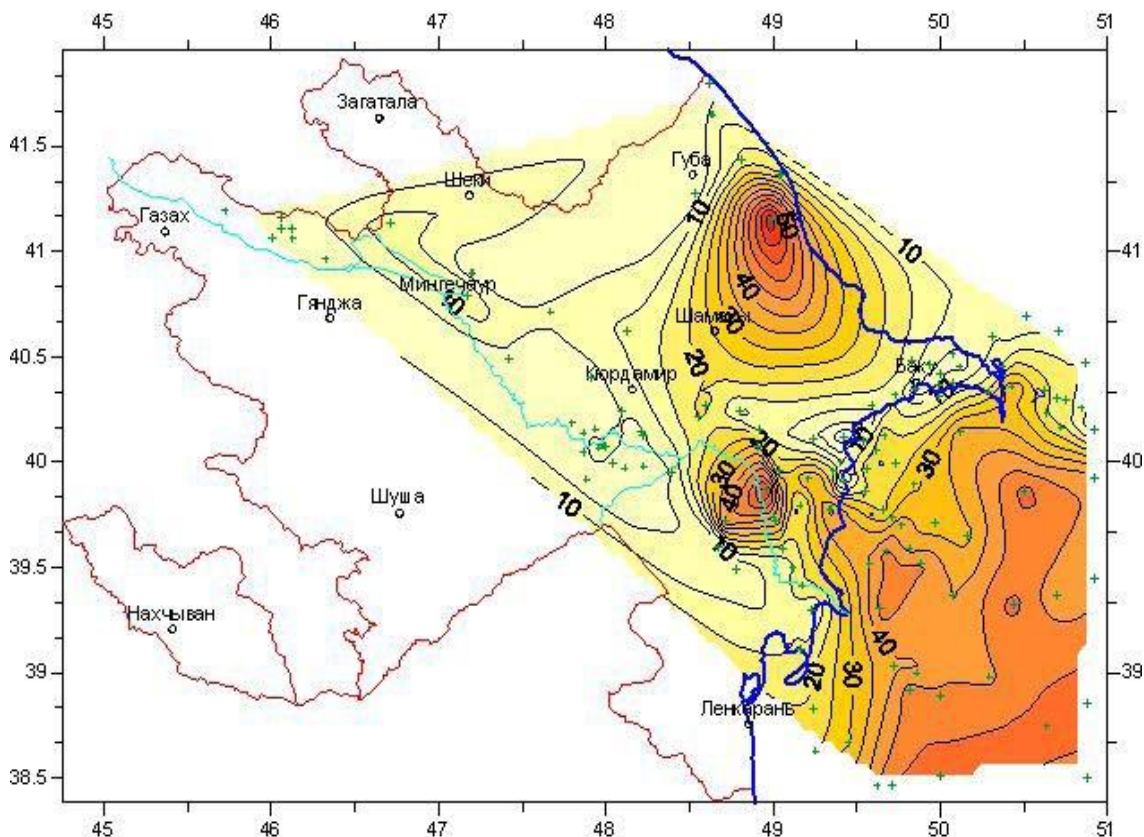
(1.4) düsturundan biz ümumi resursu  $H_0$  –a bölməklə vahid sahəyə (kvadrat metrə)  $H_{01}$  uyğun olan geotermal enerji resursunu hesablaya bilərik.

Səth sahəsinə görə A:

$$H_{01} = [(1 - P) \cdot \rho_m \cdot c_m + P\rho_w \cdot c_w] \cdot [T_t - T_0] \cdot \Delta z \quad (1.6)$$

Müxtəlif regionlardan dərin quyulardan alınan geotermal məlumatlar əsasında Azərbaycanın Pliosen yataqlarının geotermal ehtiyatlarının vahid sahəyə (1 m<sup>2</sup> üçün) sıxlığı hesablanmış, onun əsasında sonradan xəritə tərtib edilmişdir.

Hesablamalarda süxur və su nümunələrinin fiziki parametrlərindən istifadə edilmişdir: tədqiq olunan quyulardan müvafiq olaraq  $\rho_m \cdot c_m$  və  $\rho_w \cdot c_w$  və ya geoloji şəraitdə sözügedən quyuya ən yaxın quyulardan tətbiq edilən məlumatlar. Suyun sıxlığının  $\rho_w = 1000$  kq/m<sup>3</sup> olduğu qəbul edilir. Suyun xüsusi həcmli istilik tutumu (orta hesabla 4200 C/(kq•K)) temperaturdan bir qədər asılı olan parametrdir. Qeyd edək ki, Azərbaycanın müxtəlif bölgələrindən götürülmüş süxur nümunələrinin xüsusi istilik tutumu 800-1250 C/kq•K diapazonunda dəyişir, Pliosen kompleksinin süxurlarının sıxlığı isə 2100-2650 kq/m<sup>3</sup> təşkil edir [1].



Şək. 1.1. Azərbaycanda yeraltı süxurların Pliosen kompleksinin geotermal ehtiyatlarının gücünün paylanması. İzolatlar – geotermal resursların MVt gücündə  
Mənbə:<http://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2017/03/F.Imanov-A.Alekberov.pdf>

Azərbaycanda çöküntü laylarının ən yaxşı öyrənilmiş hissəsi məhsuldar təbəqələrdir. [9]-da məhsuldar təbəqələrin yuxarı hissəsində temperaturun paylanması xəritəsi qurulmuşdur. Bu xəritədən alınan məlumatlar əsasında yuxarıda göstərilən metodologiyadan istifadə etməklə Azərbaycanın məhsuldar təbəqələri üçün geotermal enerji ehtiyatları qiymətləndirilir. Hesablamalara dərin quyuların 148 geoloji və geotermal hissəsindən məlumatlar daxil edilib.

Hesablama nəticələri Şəkil 1.1- də göstərilmişdir. (1.4) düsturundan aydın olur ki, geotermal enerji ehtiyatlarının sıxlığı dərinlikdəki temperaturdan asılıdır. Geotermal horizontların temperaturu isə öz növbəsində bu horizontların dərinliyindən asılıdır və onlar suya batan kimi artır. Bu, Şəkil 1.1-də də əks olunur. Burada ən yüksək geotermal enerji ehtiyatları Pliosen çöküntülərinin maksimum qalınlığı ilə Cənubi Xəzər hövzəsinin dərin hissələrinə uyğun gəlir.



#### 1.4.Nabran istirahət zonasının termal suları

Bu gün biz insan həyatına ən çox təsir edən və sivilizasiyanın davamlı inkişafının əsaslarına təsir edən əsas enerji problemləri bunlardır:

- enerji resurslarının və elektrik enerjisinin çatışmazlığı;
- enerji obyektlərinin təsirindən ətraf mühitə təhlükə;

Bu gün alternativ enerji mənbələrinə - ekoloji cəhətdən təmiz və bərpa olunan enerji mənbələrinə böyük ümidlər bəslənir. Belə mənbələrə aşağıdakılar daxildir: biokütlə enerjisi, külək, günəş, geotermal enerji, hidroenergetika və başqaları [1].

Geotermal enerji yeraltı suları və ya bərk süxurları qızdıran fiziki və kimyəvi proseslər nəticəsində yerin dərinliklərindən çıxan sudan istilik və ya elektrik enerjisinin istehsalıdır. Geotermal enerji aşağıdakı üstünlüklərə malikdir: xarici mənbələrdən yanacaq tədarüku tələb olunmur, hava şəraitindən asılı olmamağı, aşağı istismar xərcləri, elektrik stansiyaları çox yer tutmur.

Geotermal enerjiden istifadə iki yolla həyata keçirilir: elektrik enerjisi istehsalı və istilikdən birbaşa istifadə.

İstiliyin birbaşa istifadəsi ən sadə üsuldur və təcrübədən görüldüyü kimi, tektonik plitələrin hüdudlarında yüksək enliklərdə, məsələn, Yaponiya və İslanidiyada geniş yayılmışdır.

Belə hallarda su təchizatı şəbəkələrinin quraşdırılması birbaşa quyunun dərinliklərində aparılır. Mənbədən əldə edilən isti su demək olar ki, istənilən ehtiyac üçün istifadə olunur.

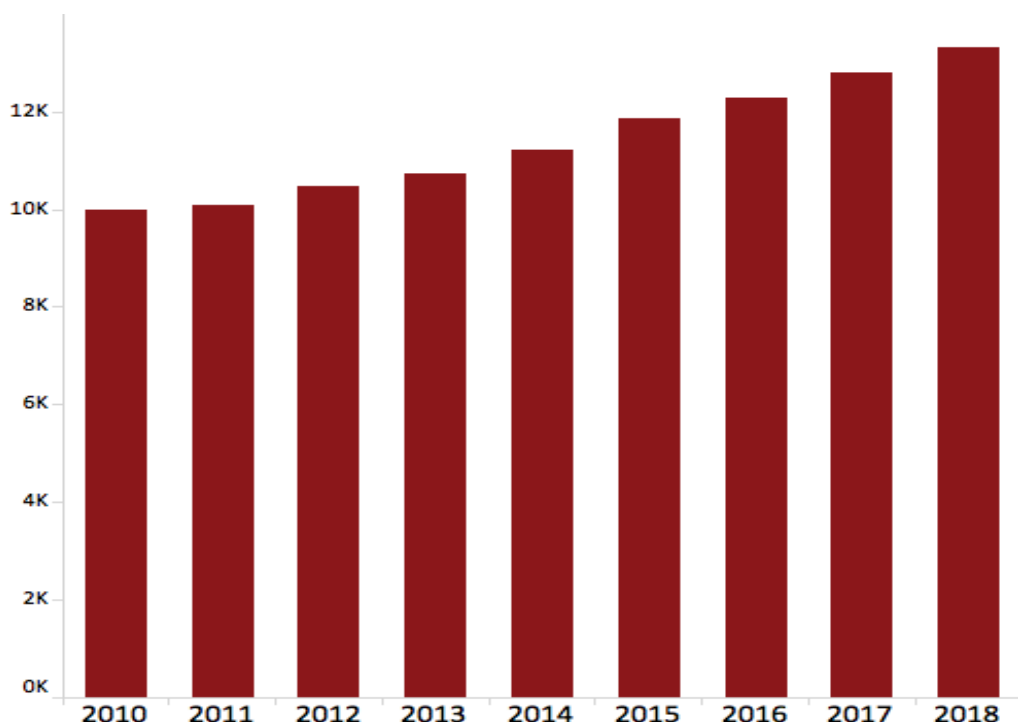
Elektrik enerjisi istehsalı birbaşa və dolaylı sxemlərdən istifadə etməklə həyata keçirilir.

Dolaylı sxemdə elektrik enerjisinin istehsal olunması üçün həddindən artıq qızdırılan hidrotermal mayedən istifadə edilir (180 °C-dən yüksək temperaturda).

Qarışıq əməliyyat sxemi (binar tsikli) mümkündür: birinci dövrdə bir istilik dəyişdiricisi vasitəsilə isti geotermal su daha aşağı qaynama nöqtəsi olan bir mayeni qızdırır. İkinci dövrdə əmələ gələn buxarlar turbini fırladır. Belə bir sistem qapalıdır və atmosfərə zərərli buxarların buraxılmasını aradan qaldırır.

Geotermal enerjidən istifadənin mənfi cəhətləri: məhdud istifadə; quyular vasitəsilə təhlükəli qazlar və minerallar buraxıla bilər və onların utilizasiyası çətinləşə bilər; qurğular yer qabığında baş verən təbii dəyişikliklər nəticəsində fəaliyyətini dayandıra bilər [2].

2018-ci ildə dünyada geotermal qurğuların quraşdırılmış gücü 13 329 MVt təşkil etmişdir [3].



Şək. 1.2. Dünyada geotermal enerji mənbələrinin quraşdırılmış gücü

Mənbə: <https://area.gov.az/az/page/yasil-texnologiyalar/geotermal>

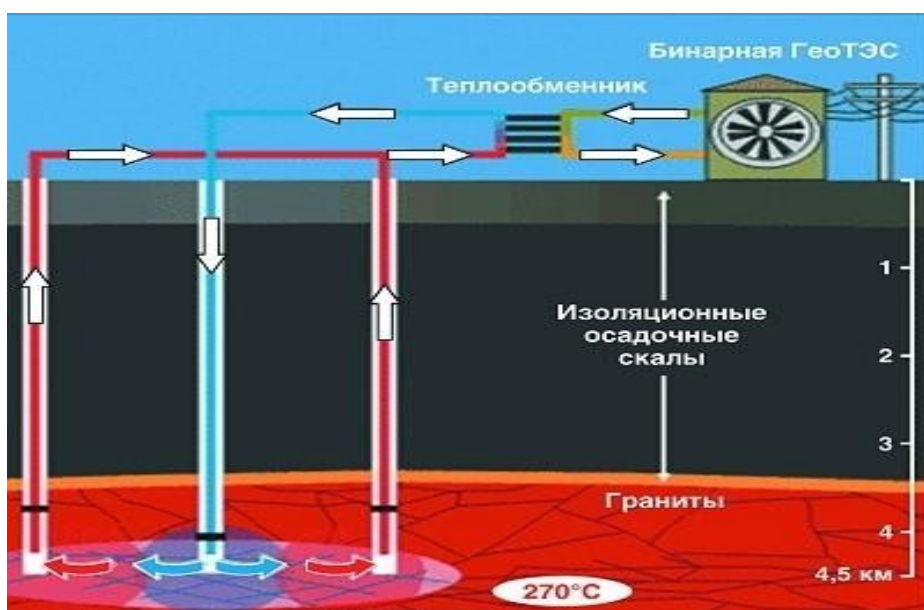
Dünyada geotermal enerji mənbələrindən istifadə texnoloji çətinliklərlə qarşılaşır: dərin termal suların yataqlarının qeyri-bərabər yerləşməsi; kimyəvi çöküntülər səbəbindən avadanlığın xidmət müddətinin azalması; yüksək kapital xərcləri.

İsti suyun yer qabığının səthinə yaxın olduğu ərazilərdə, mövcud vulkanik aktivliyi olan və çoxsaylı geyzerlərin olduğu ərazilərdə geotermal enerjinin iqtisadi üstünlüyü var.

Bu enerjinin ən mühüm üstünlükləri bunlardır: bərpa oluna bilməsi, təkcə termal sulardan istifadə etməklə deyil, həm də su saxlayan süxurlardan istifadə etməklə, tullantı sularını laylara vurmaqla istilik hasilatı, daha sonra isə yerin təkinin istiliyinin elektrik enerjisinə çevrilməsi ekoloji təhlükəsizliyi təmin edir. Geotermal mənbələrdən istifadəyə əsaslanan layihələrin həyata keçirilməsi enerji ilə təmin oluna, iqtisadi artımı və bu regionların sakinlərinin əmək təhlükəsizliyini artırır.

Yerin dərinliklərinin istiliyindən istifadə etmək üçün aşağıdakı fundamental imkanlar mövcuddur. Su və ya su və buxar qarışığı, onların temperaturundan asılı olaraq, isti su təchizatı və isitmə, elektrik enerjisi istehsal etmək və ya bütün bu məqsədlər üçün eyni vaxtda istifadə edilə bilər.

Orta hesabla hər 33 m dərinlikdə temperatur 1 °C artır. Bu o deməkdir ki, artıq 3-4 km dərinlikdə su qaynamağa başlayır. Həm elektrik, həm də istilik yaratmaq üçün perivolkanik bölgənin və quru süxurların yüksək temperaturlu istiliyindən istifadə edilir.



Şək. 1.3. Hot-Dry-Rock texnologiyasından istifadə edərək elektrik enerjisi istehsalının sxematik diaqramı.

Mənbə: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/-Agency/Publication/-2019/Dec/IRENA\\_RRA\\_Azerbaijan\\_2019\\_AZ.PDF](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/-Agency/Publication/-2019/Dec/IRENA_RRA_Azerbaijan_2019_AZ.PDF)

İş prinsipləri. Bəzən su yerdən təmiz “quru buxar” şəklində çıxır. Bu quru buxar birbaşa turbinin fırlanması üçün istifadə olunur. Kondensasiya suyu yerə qaytarıla bilər və onun keyfiyyəti kifayət qədər yaxşı olarsa, yaxınlıqdakı su hövzəsinə axıdılır. Su və buxar qarışığı olan digər yerlərdə buxar ayrılır və sonra turbinləri çevirmək üçün istifadə olunur, əks halda su damcıları turbinə zərər verir.

Geotermal istilik elektrik stansiyaları enerji mənbəyi kimi təbii hidrotermal buxardan istifadə edir. Geotermal enerji ABŞ, Filippin, Meksika, İtaliya, Yaponiya və Rusiyada kifayət qədər intensiv inkişaf edir. Hazırda ABŞ-ın Heber GeoES gücü 50 MVt olan dünyanın ən güclü GeoES-lərindən biridir.

Geotermal enerjinin üstünlükləri arasında resursların praktiki tükənməzliyi, xarici şəraitdən, günün və ilin vaxtından asılılığı, termal suların istilik energetikası və təbabətin ehtiyacları üçün kompleks istifadə imkanları daxildir. Geotermal enerjinin əsas çatışmazlığı tullantı sularının yeraltı su qatına yenidən vurulması ehtiyacıdır. Bu enerjinin başqa bir mənfəət cəhəti əksər yataqların termal sularının yüksək minerallaşması və suda zəhərli birləşmələrin və metalların olmasıdır ki, bu da əksər hallarda termal suların təbii su anbarlarına axıdılmasını istisna edir.

Yuxarıda qeyd olunan geotermal enerjinin mənfəət cəhətləri onun iqtisadi səmərəliliyini yalnız çətinləşdirir. Bununla belə, quyuların qazılması üçün yeni, daha ucuz texnologiyaların tətbiqi, suyun zəhərli birləşmələrdən və metallardan təmizlənməsi üçün effektiv üsulların tətbiqi səbəbindən geotermal suların istilik toplamaq üçün əsaslı xərclər davamlı olaraq azalır.

Külək, günəş və bir sıra digər alternativ enerji qurğularının yaradılmasında əldə edilmiş uğurlar jurnal nəşrlərində geniş işıqlandırılırsa da, geotermal enerji qurğularına və xüsusən də geotermal elektrik stansiyalarına lazımi diqqət yetirilmir. Hazırda bu istiqamət mədəni yanacaqlarının olmadığı və ya nisbətən baha olduğu müəyyən coğrafi ərazilərdə yüksək enerji sıxlığı, habelə dövlət proqramları hesabına inkişaf etdirilir. Bu gün bu enerji sektorunun yeganə problemi onun iqtisadi rentabelliyidir.

Geotermal enerji müasir zamanda ən az istifadə edilən BOEM-dir. REN21 “Global Status Report”-un hesabatına əsasən, 2020-ci il üzrə bütün dünyada GeoES-lərin qoyuluş gücü cəmi 0,1 QVt təşkil etmişdir ki, bu qoyuluş gücünün əsas

hissəsi Türkiyədə quraşdırılmışdır. Geotermal enerji üzrə cəmi qoyuluş gücü isə 14 QVt təşkil edir.

Beynəlxalq BOEM 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.

Cədvəl 1.2

Sənaye sektorunda geotermal enerji səmərəliliyinin istifadəsi:

Geotermal suyun temperatur dəyəri, °C	Geotermal suyun tətbiqi
100-dən çox	Elektrik enerjisi istehsalı
100-dən azdır	Bina və tikililərin istilik sistemləri
Təxminən 60	İsti su sistemləri
60-dan aşağı	İstixanalar üçün geotermal istilik sistemləri, geotermal soyuducu qurğular və s.

Mənbə: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency-/Publication/2019/Dec/-IRENA\\_RRA\\_Azerbaijan\\_2019\\_AZ.PDF](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency-/Publication/2019/Dec/-IRENA_RRA_Azerbaijan_2019_AZ.PDF)

Azərbaycanın termal su ehtiyatlarının potensialı hazırda 800 MVt qiymətləndirilir.

- Böyük Qafqazın cənub yamacı - 2000 m<sup>3</sup>/gün (t-30-50°C) ;
- Quba-Xaçmaz zonası - 21000 m<sup>3</sup>/gün (t-40-85°C) ;
- Abşeron yarımadası - 20000 m<sup>3</sup>/gün (t-40-90°C) ;
- Kiçik Qafqazın dağlıq hissəsi - 4000-5000 m<sup>3</sup>/gün (t-30-74°C) ;
- Naxçıvan MR - 3000 m<sup>3</sup>/gün (t-40-50°C) ;
- Talış dağlıq bölgəsi - 15000 m<sup>3</sup>/gün (t-31-43°C) ;
- Lənkəran düzənliyi - 7000-8000 m<sup>3</sup>/gün (t-44-64°C) ;
- Kür çökəkliyi - 170000 m<sup>3</sup>/gün (t-30-71°C) ;
- Respublika üzrə - 249000 m<sup>3</sup>/gün.

Nabran Azərbaycanın Xaçmaz rayonunda yerləşən, məşhur kurort və istirahət mərkəzidir. Əhalisi 1,313 nəfərdən ibarətdir. Nabran, Xaçmaz Rayonunun ən böyük istirahət mərkəzidir.



Şək.1.4. Nabran qəsəbəsində yerləşən Azərbaycan Texniki Universitetinin istirahət mərkəzində yeraltı mineral su.

Bu mineral su yerin 260 m dərinliyindən çıxır. Borunun en kəşik diametri 8 sm, suyun çıxma temperaturu aprel ayı üçün  $20,3^{\circ}\text{C}$ -dir. Suyun temperaturu imkan verir ki,İstilik nasoslarının tətbiqi ilə ərazidə yerləşən yaşayış və ictimai obyektlərin isti su təchizatı aparılsın.

## FƏSİL II. YERALTI SULARIN TƏDQİQAT METODOLOGİYASI

### 2.1. Yeraltı suların təmizlənməsi üsullarının təhlili

Təbii su mənbələrindən gələn su, bir qayda olaraq, içməli su üçün normativ tələblərə cavab vermir və təmizlənmə və dezinfeksiya tələb olunur. Quyudan suyun təmizlənməsi təkcə sərtiliyin deyil, həm də suda müşahidə olunacaq digər çirklərin aradan qaldırılmasını nəzərdə tutur.

Bunun üçün suyun vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və ya belə adlandırıldığı kimi təhlil aparılır.

Bu prosedurun əsas məqsədi artıqlığı müəyyən etməkdir. Yalnız belə nəticələr əldə etdikdən sonra hansı cihazların sizə lazım olduğunu aydın şəkildə başa düşə biləcəksiniz.

Axı quyudan suyun təmizlənməsi təkcə suyun yumşaldılmasını nəzərdə tutmur.

Yeraltı suları təmizləmək və dezinfeksiya etmək, kimyəvi tərkibini içməli standartlara çatdırmaq üçün inteqrasiya olunmuş bir yanaşmadan istifadə etmək lazımdır.

Bu problemi həll edərkən, suyun təmizlənməsinin aşağıdakı üsullarını nəzərdən keçirəcəyik: dəmirin çıxarılması; demanqanasiya; yumşalma; dezinfeksiya.

#### *Dəmirin çıxarılması*

İnfiltrasiya quyusunun suları dayaz dərinliklərdən (qum quyularından) götürülür və tərkibində dəmirin az olduğu, lakin çox güman ki, MPC-dən artıq olan səth sularına oxşardır. Onlar adətən oksigenlə zənginləşdirilir və buna görə də dəmir infiltrasiya sularında trivalent formada olur.

Ancaq son vaxtlar, qum quyusundan çıxarılan sudan dəmiri təmizləyərkən mütəxəssislər bu suyun səth sularına aid edilməsi üçün bütün meyllərə və tərkibə malik olması faktı ilə üzləşməli olurlar. Ən əsası, bəzən bu suların tərkibində dəmir var, konsentrasiyası icazə verilən maksimum konsentrasiyadan onlarla dəfə yüksəkdir. Bu vəziyyətdə, ən çox bunlar dəmir humatlardır.

Böyük dərinliklərdən götürülən artezian suları məişət və içməli su təchizatı ehtiyacları üçün istifadə üçün ən uyğundur. Bu sular təbii filtrlər vasitəsilə antropogen çirkləndiricilərdən maksimum dərəcədə təmizlənir və patogen mikroorqanizmlərin nüfuzundan qorunur.

Üstəlik, belə dərinliklərdə dəmir konsentrasiyası ən yüksəkdir.

Dəmir konsentrasiyası bir litrin bir neçə onda birindən bir neçə on mq-a qədər dəyişə bilər. Sulfat filizləri olan ərazilərdə və gənc vulkanizm zonalarında dəmir konsentrasiyası litrdə yüzlərlə mq-a çata bilər.

Arteziyan quyusu sularında dəmir əsasən ikivalent vəziyyətdə olur, adətən həll olunmuş bikarbonat –  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  şəklindədir. Həll edilmiş dəmir birləşmələrinin karbonat ( $\text{FeCO}_3$ ), sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) və sulfid ( $\text{FeS}$ ) formalarına da rast gəlinir. Üç valentli vəziyyətdə həll edilmiş dəmir sulfatlar ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) və ya həll olunan üzvi komplekslər şəklində olduqca nadirdir.

Dəmirin çıxarılmasınının tələb olunan dərəcəsi və dərinliyi suyun istifadəsinin son məqsədləri ilə müəyyən edilir. Bu günə qədər dəmirin bütün mövcud formalarını çıxarmaq üçün universal bir üsul yoxdur, lakin təmizləmə sxemlərinin müxtəlif birləşmələrindən istifadə edərək, xüsusi şərtlərdə istənilən nəticə əldə edilə bilər.

Qara dəmirin ( $\text{Fe}_{2+}$ ) suda olan oksigenlə oksidləşməsi yavaş-yavaş baş verir. Onun sürəti mühitin pH dəyərindən asılıdır və pH dəyəri  $> 8$  olduqda praktik məqsədlər üçün məqbul dərəcəyə çatır.

Məsələn, qapalı sistemdə (hava çıxışı olmayan) ikivalentli dəmir ( $\text{Fe}_{2+}$ ) təxminən 24 saat ərzində, açıq sistemdə isə 4-6 saat ərzində tamamilə oksidləşir.

Buna görə də, dəmirin oksidləşməsi prosesini gücləndirmək üçün suyu qələviləşdirməyə, qarışdırmağa, aerasiya etməyə, xlor və ya başqa bir oksidləşdirici maddə ilə müalicə etməyə müraciət edirlər. Bu mərhələni dəmirin çıxarılması üçün suyun ilkin hazırlanması mərhələsi adlandırmaq olar. Bununla birlikdə, suyun təxirə salınması üçün təmizlənmə mərhələlərinin seçimi bununla bitmir, çünki suyun təxirə salınması üçün ilkin hazırlanması üsulunu seçdikdən sonra oksidləşmə reaksiyasını sürətləndirmək üçün bir üsul, həmçinin həll olunmayan dəmiri saxlamaq üçün bir üsul seçmək lazımdır. (III) hidrokسيد, sonradan, lazım olduqda, koaqulyantların



(flokulyantların) əlavə edilməsi ilə çökdürülməsi və (və ya) süzülməsi yolu ilə çıxarıla bilər.

Hal-hazırda, ayrı-ayrı müəssisələrin, fərdi kotteclərin və ya bağ kəndlərinin sənaye su təchizatı üçün ən çox istifadə olunan üsul katalitik təxirə salınma üsuludur. Metod dənəvər material təbəqəsində - deferrizasiya katalizatorunda dəmirin ikivalent vəziyyətindən üçvalent vəziyyətə qədər oksidləşmə reaksiyasının sürətləndirilməsinə əsaslanır.

Bu halda, dəmir oksidləşmə reaksiyası, katalitik xüsusiyyətlərə malik xüsusi filtr mühitinin doldurma təbəqəsi kimi xidmət etdiyi sürətli toplu filtrlərdə təzyiq çəninin içərisində baş verir. Hər şeydən əvvəl, bu materialların katalitik və süzgəc xüsusiyyətləri onların yüksək məsaməliliyi ilə müəyyən edilir ki, bu da həm ikivalentli dəmirin oksidləşmə reaksiyası üçün mühit, həm də oksidləşmiş dəmir dəmiri toplu təbəqənin içərisində saxlamaq qabiliyyətini təmin edir.

Katalizatorun seçimi yalnız mənbə suyunun keyfiyyəti və tələb olunan həcmli filtrasiya dərəcəsi ilə müəyyən edilir. Bu zaman cüzi görünən faktorları nəzərə almaq lazımdır: mənbə suyunun pH dəyəri, dozalı reagentlərlə katalitik təbəqənin uyğunluğu və s.

Dəmirin çıxarılmasının demək olar ki, həmişə manqanın sudan çıxarılması ilə eyni vaxtda baş verdiyini də nəzərə almaq lazımdır, bu da dəmirdən daha çətin oksidləşir və daha yüksək pH dəyərlərindədir. Yəni, qaynaq suyunda yüksək manqan tərkibi ilə, pH-ı artırmaq üçün qələvi məhlulun mütənasib dozasını həyata keçirmək yaxşıdır.

Katalizatorun seçimi yalnız mənbə suyunun keyfiyyəti və tələb olunan həcmli filtrasiya dərəcəsi ilə müəyyən edilir. Bu zaman cüzi görünən amilləri nəzərə almaq lazımdır: mənbə suyunun pH dəyəri, dozalı reagentlərlə katalitik təbəqənin uyğunluğu.

Dəmirin çıxarılmasının demək olar ki, həmişə manqanın sudan çıxarılması ilə eyni vaxtda baş verdiyini də nəzərə almaq lazımdır, bu da dəmirdən daha çətin oksidləşir və daha yüksək pH dəyərlərindədir. Yəni, qaynaq suyunda yüksək manqan tərkibi ilə, pH-ı artırmaq üçün qələvi məhlulun mütənasib dozasını həyata keçirmək yaxşıdır.

Bununla belə, hətta ən yaxşı dəmirin çıxarılması katalizatoru da kolloid dəmir hissəciklərini 10 - 25 mikron aralığında saxlaya biləcək, qalanları su təchizatı sisteminə daha da keçəcəkdir. Araşdırmalar göstərib ki, bu hissəciklərin ölçüsü 1 – 7 mikronudur. Buna görə də, bitişdə əlavə filtr tələb olunur, bu, bir qayda olaraq, dərinlik tipli patronları olan bir kartric filtri, dəyişən lif sıxlığı ilə 5 mikron və 1 mikron post-filtrdir.

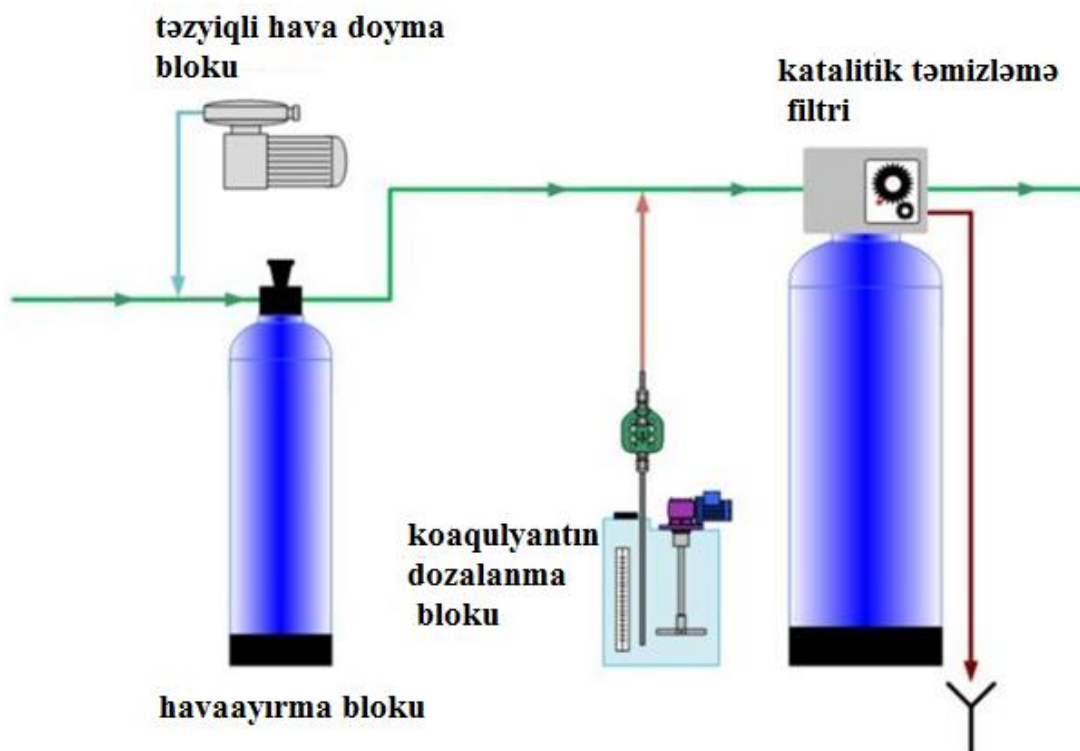
Üzvi komplekslərin bir hissəsi olmayan ikivalentli dəmir, atmosfer oksigeninin və ya suda həll olunan oksigenin iştirakı ilə üçvalent formaya oksidləşir:



Normal şəraitdə bu reaksiyanın sürəti aşağıdır.

Hal-hazırda, ən populyar üsul suyun ilkin hazırlanması mərhələsi kimi təzyiqli və ya cazibə aerasiyasından istifadə edərək katalitik deferrizasiyadır.

Təzyiqli aerasiyanın əsas texnoloji diaqramı Şəkil 2.1-də verilmişdir.



Şək. 2.1. Təzyiqli aerasiya sxemi

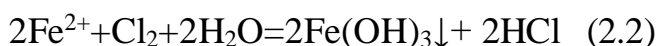
Mənbə: [https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%-9A%D0%B8%-D1%80%D0%-B5%D0%B5%D0-%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC\\_1502.pdf](https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%-9A%D0%B8%-D1%80%D0%-B5%D0%B5%D0-%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC_1502.pdf)

Suya güclü oksidləşdirici maddələrin dozası: Suya güclü oksidləşdirici maddələrin əlavə edilməsi ikivalentli dəmirin oksidləşmə prosesini əhəmiyyətli dərəcədə gücləndirir. Bu proses suyun aerasiyasından daha az istifadə olunur.

Bununla belə, müxtəlif suları bu üsulla təmizlədikdən sonra bütün hallarda dəmirin miqdarı 0,1 mq/l-dən az qalır və suyun aerasiyası gücsüz olduqda bu üsul həmişə təsirli olur. Oksidləşdirici maddələrin təsiri altında humatlar, liqinlər və digər üzvi dəmir birləşmələri məhv edilir, onlar dəmir dəmirin qeyri-üzvi duzlarına çevrilir, sonra asanlıqla hidroliz olunur.

Suyun güclü oksidləşdirici maddələrlə təmizlənməsi üçün qurğunun hesablanması, ilk növbədə, həm ikivalentli dəmirin oksidləşməsi, həm də hidrogen sulfidinin dezinfeksiyası və məhv edilməsi üçün aktiv maddənin istehlakının müəyyən edilməsini tələb edir.

**Xlorlama.** Suyun xlorla təmizlənməsi qaz halında olan (buxarlanan) xlorun suya udulduğu xloratorlardan istifadə etməklə həyata keçirilir. Xlorlu su xloratordan istehlak məntəqəsinə verilir. Suyun təmizlənməsi zamanı qara dəmirin oksidləşməsi nəticəsində dəmir hidroksid və ya müxtəlif tərkibli əsas dəmir duzlarının natamam hidroliz məhsulları əmələ gəlir. Bu prosesi təxminən aşağıdakı tənliklə təsvir etmək olar:



Xlor həmçinin ikivalentli manqanı oksidləşdirir, üzvi maddələri və hidrogen sulfidini məhv edir. Xlorlama üçün mümkün alternativ natrium hipoklorit məhlulunun istifadəsi ola bilər. Natrium hipoklorit məhlulu mütənasib dozajla dispenser nasoslarından istifadə edərək suya verilir.



Suyun natrium hipoxloritlə təmizlənməsi üçün qurğunun hesablanması, ilk növbədə, hidrogen sulfidinin oksidləşməsi, dezinfeksiyası və məhv edilməsi prosesləri üçün aktiv xlor istehlakının müəyyən edilməsini tələb edir.

**Ozonlaşdırma.** Qara dəmirin oksidləşməsi üçün ozonlamanın istifadəsi təmizlənmiş suyun duz tərkibini artırmır, onu əsas və yan reaksiyaların məhsulları ilə çirkəndirmir və prosesin özü tam avtomatlaşdırılmışdır. Ozon bilavasitə su təmizləyici

qurğularda texniki oksigendən və ya atmosfer havasından istehsal olunur. Ozon su və onun tərkibindəki çirklərlə fiziki və kimyəvi qarşılıqlı təsirin mürəkkəb çoxmərhələli prosesində reaksiya verir.

Maddələrin ozonla birbaşa oksidləşməsinin reaksiyası redoks proseslərinin tənlikləri ilə təsvir olunur.

Sonradan, ozonun hərəkəti çirkləndiricilərlə kimyəvi qarşılıqlı əlaqə ilə müşayiət olunur, bu üç əsas növdə təqdim edilə bilər: radikallarla oksidləşmə, ozonoliz və sonikatorlar.

Suyun ozonlanması hesablamak üçün ilk növbədə onun qara dəmirin oksidləşməsi, həmçinin hidrogen sulfidinin dezinfeksiyası və çıxarılması üçün sərfiyyatını müəyyən etmək, ən əsası isə ozonun su ilə təmas müddətini hesablamak lazımdır.

### ***Demanqanasiya***

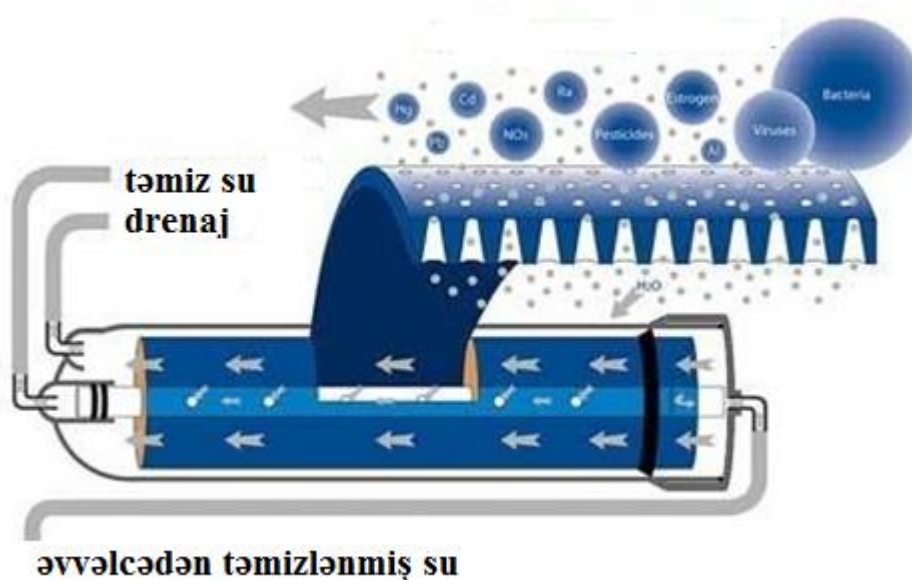
Manqan ən çox dəmirlə birlikdə olur, lakin demanqanizasiya prosesi təxirə salınma prosesindən qat-qat mürəkkəbdir. Aşağı keyfiyyətli su təmizləyici sistemlərdə bu, dərhal görünür: aerasiya və filtrasiyadan sonra dəmirin tərkibi 0,05 mq/l və daha aşağı düşdü, manqanın tərkibi isə ya dəyişməz qaldı.

***Suyun yumşaldılması:*** Suyu yumşaltmaq üçün kimyəvi, eləcə də fiziki üsullardan (kimyəvi maddələrdən istifadə etmədən) istifadə olunur. Bunlara daxildir: reagent üsulları (əhəngləmə və soda əhəngləmə) - sənaye suyunun təmizlənməsində geniş istifadə olunur.

Suya kimyəvi reagentlər əlavə olunur (soda külü, söndürülmüş əhəng və ya onların qarışığı), sərtlik duzları çökür. Reagent üsulu üçün kimyəvi maddələrin nisbətlerini dəqiq hesablamak lazımdır.

Bu üsul xüsusilə proses suyunun təmizlənməsi üçün uyğundur; termal yumşalma - qaynama yolu ilə həyata keçirilir, bu müddət ərzində termal cəhətdən qeyri-sabit sərtlik duzları çöküntü əmələ gəlməsi ilə məhv edilir.

Bu üsul suyun karbonat sərtliyini azaldır, bu da istilik elementlərində və çaydanın içərisində çöküntülərdə özünü göstərir; əks osmos üsulu - membranlardan istifadə edərək su yumşaldıcı sistemlər istifadə olunur (Şəkil 2.2) (təmiz suyun keçməsinə və sərtlik duzlarını saxlamasına imkan verən kiçik deşikləri olan süni yarımkeçirici filmlər). Duz məhlulu drenaja yuyulur və təmiz içməli su borulara axır. Əks osmos sistemləri suyu mexaniki çirkəldən, kimyəvi və bakterial çirkəldən effektiv şəkildə təmizləyir. Bu üsul zəhərli birləşmələr və zərərli çirkələr olmadan yüksək keyfiyyətli yumşaldılmış içməli su əldə etməyə imkan verir;

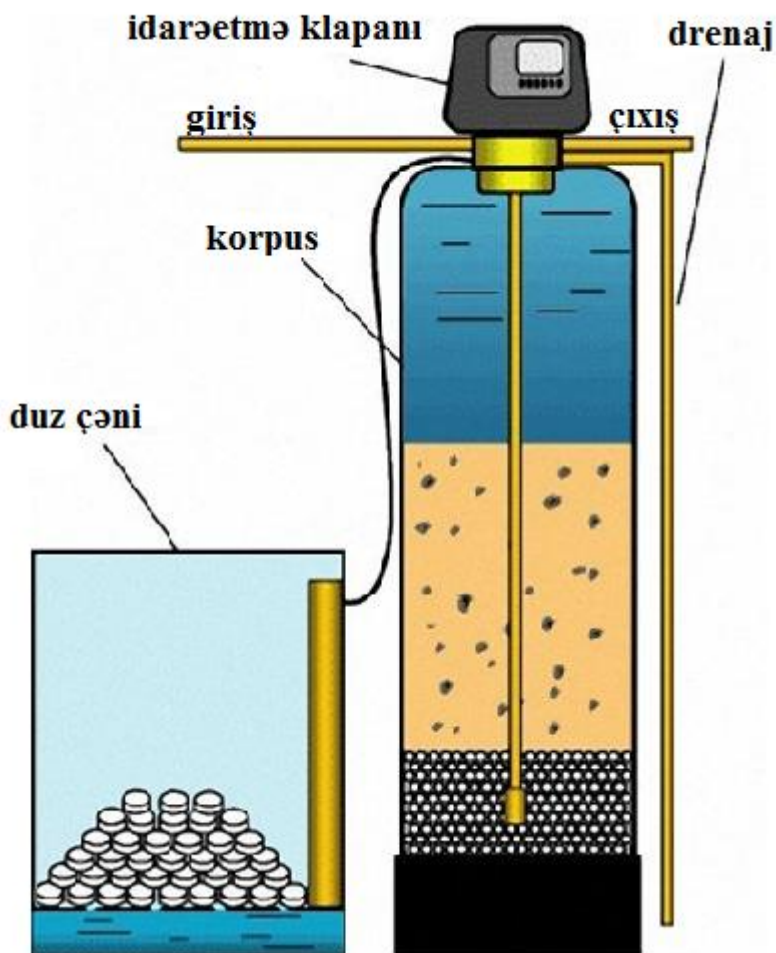


Şək. 2.2. Membran

Mənbə: [https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%-9A%D0%B8%D1%80%D0%-B5%D0%B5%D0-%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC\\_1502.pdf](https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%-9A%D0%B8%D1%80%D0%-B5%D0%B5%D0-%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC_1502.pdf)

- maqnit və elektromaqnit təsirindən istifadə edərək yumşalma (daimi güclü maqnitlərdən istifadə etməklə) - suyun strukturunu elə dəyişir ki, qızdırılan zaman borularda sərtlik duzlarının davamlı həll olunmayan yataqları meydana gəlməsin. Bu halda, duzlar kobud mexaniki təmizləmə ilə çıxarılır. Maqnit yumşaltmağı həyata keçirmək üçün yalnız müəyyən bir sürətlə axan otaq temperaturunda axan su uyğun gəlir.

-ion dəyişdirici qatranlar əsasında - suyu xüsusi geləbənzər qatran şəklində doldurucudan süzməklə. Bu üsul içməli suyun yumşaldılması üçün istifadə edilmir. Təmizləmə prosesi əvvəlcə suyun tərkibində olan sərtlik duz ionlarının natrium qatran ionlarının ilkin təmizlənməsindən keçmiş su ilə əvəz edilməsidir.



Şək. 2.3. İon mübadiləsi filtrləri ilə sxem

Mənbə: [https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%9A%D0%B8%-D1%80%D0%B5%D0%B5%D0-%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC\\_1502.pdf](https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%9A%D0%B8%-D1%80%D0%B5%D0%B5%D0-%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC_1502.pdf)

## 2.2. Yeraltı su resuslarından enerji istehsalı texnologiyası

Enerji və su ayrılmaz şəkildə bağlıdır. Mövcud enerji və elektrik mənbələrinin müxtəlifliyinə baxmayaraq, onların hamısı müxtəlif istehsal prosesləri, məsələn, xammalın çıxarılması, elektrik stansiyalarında soyudulması, bioyanacaq üçün məhsul yetişdirilməsi, su elektrik turbinlərinin istismarı və s. üçün suya ehtiyac duyur. Digər tərəfdən, belə ki, su ehtiyatları insanların istifadəsi və istehlakı üçün əlçatan olsun (şəhərləri su ilə təmin etmək, suyu duzsuzlaşdırmaq və əkin sahələrini suvarmaq, su nəqliyyatını idarə etmək üçün) enerji tələb olunur. Bu əlaqəni idarə etmək vəzifəsi xarici amillərə əsaslanır, onların təsiri qiymətləndirilə bilər, lakin heç vaxt tam nəzərə alınmır.

Qlobal iqtisadi artım, əhalinin artımı və şəhər inkişafı rekord enerji və su istehlakına təkan verir. Qlobal enerji istehlakı əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır və 2020-ci ilə qədər hər il 2%, 1998-ci ilə nisbətən 2035-ci ilə qədər iki dəfə, 2055-ci ilə qədər isə üç dəfə artmaqda davam edəcəyi gözlənilir. Dünya Enerji Şurası enerji istehsalı üçün su istehlakının həcmi 583 milyard m<sup>3</sup> qiymətləndirmişdir. Geri çəkilməyən suyun həcmi 66 milyard m<sup>3</sup> təşkil edib. Beynəlxalq Enerji Agentliyinin Dünya Enerji Ssenarisi 2010-2035-ci illər arasında suyun çəkilməsinin təxminən 20% artacağını və sudan istifadənin (təkrar istifadə daxil olmaqla) əhəmiyyətli dərəcədə artaraq 85%-ə çatacağını proqnozlaşdırır. Bu proqnoz daha yüksək səmərəliliyə malik enerji stansiyalarından, daha müasir soyutma sistemlərindən (təbii suyun qəbulunu azaldır, lakin eyni zamanda istehsal olunan elektrik enerjisinin 1 kVt/saatına sərfiyyatını artırır) istifadə tendensiyası ilə əlaqədardır.

Son illərdə intensivləşən iqlim dəyişikliyi suyun, o cümlədən enerji istifadəsi üçün mövcudluğunu müəyyən edəcək mərkəzi xarici amildir. İqlim dəyişikliyinə azaldılması söyləri bu gün əsasən enerji istehlakı və karbon dioksid emissiyalarının azaldılması tədbirləri ətrafında cəmlənir, eyni zamanda bu dəyişikliklərə uyğunlaşma artan hidroloji dəyişkənliyi və daşqınlar, quraqlıqlar və tufanlar da daxil olmaqla ekstremal hava hadisələrini nəzərə almaq deməkdir.

Bu sahədə xarici gərginliyi yaradan digər amil demoqrafik artımdır, çünki əhalinin və miqrasiyanın artması, eləcə də iqtisadi fəallığın və həyat səviyyəsinin artması ilə enerji istehlakında artım yaranacaq. Hazırda demək olar ki, bütün enerji sektorlarında elektrik enerjisi istehsalında suya olan tələbat durmadan artır.

İstilik elektrik stansiyalarında elektrik enerjisi suyun və ya buxarın qızdırılması ilə əldə edilir.

Turbinlərdən keçdikdən sonra su buxar dövrəsində soyudulur, sonra kondensatora gedir və təkrar istifadə olunur (şək. 2.4). Hazırda bu proseslər qlobal elektrik enerjisi istehsalının 78%-ni təşkil edir və bu rəqəmin artacağı gözlənilir.

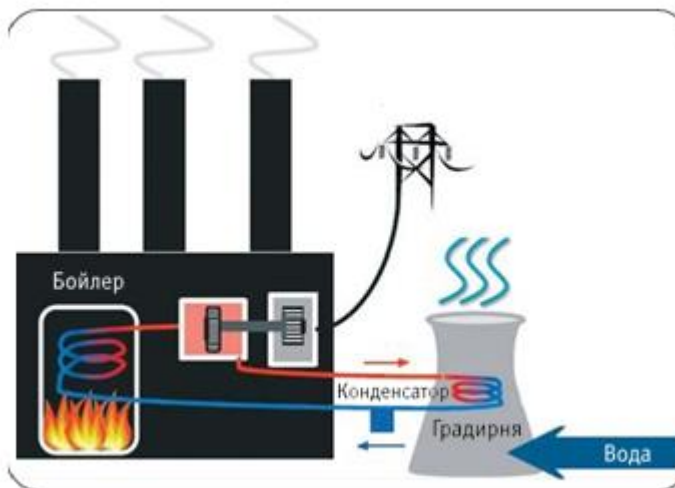
Bu o deməkdir ki, soyutma üçün istifadə olunan suyun sərfi də artacaq.

Belə elektrik stansiyalarında su sərfi soyutma texnologiyalarından və istifadə olunan yanacaqlardan, həmçinin buxarlanmaya təsir edən iqlim şəraitindən və soyutma prosesinin seçimindən asılı olaraq dəyişir.

Məlumdur ki, istilik elektrik stansiyalarının əksəriyyətində kondensatorların soyuducusu üçün birbaşa axın sistemləri böyük su axını olan su axarları və ya iki növdə döviyyə sistemi var: soyuducu gölməçələr və ya "yaş" tipli soyutma qüllələri və ya sprey hovuzları ilə.

Sprey hovuzları, soyuducu gölməçələr kimi, təbii və ya süni açıq su anbarlarıdır, lakin su onlara birbaşa deyil, hovuzdakı suyun səthinin üstündə yerləşən püskürtmə ucluqları sistemi vasitəsilə verilir. Hovuzdakı suyun soyudulması, suyun nozzilərlə səpilməsi zamanı əmələ gələn damcılardan soyuması ilə müqayisədə bu halda əhəmiyyətsiz rol oynayır. Suyun səthinə təmiz havanın tədarüku külək və təbii konveksiya, qismən də su axınının ejetiv təsiri hesabına baş verir.





Şək. 2.4. İstilik elektrik stansiyalarında sudan istifadə sxemi.

Mənbə: [https://dSPACE.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%9A%D0%B8%-%D1%80%D0%B5%D0%B5%D0%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC\\_1502.pdf](https://dSPACE.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%9A%D0%B8%-%D1%80%D0%B5%D0%B5%D0%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC_1502.pdf)

Yayda suyun əlavə soyudulması üçün bəzən süni soyuducu gölməçənin səthinin üstündə (su qəbul edən tərəfdən) və ya suyun səthi suyun kifayət qədər soyudulmasını təmin etmirsə, təbii gölün üstündə səpmə ucluqları quraşdırılır. Bununla belə, əksər hallarda, sprey hovuzu sprey nozzləri olan paylayıcı boru kəmərləri şəbəkəsindən və drenaj anbarı rolunu oynayan süni hovuzdan ibarət müstəqil bir quruluşdur.

Birbaşa axın sistemləri və klassik tərs soyutma sistemləri bir sıra çatışmazlıqlara malikdir və ekoloji xüsusiyyətlərinə görə getdikcə daha çox alternativ kimi qəbul edilən müasir kombinə edilmiş kondensator soyutma sistemlərindən əhəmiyyətli dərəcədə aşağıdır. Ənənəvi soyutma sistemlərinin əsas çatışmazlıqları arasında böyük həcmdə su istehlakını qeyd etmək lazımdır; istilik buraxılması və soyudulmuş maddələrin su obyektlərinə buraxılması; su orqanizmlərinin yüksək ölüm riski və su ekosistemlərində stress. “Yaş” soyuducu qüllələrdən istifadənin digər mühüm çatışmazlığı damcılardan atmosfərə daşınması nəticəsində əhəmiyyətli dərəcədə geri dönməz su itkiləridir. Nəticədə, istilik elektrik stansiyasına bitişik əraziyə səpələnən və atmosfer proseslərinə təsir göstərən soyuducu qüllələrin qondarma buxar “məşəli”

əmələ gəlir ki, bu da stansiyanın yerləşdiyi ərazidə davamlı lokal iqlim dəyişikliklərinin yaranmasına kömək edir.

2013-cü ildə Texas Universitetində (ABŞ) aparılmış tədqiqatlarda, istilik elektrik stansiyalarında elektrik enerjisi istehsalı zamanı texnoloji proseslərə “su” adlanan amilin təsir dərəcəsini qiymətləndirməyə cəhd edilmişdir.

1) mövcud su ehtiyatlarının mövcudluğu və soyutma texnologiyasındakı dəyişikliklərin təsiri;

2) alternativ<sup>8</sup> soyutma texnologiyalarından istifadə etməklə su çatışmazlığı və istilik elektrik stansiyalarının nasazlıqlara dözümlülüyü zamanı iqtisadi effekt;

3) su anbarlarının yaradılması və istifadəsi prosesinin istilik elektrik stansiyalarının istehsal gücünə dinamik təsiri;

4) təmizlənmiş suyun soyutma mənbəyi kimi təkrar istifadəsi potensialı.

Tədqiqat müəllifləri tərəfindən yuxarıda göstərilən meyarların hərtərəfli təhlili bizə aşağıdakı ümumi nəticələr çıxarmağa imkan verdi:

- Alternativ soyutma texnologiyalarının istifadəsi soyutma üçün çıxarılan suyun həcmi azaltmağa imkan verir, lakin bir qayda olaraq, əlavə enerji sərfiyyatı hesabına. Bundan əlavə, elektrik stansiyasının ehtiyacları üçün istifadə olunan suyun həcmi azaldılması onu digər su istifadəçiləri üçün qənaət etməyə imkan verir.

Qeyd etmək vacibdir ki, eyni iqlim şəraitində müxtəlif növ soyutma sistemləri TPP enerji bloklarının səmərəliliyinə birbaşa təsir göstərə bilər.

Məsələn, enerji istehsalının 0,25% azalması, soyuducu suyun soyutma temperaturunun 1 dərəcə artması ilə baş verir ki, bu da elektrik stansiyasının səmərəliliyinin hər dərəcə üçün təxminən 0,4% azalmasına uyğundur.

Alternativ soyutma texnologiyalarına keçid əlavə kapital xərcləri tələb edir, lakin istifadə olunan suyun ümumi həcmi azaltmaqla soyutma səmərəliliyini artırır. Suya olan tələbatın azaldılması enerji obyektlərinin istismar təhlükəsizliyini və təhlükəli təbiət hadisələrinə qarşı dayanıqlığını artırır (məsələn, quraq yaylar) və bunlar müşahidə olunmazsa, elektrik enerjisinin istehsalından əlavə iqtisadi fayda əldə edilir.

- İstilik elektrik stansiyalarının tələbatını ödəmək üçün su anbarlarından sudan istifadənin intensivliyi həm elektrik enerjisi istehsalının səviyyəsinə, həm də digər su istifadəçilərinin su istehlakı imkanlarına birbaşa təsir göstərir. (Bir qayda olaraq, elektrik stansiyasının gücünün azaldılması digər istifadəçilərin su ehtiyatlarından istifadə imkanlarını artırır.) Və su anbarlarından istifadə olunan suyun həcmi dəyişmək imkanı birbaşa elektrik stansiyasının təhlükəsizliyinə və dayanıqlığına təsir göstərir. Eyni qabiliyyətə alternativ soyutma texnologiyalarından istifadə etməklə nail olmaq olar.

- Təkrar emal edilmiş təmizlənmiş su bir çox mövcud elektrik stansiyaları üçün texnoloji və iqtisadi cəhətdən mümkün olan soyutma mənbəyi ola bilər. Bu ümumi tapıntılar bizə su ehtiyatları və istilik elektrik stansiyasının performansları arasındakı əlaqə haqqında fikir verir.

Su və enerji resursları getdikcə qıtladıqca, enerji-su əlaqəsi daxilində mübadilələri başa düşmək və onlara cavab vermək bu resursların davamlı idarə olunması üçün vacib ola bilər.

İndi isə digər növ elektrik stansiyalarında enerji istehsalı üçün su ehtiyatlarından istifadə probleminə keçək. Sudan əldə edilən enerji - hidroenergetika, külək, günəş və gelgit enerjisi, bio- və geotermal enerji kimi digər bərpa olunan enerji mənbələri ilə birlikdə ekoloji cəhətdən daha davamlıdır və çirklənməyə səbəb olmur. Birlikdə bu mənbələr hazırda global enerji istehlakının təxminən 23,7%-ni əhatə edir.

Hydroenergetika ən böyük bərpa olunan elektrik enerjisi mənbəyidir.

Ümumiyyətlə qəbul edilir ki, onun qlobal, iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmış potensialının üçdə ikisi hələ də istifadə olunmayıb. Hidroenergetikada suyun əsas itkiləri onun anbarlardan buxarlanması hesabına baş verir.

Bu mövzuda ABŞ-da aparılan ən son tədqiqatların hesablamalarına görə, buxarlanma nəticəsində su itkiləri  $1 \text{ MW} \cdot \text{saat}$  üçün  $0,04$  ilə  $210 \text{ m}^3$  arasında dəyişir, yerləşdiyi yerdəki iqlim şəraiti və bənd vasitəsilə həcmi boş boşalma.

Dünyanın bütün regionlarında elektrik enerjisi istehlakında artım istiqamətində mövcud sabit tendensiya, proqnozların göstərdiyi kimi, xarici ölkələr üçün daha güclü olacaq.

İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı dünyanın 30-dan çox iqtisadi cəhətdən inkişaf etmiş ölkəsini əhatə edir. Bu ölkələrin irimiqyaslı hidroenergetikanın inkişafı üçün əhəmiyyətli potensialı var. Bununla belə, iri bəndlərin tikintisi həm vəhşi növlərin yaşayış mühiti, balıqların miqrasiyası, su axarlarının həcmi və keyfiyyəti üçün ağır ekoloji fəsadlarla, həm də yerli əhalinin köçürülməsi zərurəti ilə bağlı ciddi sosial-iqtisadi nəticələrlə doludur.

Bu tendensiya enerji istehsalı üçün lazım olan su ehtiyatlarına birbaşa təsir göstərəcək. 2050-ci ilə qədər enerji istehsalı üçün suya gözlənilən tələbat  $11,2\%$  artacaqdır.

Enerji istehsalının və elektrik stansiyalarının səmərəliliyinin artırılmasını nəzərdə tutan WEC (2010) ssenarisinə əsasən, 2050-ci ilə qədər enerji istehsalı üçün suya ehtiyacın  $2,9\%$  azalacağı təxmin edilir. Lakin yeni enerji obyektlərinin layihələndirilməsi zamanı enerji istehsalı üçün zəruri olan su ehtiyatlarının mövcudluğu çox vaxt nəzərə alınmır. Bundan əlavə, yeni su sistemlərinin enerji tələbləri də tez-tez unudulur.

Aydındır ki, “su” amili demək olar ki, bütün enerji növlərinin istehsalında texnoloji proseslərdə mühüm rol oynayır. Su mineralların və ilkin yanacaqların çıxarılmasında, bioyanacaq istehsalı üçün becərilən xammal bitkilərinin

suvarılmasında, bütün növ yanacaqın emalı və daşınmasında istifadə olunur. Elektrik enerjisi istehsalında su istilik elektrik stansiyalarında texnoloji proseslərlə bağlı avadanlıqların və digər ehtiyacların soyudulmasını təmin edir. Bəzi hallarda bu, əhəmiyyətli su ehtiyatlarına ehtiyac yaradır. Bundan əlavə, bu istifadə ilə su tək-cə ona həll olunan və həll olunmayan maddələrin daxil olması səbəbindən istehlak keyfiyyətlərini itirir, həm də istilik çirklənməsi səbəbindən su orqanizmləri üçün yaşayış yeri kimi fiziki xüsusiyyətlərini dəyişir.

Aydındır ki, enerji istehsalında suyun rolunun yenidən nəzərdən keçirilməsi enerji ehtiyacları üçün su ehtiyatlarının səmərəli və təhlükəsiz idarə olunmasını təmin etmək üçün yeni siyasətlər tələb edəcəkdir.

Belə bir siyasətin ilk addımı, şübhəsiz ki, bütün maraqlı ölkələr üçün mövcud su ehtiyatlarının hərtərəfli qiymətləndirilməsi olacaqdır. Və sonra su və enerji siyasətləri bir-biri ilə sıx qarşılıqlı əlaqədə ümumi davamlı inkişaf strategiyasına birbaşa inteqrasiya edilməlidir. Mühüm qalan məsələ inkişaf etməkdə olan ölkələrdə əsas su və elektrik xidmətlərini təmin etmək üçün lazım olan infrastrukturun maliyyələşdirilməsidir. Etibarlı enerji infrastrukturunu və sabit elektrik təchizatı olmadan iqtisadi artım potensialı məhduddur. Gələcək su-enerji problemlərinin həlli adətən ətraf mühitə az təsir göstərən və xüsusilə faydalı ola bilən kiçik, müstəqil su elektrik sistemlərinin yaradılmasında ola bilər.

İstənilən iri və ya kiçik hidroenergetika sistemlərinin layihələndirilməsi zamanı planlaşdırma mərhələsində ətraf mühitə və sosial-iqtisadi təsirlərin ətraflı qiymətləndirilməsinin aparılması son dərəcə vacibdir.

Xülasə etmək üçün gəlin su-enerji qarşılıqlı əlaqəsi sahəsində əsas müasir problemləri, çağırışları və tendensiyaları qısaca ifadə edək:

- Enerji sənayesinin gələcək inkişafı birbaşa suyun mövcudluğundan asılıdır. Əhali və qlobal iqtisadiyyat yaxınlaşan iqlim dəyişikliyini fonunda böyüməyə davam etdikcə, mövcud su ehtiyatlarının yaxın gələcəkdə tükənəcəyinə inanmağa əsas var. Bu şübhəsiz ki, bütün qlobal enerji sektorunun etibarlılığına və səmərəliliyinə təsir

edəcəkdir. Eyni zamanda, su ehtiyatlarına çıxışın qanunvericiliklə məhdudlaşdırılması halında sudan istifadə üzrə kəmiyyət məhdudiyyətlərinə son dərəcə həssasdır.

- Enerji sektorunda ən böyük su istifadəçiləri olan istilik və nüvə elektrik stansiyaları üçün suya olan tələbatı qabaqcıl alternativ soyutma sistemlərindən istifadə etməklə əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olar, baxmayaraq ki, bu, daha yüksək kapital xərclərinə səbəb olur və enerji istehsalının səmərəliliyini azaldır. Bioyanacaq istehsalı üçün mümkün gələcək su tələbləri əsasən bioyanacaq istehsalı üçün bitki materiallarının intensiv suvarma ilə yetişdirilib-becərilməməsindən asılı olacaq. Qalıq yanacaq hasilatı üçün suya tələbat xeyli aşağıdır, lakin hasilat prosesinin suyun keyfiyyətinə potensial təsiri də böyük narahatlıq doğura bilər.

- Enerji səmərəliliyinin artırılması və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə “aşağı karbonlu” enerjinin gələcək inkişafına müəyyən töhfə verəcək. Lakin bu halda da bioyanacaqlara tələbatın artması səbəbindən su istehlakı arta bilər. Bundan əlavə, nüvə enerjisi, CO<sub>2</sub> tutan elektrik stansiyaları və bəzi növ günəş enerjisi konsentratörleri kifayət qədər su tutumlu ola bilər.

- Şirin su təchizatının azaldılması problemi: Yaşayış məntəqələrinin bilavasitə yaxınlığında, iqlim dəyişikliyi ilə əlaqədar olaraq, suyun böyük dərinliklərdən çəkilməsi, uzun məsafələrə daşınması və ya əlavə təmizləmə və suyun təmizlənməsindən istifadə etmək lazımdır.

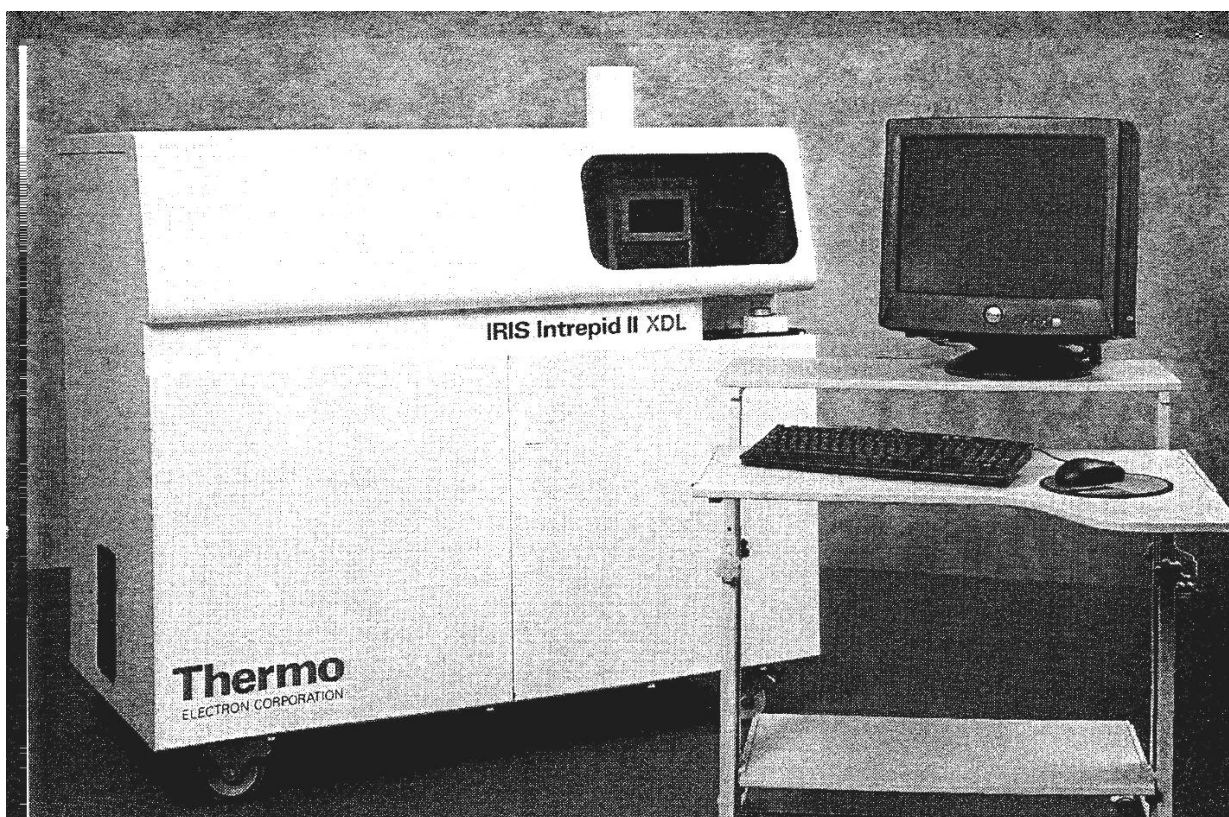
- Kənd təsərrüfatında suarmada ümumi tendensiya yerüstü suvarma üsullarından damcı suvarma üsuluna keçiddir (su sərfiyyatını azaldacaq, lakin enerji sərfiyyatını artıracaq).

Təbii ki, sadalanan “su” problemləri əksər hallarda həll olunur. Bununla belə, onların həlli daha yaxşı texnologiyalardan istifadəni və enerji və su idarəçiliyi siyasətlərinin daha sıx inteqrasiyasını tələb edəcəkdir.

## FƏSİL III. NABRAN İSTİRAHƏT ZONASININ YERALTI SUYUNDAN ENERJİ İSTEHSALI İMKANLARININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

### 3.1. Nabran istirahət zonasının termal suyunun istilik-fiziki xassələrinin tədqiqi

Azərbaycanın Nabran termal suyunun kimyəvi tərkibi IRIS Intrepid II Optical Emission Spectrometer induktiv-əlaqəli plazmasıyla (şəkil 3.1) atomlu-emissionlu spektrometrində ölçülmüşdür.



Şək. 3.1. IRIS Intrepid II Optical Emission spektrometri

Mənbə: <https://www.spectralabsci.com/equipment/thermo-electron-corporation-iris-intrepid-ii-xsp/>

IRIS Intrepid II spektrometrinin fərqləndirici xüsusiyyətləri bunlardır:

- onların istismar xərcləri azdır. Nümunələrin ölçülmə zamanı 5-10 dəfə azdır;
- işıqlanma gücü çox olan Eşelle spektrometrindən istifadə olunur;

- elementlərin hər birinin eyni zaman intervalında təyin edilməsi, sabitlik, daxili standart xəttlərin sərfəli istifadə olunması;
- yeni əldə olunan yüksək səviyyələrində aşkar olunma hədləri;
- plazmanın aksional müşahidəsi üçün TraceTech texnologiyalarının istifadəsi;
- fərqli dillərdə TEVA proqram təminatına sahib olması.

Atmosfer təzyiqində və  $T=(278,15 - 343,15)$  K temperaturda Nabran istirahət zonasının termal suyunun sıxlığının ölçülməsi üçün yüksək dəqiqliyə malik olan DSA 5000 qurğusundan (şəkil 3.2) istifadə olunmuşdur.

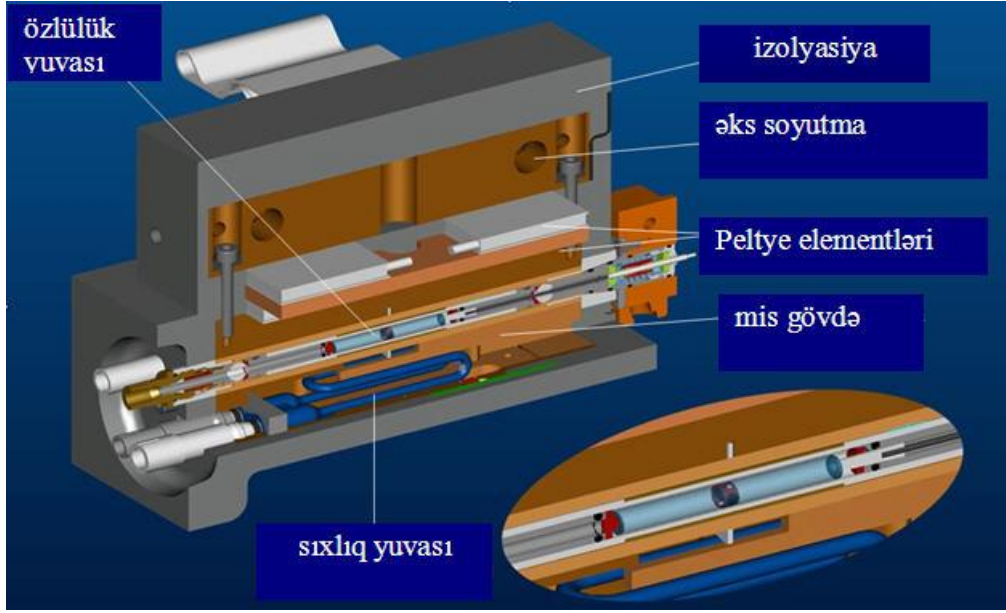


Şək. 3.2. DSA 5000 densimetri.

Mənbə: <https://www.spectralabsci.com/equipment/thermo-electron-corporation-iris-intrepid-ii-xsp/>

Nabran istirahət zonasının termal suyunun özlülüyü SVM3000 Ştabinger viskozimetrlə ölçülmüşdür. SVM3000 Ştabinger viskozimetri mayelərin dinamik özlülüyünü və sıxlığını ölçür.





Şək. 3.3. SVM3000 Ştabinger viskozimetrinin daxili quruluşu

Mənbə: <https://photos.labwrench.com/equipmentManuals/1798-446.pdf>

Cədvəl 3.1.

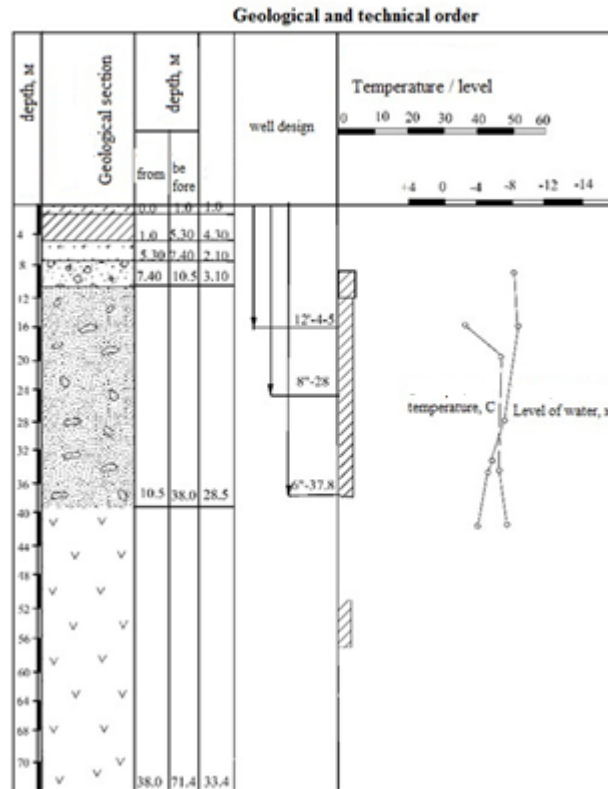
## Nabran istirahət zonasının termal suyunun kimyəvi tərkibi

Sıra №	Laboratoriya №	Oazmanın adı və sıra	Dərinlik m	Quru qalıqlar mq/l	ionların cəmi mq/l	pH	Anionlar									Kationlar									Codluq mq-ekv					
							[CO] <sup>-</sup>			HCO			Cl <sup>-</sup>			[SO] <sup>-</sup>			Ca <sup>2+</sup>			Mg <sup>2+</sup>			Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>			Ümumi	Karbonat	Karbonatsız
							m q/L	mq /ek v	% ek v	m q/L	mq /ek v	% ek v	m q/L	mq /ek v	% ek v	m q/L	mq /ek v	% ek v	m q/L	mq /ek v	% ek v	m q/L	mq /ek v	% ek v	m q/L	mq /ek v	% ek v			
1	X			450	594	8,3	30,0	1,00	6,2	274,6	4,50	27,7	35,5	1,00	6,2	78,2	1,63	10,0	20,0	1,00	6,2	12,2	1,00	6,2	14,9	6,13	37,5	2,00	2,00	0,00

### **3.2. Nabran istirahət zonasının termal suyunun istifadəsi üçün hidrogeoloji quyuların qazılması**

Termal sular üçün müxtəlif təyinatlı hidrogeoloji quyuların qazılması və tikintisi zamanı texnoloji aspektlər bir sıra təbii və texniki amillərlə müəyyən edilir ki, bu da qazmanın batırılması və təchiz edilməsi texnologiyasının layihələndirilməsi zamanı nəzərə alınmalıdır [Surmaazhav et al., 2019]. Bunlara daxildir: hidrotermal temperatur; təbii yeraltı su anbarında lay təzyiqi; termal suların əmələ gəlmə dərinliyi və minerallaşması, məruz qalmış su basmış zonaların su keçiriciliyi, habelə quyunun qazılması, hidroizolyasiyası (gövdələşməsi) və işlənməsi nəzərdə tutulan süxurların qazma qabiliyyəti, qırılma, aşındırıcılıq kateqoriyası. Süxurkəsici alətlərin su basmış intervallarda (zonalarda) istifadəsi ilə soyudulması zamanı qazma məhlullarının itkilərini (udmalarını) da nəzərə almaq lazımdır.

Əvvəllər quyuların qazılmasının nəticələri kristal massivinin çatlaq zonalarında soyuq və subtermal sularla növbələşən suvarılan zonaların mürəkkəb sxemini aşkar etmişdi [Surmaazhav et al., 2019, Badminov et al., 2020]. Daha yüksək temperaturlu termal suları çıxarmaq üçün quyuya soyuq su axınının intervallarını (yerlərini) etibarlı şəkildə təcrid etmək lazımdır. Regionda, xüsusən Sayxan Xulj yatağında termal sular üçün əvvəllər tikilmiş hidrogeoloji quyuların qazılması və tikintisi zamanı termohidrogeoloji şəraiti nəzərdən keçirək (şək. 3.4).



Şək. 3.4. Termal sular üçün tikilmiş hidrogeoloji quyuların qazılması və tikintisi zamanı termohidrogeoloji sxem

Mənbə: [https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%9A%D0%B8%-D1%80%D0%B5%D0%B5%D0%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC\\_1502.pdf](https://dspace.tltsu.ru/bitstream/-123456789/3910/1/%D0%9A%D0%B8%-D1%80%D0%B5%D0%B5%D0%B2%20%D0%9C.%D0%9C.-%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%BC_1502.pdf)

Əksər hallarda hidrogeoloji tədqiqatlar su basmış qırılma zonaları ilə məhdudlaşan çatlı vena tipli soyuq qrunt sularının lokallaşdırılmış axınlarını təsdiqləmişdir [Yasko, 1978; Stepanov, 1985; və s.].

Burada tranzit qırılma zonalarının ayrı-ayrı hissələri boyunca allüvial çöküntülərə isti termal və soyuq içməli və ya azotlu mineral suların qatılaraq və ya səpələnmiş axılması istisna edilmir. Xanqay tağlı qalxmasının hidrotermal yataqlarına isti və soyuq yeraltı suların birgə axılmasının mövcud nümunələri belə qənaətə gəlməyə imkan verir ki, böyük dərinliklərdən qalxan isti termal sular yer səthinə yaxın şəraitdə soyuq sularla qarışan zonalarda qaçılmaz olaraq durulanır və

soyudulur. Buna görə də, nəticə, açılmış hissənin aralıqlarını soyudulmuş yeraltı su ilə təcrid etmək və ya bağlamaq ehtiyacı barədə özünü göstərir. İsti termal axınların təbii şəraitdə soyuq şirin və ya mineral sularla qarışdırılması zamanı onların durulması və sonradan soyudulması prosesi termal suların axıdıldığı ərazilərdə yerin daxili hissəsinin təbii hidroelektrik potensialından tam istifadə etməyə imkan vermir.

Ümumiyyətlə, su basmış zonaların və quyuların işlənməsinin intervallarının (gilləmə, bitumlaşdırma, sementləşdirmə və s.) və ya qoruyucu sütunlardan (o cümlədən kompozit materiallardan istifadə etməklə) izolyasiyanın bir çox üsulları mövcuddur və istifadə olunur. Bu və ya digər metodun seçimi bir sıra amillərdən asılıdır: geoloji, hidrogeoloji, texnoloji, iqtisadi və s. Bunun üçün müxtəlif variantlardan (mexaniki, kimyəvi, geotermal və s.) istifadə edərək, su yalıtımı metodunun axtarışı və inkişafı aparılır; müxtəlif tərkibli poli və ya monokomponent qarışıqların, o cümlədən sınımış və ya məsaməli süxurların vurulması (kimyəvi, mexaniki) tıxaclarının axtarışı və tədqiqi; Bundan əlavə, müxtəlif koaqulyantlar, körpülər, gellər (məsələn, GALKA®, CRYOGEL) və digər materiallar, xüsusən də poliuretan qatranları (məsələn, "LT-70") də istifadə edilə bilər.

Layihələndirmə zamanı qruntlama və inyeksiya gil-sement, sement (və ya digər) kompozisiyaları və çatlamış süxurların vurulması texnologiyaları haqqında məlumat axtarışı aparmaq lazımdır; inyeksiya məhlullarının müəyyən edilmiş xassələrinin təyini. İlk mərhələdə məhlulların seçilməsi termal suların (mayelərin) təsirinə qarşı istifadə olunan materialın korroziyaya davamlılığını nəzərə almalıdır.

Bundan əlavə, hidrotermlərin quyu lüləsi ilə səthə hərəkəti zamanı onların temperatur itkilərini azaltmaq üçün onun layihələndirilməsində kompozit istilik izolyasiya materiallarından hazırlanmış qoruyucu borulardan (istehsal boruları da daxil olmaqla) istifadə edilməlidir. Bu halda, müqavimətin azalması və hasilat korpusundan maye axınının sürətinin artması ilə əlaqədar olaraq, quyunun tutduğu hidrotermlərin allüvial çöküntülər vasitəsilə təbii axıdma mənbəyində müşahidə olunan temperaturdan daha yüksək temperaturalara nail olunacaqdır.

Quyu dəstəyinin istilik diffuziyasının azaldılması üçün ən perspektivli istiqamətlərdən biri də onun tikintisində poliuretan əsasında polimer materialların istifadəsi hesab olunur. Təklif edilmişdir [Surmaazhav et al., 2019] ikiqat divarlı (boru-daxili texnologiya), içərisində istilik izolyasiya edən material - poliuretan köpük olan qoruyucu sütunlardan istifadə etmək təklif edilmişdir. Onun əsas üstünlüyü istilik keçiriciliyi əmsalının aşağı dəyərləri hesab edilməlidir (0,019-0,03 Vt / m K), korpus polad üçün isə 27-40 Vt / m K, poliuretan köpüyün aşağı çəki xüsusiyyətləri tələb etməyəcəkdir.

Bu texnologiyanın istifadəsi quyu boyunca istilik itkisini 20-30% azaldacaq ki, bu da səthdə həddindən artıq qızdırılan dərin məhlulun temperaturuna mümkün qədər yaxın olan mayenin temperaturunu əldə etməyə imkan verir.

Hidrotermlər üçün nəzərdə tutulan istismar hidrogeoloji quyunun geoloji hidrogeoloji kəsiyi, onun yerləş və bərkidilmə dövrəsində texnoloji həlləri nəzərə alaraq layihələndirilməsi onun qarşısında duran problemləri həll edir və istilik axını vahidləri ilə ölçülən spesifik iqtisadi effekt verir.

### **3.3. Nabran istirahət zonasının yeraltı suyundan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsi**

Nabran istirahət zonasının termal suyu yerin 260 m dərinliyindən çıxır. Borunun ən kəşik diametri 8 sm, suyun çıxma temperaturu aprel ayı üçün 20,3 °C-dir.

Atmosferə axma halında lüləkdən axan mayenin sürəti

$$v_3 = \varphi \sqrt{2gH} \quad (3.1)$$

Burada, H-basqıdır,

$\Phi$ -sürət əmsalıdır.

$$\varphi = \sqrt{\frac{1}{1+\xi}} \quad (3.2)$$

$\xi$ - müqavimət əmsalıdır

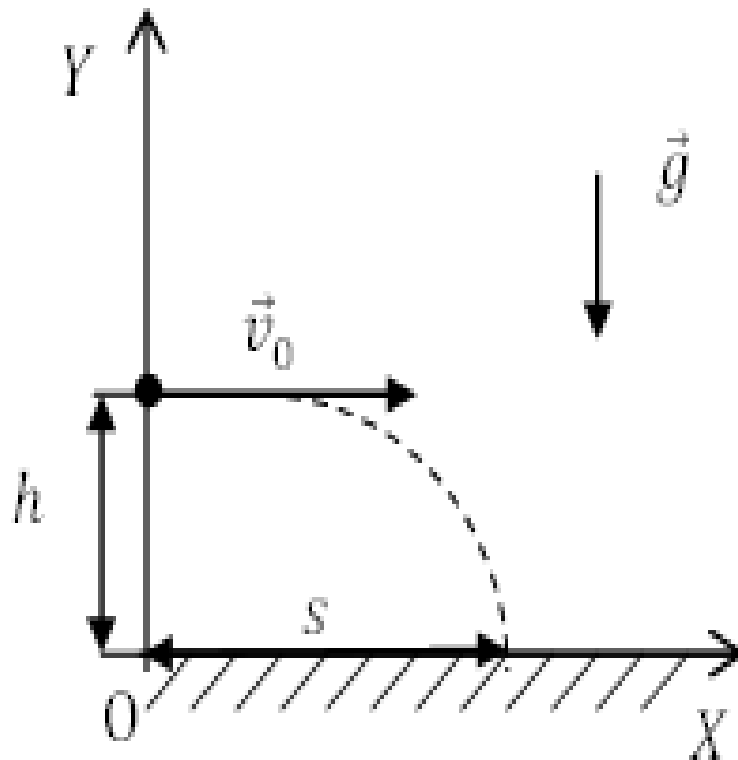
$$\xi = 0,505 + 0,303\sin\alpha + 0,223\sin\alpha^2 \quad (3.3)$$

A- üfüqə nəzərən bucaq, bizim halda  $\alpha=90^0$

Onda,

$$\xi = 0,505 + 0,303\sin\alpha + 0,223\sin\alpha^2 = 1,031 \quad (3.4)$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{1}{1+\xi}} = 0,71 \quad (3.5)$$



Şək. 3.5. Atmosfərə axma halında lüləkdən axan mayenin sürəti

$$v_0 = v_3 \quad (3.6)$$

$$s = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3.7)$$

$$v_3 = 5,63 \text{ m/san}$$

$$H = \frac{v_3^2}{\varphi^2 2g} = \frac{5,63^2}{0,71^2 \cdot 2 \cdot 10} = 3,2 \text{ m} \quad (3.8)$$

Su sərfi

$$Q = \vartheta_0 \cdot S \quad (3.9)$$

$$S = \pi r^2 = 3,14 \cdot 0,04^2 = 0,005 \text{ m}^2 \quad (3.10)$$

$$Q = \vartheta_0 \cdot S = 0,028 \text{ m}^3/\text{san} \quad (3.11)$$

Hesablamaların nəticəsi bizə imkan verir ki, AzTU-nun istirahət zonası elektrik və istilik enerjisi tələbatını tam olaraq yeraltı suyun enerji potensialını istifadə edərək qarşılansın.

Su quyusunun üzərində kiçik su turbini və istilik nasosunun quraşdırılmasına tam olaraq imkan vardır.

İstirahət mərkəzinin elektrik və istilik enerjisi tələbatını ödəmək məqsədi ilə lahiyə qurulmuşdur. Bu layihə biz gücü 30KW olan PeltonCJ237-W-45/1x4.8markalı hidro turbin seçilmişdir.



Şək. 3.6. PeltonCJ237-W-45/1x4.8markalı hidro turbin

Mənbə: <https://images.app.goo.gl/DEALacFCdNovPPCD7>



Güc: 30KW

Axınsürəti: 0,08 m<sup>3</sup>/s

Su Başlığı: 50 m

Tezlik: 50Hz/60Hz

Sertifikat: ISO9001/CE/TUV/From-E

Gərginlik: 400V

Effektivlik: 90%

Generator növü: SF-W-30

Generator: Fırçasız həyəcanlandırma

Vana: Kəpənək Vana

Qaçış materialı: Paslanmayan see

Turbinin göstəriciləri bu formadadır və bizim istifadə edəcəyimiz su quyusuna tam olaraq uyğundur.

Sxemdə quyudan çıxan 20C dərəcədə təzyiqli su ilkin olaraq hidro turbinə verilir, burada həm suyun təzyiqi düşür həmdə turbinin dönməsi nəticəsində elektrik enerjisi alınır.

Turbindən çıxan su istilik nasosunun istilik dəyişdirici qurğusuna gedir. Biz bu qurğuda suyun istiliyini istilik nasosunda istifadə olunan freon qazını maye haldan buxar halına çevirmək üçün istifadə edəcəyik yəni suyun temperaturu ilə freon qazını qaynama temperaturuna qədər çatdıracaq beləliklə kompressor qazı sıxaraq 65-70 dərəcəyə qədər qaldıracaq. Bu 65-70 dərəcədə olan qazı istilik dəyişdirici qurğunun köməyi ilə temperaturu təmiz suya ötürərək istirahət mərkəzinin isti su tələbatını tam olaraq ödəyəcəyik.

Bu lahiyə həm qlobal istiləşməyə öz töhvəsini verəcək həmdə iqtisadi cəhətdən mərkəzin səmərəli istifadəsinə imkan verəcəkdir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Nabran istirahət zonasının yeraltı suyunun kimyəvi tərkibi öyrənildi. Bulaqların suları təzə, ümumi sərtlik baxımından sərt, pH dəyərinə görə neytraldır. Bulaqların yeraltı sularının kimyəvi tərkibi kalsium bikarbonatdır.
2. Sularda üzvi maddələrlə çirklənmə əlamətləri müşahidə olunur, bunu nitrat azotunun yüksək tərkibi və permaqanatın oksidləşməsinin dəyəri sübut edir. Eyni zamanda, tədqiq olunan sularda antropogen təsir əlamətləri müşahidə edilir və onların tərkibində sulfation, xlorid ionu və nitrat ionu, həmçinin natrium və kalium ionlarının tərkibinin təbii fon qiymətlərinə nisbətən artdığını göstərir.
3. Kiçik yaşayış məntəqələrində yeraltı mənbələrdən su təchizatı sistemlərinin təhlili göstərdi ki, sxemlər, əksər hallarda, normadan kənara çıxma olsa belə, suyun təmizlənməsini nəzərdə tutmur.
4. Əksər hallarda su tələb olunan suyun keyfiyyətini təmin etməyən quyulardan, eləcə də mədən quyularından götürülür.
5. Suyun təmizlənməsi üsullarının təhlili, dəmirin çıxarılması və yeraltı suların demanqanizasiyası, həmçinin ion mübadiləsindən istifadə edərək yumşaldılması üçün katalitik filtr materiallarının ən çox istifadə edildiyini göstərdi.
6. Yeraltı su resuslarından enerji istehsalı texnologiyası araşdırıldı.
7. Nabran istirahət zonasının yeraltı suyundan enerji istehsalı imkanlarının qiymətləndirilməsi aparıldı. Bu suyun temperaturu imkan verir ki, İstilik nasoslarının tətbiqi ilə ərazidə yerləşən yaşayış və ictimai obyektlərin isti su təchizatı aparılsın.

## ƏDƏBİYYAT

Алиев С.А., Мухтаров А.Ш., Алиева З.А. и Багирли Р.Дж. Термальные воды Азербайджана. В кн.: Геология Азербайджана. Том V, Физика Земли. Баку: Naft-Press. 2002. С. 259-261.

Алиев С.А., Гасанов А.Г., Алиева З.А. Гырмызы кемур (Красный уголь). – Баку: Гянджлик, 1984.– 87 с. (на азерб. яз.).

Алиев С.А., Гаджиев Т.Г., Исрафилов Д.Г. Гидрогеотермическая карта Азербайджанской ССР, М 1:500 000.– Ленинград: ГУГК СССР, ВСЕГЕИ. 1982.

Аскеров А.Г. Гидрогеологические условия формирования и закономерности распространения термальных вод Азербайджана. В кн.: Региональная геотермия и распространение термальных вод в СССР. Москва: Наука. 1967. С. 177-181.

Алхасов А. Б. Повышение эффективности использования геотермального тепла // Теплоэнергетика. 2003. № 3. С. 62–64.

Бутузов В. А. Анализ геотермальных систем теплоснабжения России // Промышленная энергетика. 2002. № 6. С. 67–69.

Возобновляемая и альтернативная энергетика : ресурсосбережение и защита окружающей среды / В. Я. Ушаков. Томск : СПБ Графика, 2011. С. 6–9.

Кашкай М.А., Алиев С.А., Тагиев И.И. Гипотермальная зона Масаллы-Ленкорань-Астара // Изв.АН Азерб.ССР, сер. Наук о Земле. 1968. №3. С. 3-19.

Семенова И.В., Хорошилов А.В. Условия осаждения железа из воды // энергосбережение и водоподготовка. -2006.-X25(43).-7-10.

Соколов Л.И., Журба М.Г. Техничко-экономическое обоснование водоочистных технологий инвестиций для их реализации // Питьевая вода. - 2007.-№2.-1624.

Сэлэнгэ Г. Минеральные углекислые воды месторождения Халзан уул и образования вторичных минералов / Г. Сэлэнгэ, Д. Сурмаажав // Мон. Гос. Ун-т Науки и Технологии. Сер. гидрогеол. – 2018. – № 26. – С. 58–65

Сурмаажав Д. Конструкция и технология бурения скважин в сложных горно-геологических условиях с целью добычи термальных вод / Д. Сурмаажав, А.Г. Вахромеев, Г.М. Толкачев [и др.] // Вестник ПНИПУ. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2019. – № 4. – С. 335–343.

Сурмаажав Д. Поисковые критерии термальных вод и локализаций месторождений // Мон. Гос. Ун-т Науки и Технологии. Сер. гидрогеол. – 2019. – № 27. – С. 8–12.

Сурмаажав Д. Месторождения углекислых минеральных вод «Халзан-Овоо» и образования вторичных минералов / Д. Сурмаажав, Г. Сэлэнгэ // Мон. Гос. Ун-т Науки и Технологии. Сер. гидрогеол. – 2018. – № 26. – С. 166–175.

Сурмаажав Д. Особенности распределения термальных вод в разломах Монголии // Материалы научной конференции межвузовской Керуленской геологической экспедиции. – Улаанбаатар, 2017. – С. 198–200

Тагиев И.И., Ибрагимова И.Ш., Бабаев А.М. Ресурсы минеральных и термальных вод Азербайджана. Баку: Чашыоглу. 2001. 168 с.

FAO, 2009. Irrigation in the Middle East region in figures – Aquastat survey 2008. FAO Water Reports No. 34, 423 pp.

Hurter S., Haenel R. Atlas of Geothermal Resources in Europe. Hannover: Germany 2002.

Geothermal energy. International Renewable Energy Agency. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.irena.org/geothermal>.

Mary Metyuz, Əhməd Əbu Əlsəid, Fərda İmanov. Azərbaycanın su ehtiyatlarının inteqrasiyalı idarə edilməsi üzrə milli fəaliyyət planının məqsəd və vəzifələri //Su təsərrüfatı, mühəndis kommunikasiya sistemlərinin müasir problemləri və ekologiya. Beynəlxalq elmi praktiki konfransın materialları, Bakı, 2014, s. 230-234.

Mukhtarov A.Sh. Models of distribution of temperatures in sedimentary section of the South Caspian Basin. In: Modern problems of geology and geophysics of Caucasus. Baku, Nafta-Press. 2012. 286 p.

Nabiyev N.D., Jannataliyev R.M., Safarov J.T., Bashirov M.M., Nocke J., Shahverdiyev A.N., Hassel E. Thermodynamic properties of geothermal energy resources of

the Khachmaz region of Azerbaijan / VDI "Thermodynamik-Kolloquium", 24.-26. September 2008, Universität Erlangen-Nürnberg, Germany.

Nabiyev N.D., Bashirov M.M., Safarov J.T., Shahverdiyev A.N., Hassel E.P. ( $p, \rho, T$ ) properties of the Palchig-Oba and Mukhtadir geothermal resources of Azerbaijan / Abstracts of the XVII International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia, June 29-July 3, 2009, Kazan, Russian Federation, p. 355,

Safarov, J., Kul, I., Talibov, M.A., Shahverdiyev, A., Hassel, E. Vapor pressures and activity coefficients of methanol in binary mixtures with 1-Hexyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide, Journal of Chemical Engineering Data, 2015, 60(6), 1648–1663.

Stephan, M., Mammadova, E., Schmidt, H., Safarov, J., Nocke, J., Shahverdiyev, A., Hassel, E. Thermophysical Properties of Geothermal Waters of Germany and Azerbaijan, 19<sup>th</sup> European Conference on Thermophysical Properties, 28 August-01 September 2011, Thessaloniki, Greece.

<http://www.anton-paar.com>

<http://www.antonpaar.com/?eID=documentsDownload&document=53279&L=2>