

AZƏRBAYCANIN XAÇMAZ RAYONUNUN GEOTERMAL SULARININ BUXAR TƏZYİQİ

Nofəl NƏBİYEV, Mahir BƏŞİROV, Cavid SƏFƏROV, Astan ŞAHVERDİYEV

Azərbaycan Texniki Universiteti

Bakı / AZƏRBAYCAN

mahirbashirov@yahoo.com

XÜLASƏ

Statik metod vasitəsilə Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal sularının buxar təzyiqi araşdırılmışdır. Təcrübələr statik metodla işləyən qurğuda $T=(283.15-323.15)$ K temperatur intervalında aparılmışdır. Alınmış nəticələr Antuan və *Klauzius-Klapeyron* tənliklərinin köməyi ilə yazılmışdır.

Açar sözlər: geotermal sular, buxar təzyiqi.

INVESTIGATION OF VAPOR PRESSURE OF THE GEOTHERMAL WATERS OF AZERBAIJAN

ABSTRACT

The experimental vapor pressure investigation of the geothermal waters of Azerbaijan at $T=(283.15$ to $323.15)$ K by a static method is given. Obtained experimental results are described with the Antoine and *Clausius-Clapeyron* equation.

Key words: geothermal waters, vapor pressure.

Giriş

Son illərin enerji böhranı nəticəsində ənənəvi enerji mənbələrinin qiymətlərinin kəskin artması müşahidə olunur. Bu da ənənəvi enerji mənbələrinin tükənməyə başladığı və bu sahədə proqnozların dəqiqləşdirilməsi səbəbindən enerji istifadəçilərini alternativ enerji mənbələrinə diqqəti artırmağa məcbur edir. Belə ki, alternativ enerji mənbələri tükənməz və ekoloji təmizdir. Düzdür onlardan alınan enerji ilə ənənəvi enerji mənbələrinin gücünü eyni tutmaq olmaz. Amma, alternativ enerji mənbələrindən səmərəli istifadə enerji istehsalı sahəsində onların özünəməxsus miqdarının yaradılmasına səbəb olur. Belə ki, artıq dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində bu rəqəm bəzən 20%-i ötmək üzrədir. Buraya günəş və kü-

lək enerjisi, kiçik SES-lər, termal sular, biokütlə enerjisi daxildir.

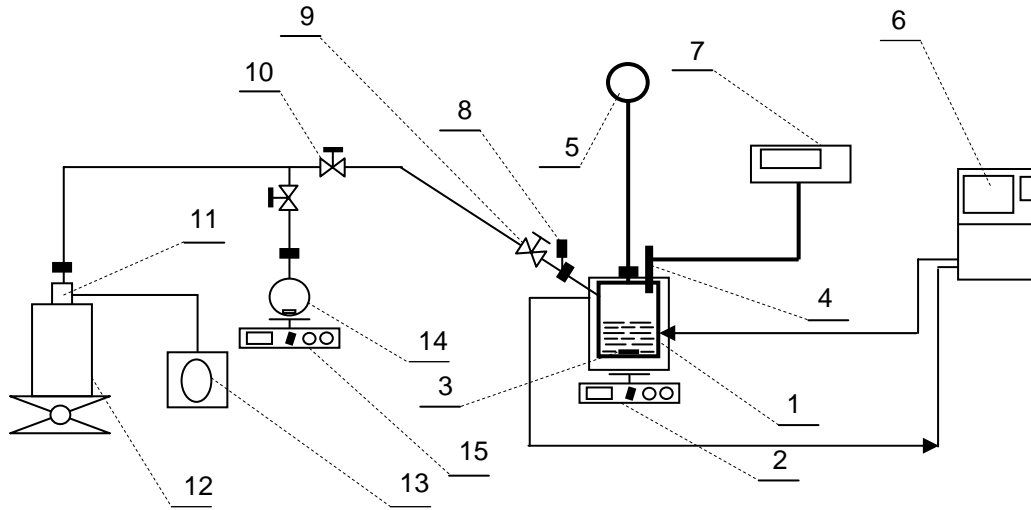
Azərbaycan coğrafi mövqeyinə və iqlim şəraitinə görə bu cür alternativ enerji mənbələrindən istifadə üçün əlverişli imkanlara malikdir. Respublikamızın ərazisində 200-dən çox ümumi məhsuldarlığı 100 mln. l/gün-dən çox olan müxtəlif mineral maddələr ilə zəngin yeraltı, termal, mineral və içməli bulaq su ehtiyatları qrupu vardır. Bu suların da 1000-dən artıq çıxışı vardır [1]. Təqdim olunan məqalədə Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal sularının buxar təzyiqinin temperaturdan asılılığı araşdırılmışdır. Alınmış nəticələr bu sahədə artıq 2 ildən çox aparılan elmi araşdırmaların [2-6] davamıdır. Təcrübələri yerinə yetirmək üçün statik metodla işləyən təc-

rübə qurğusundan istifadə edilmişdir. Qurğunun sxemi şəkil 1-də verilmişdir.

Təcrübə qurğusu

Təcrübə qurğusunun əsas hissəsi ikiqat şüşədən hazırlanmış ölçü yuvasından ibarətdir. Ölçü yuvası (± 0.01 K) temperatur dəqiqliklə termostatlaşdırılır. Təcrübə təzyiqi $T=333.15 \pm 0.01$ K-də termostatlaşdırılan qabda yerləşdirilmiş yüksək həssas başlıq ilə ölçülür. Təcrübənin temperaturu isə PT-100 platin müqavimət termometri ilə ölçülür. Təcrübə xətası temperatur üçün ± 0.01 K və təzyiq üçün ± 10 Pa-dır. Ölçü yuvası əvvəlcədən vakuum edilir. Eyni zamanda sis-

temin təzyiqinə mütəmadi olaraq nəzarət edilir və bu proses dərin vakuum alınana qədər ($p=0-10$ Pa) davam etdirilir. Nümunə təxminən ölçü yuvasının 40% həcmi qədər doldurulur. Bu zaman nümunənin tərkibindəki suyun bir hissəsi və həll olmuş qazlar vakuum altında olan yuvada buxarlanır və buxar təzyiqi yaradır. Maqnit fırladıcının və yuvanın daxilindəki teflonla örtülmüş maqnitin köməyi ilə təzyiqin tam stabilləşməsi gözlənilir və bu təzyiq qeyd edilir. 10 dəqiqə intervalı ilə 3 dəfə təzyiqin qiyməti qeyd edilir və orta qiymət götürülür. Daha sonra termostat vasitəsilə növbəti temperatur yaradılır. Bu qayda ilə təcrübə davam etdirilir.



Şəkil 1. Təcrübə qurğusunun prinsipial sxemi: (1) ölçü yuvası; (2),(15) maqnit fırladıcı; (3) maqnit; (4) platin müqavimət termometri; (5) təzyiq ölçən başlıq; (6) termostat; (7) temperatur signalını göstərən displey; (8) maddə əlavə etmək üçün yer; (9),(10) ventillər; (11) şüşə tutucu; (12) maye azot qabı; (13) vakuum nasos; (14) nümunə olan qab.

Cədvəl 1. Xaçmaz rayonunda çıxan geotermal suların buxar təzyiqi, p/Pa .

Xaçmaz		Palçıq-Oba		Sabir-Oba		Muxtadır		4-cü şöbə	
41°27'18" Şimal 48°47'21" Şərq		41°32'41" Şimal 48°43'35" Şərq		41°30'82" Şimal 48°45'32" Şərq		41°66'42" Şimal 48°78'06" Şərq		41°36'17" Şimal 48°41'54" Şərq	
T/K	P/PA	T/K	P/PA	T/K	P/PA	T/K	P/PA	T/K	P/PA
284.07	3408	288.32	3792	283.29	1547	283.27	2260	283.52	2093
296.05	5079	291.55	4231	293.48	2828	293.02	3618	293.99	3414
303.38	6628	304.56	6676	303.75	5016	304.39	6174	303.21	5212
312.93	9728	312.94	9080	313.07	8080	312.90	8715	312.73	8223
323.15	14534	323.31	13822	323.14	12745	323.13	13070	322.55	12860

Nəticələr

Təcrübə nəticəsində Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal sularının $T=(283.15-$

$323.15)$ K temperatur intervalında buxar təzyiqinin təcrübə qiymətləri müəyyən edilib, cədvəl 1-də və şəkil 2-də verilmişdir.

Buxar təzyiqinin alınmış təcrübi qiymətləri Antuan tənliyi vasitəsilə ifadə olunmuşdur. Belə ki, Antuan tənliyi mayelərin buxar təzyiqinin yazılması üçün standart tənliklərdən biridir və tədqiq olunan maddələr üçün bu əmsalların tapılması vacibdir:

$$\ln p = A - B / (T + C). \quad (1)$$

Burada: A , B və C Antuan tənliyinin əmsallarıdır. Bu əmsallar hər nümunəyə uyğun tənliyin təcrübə nəticələrini əks etdirmə xətası ilə birlikdə cədvəl 2-də verilmişdir:

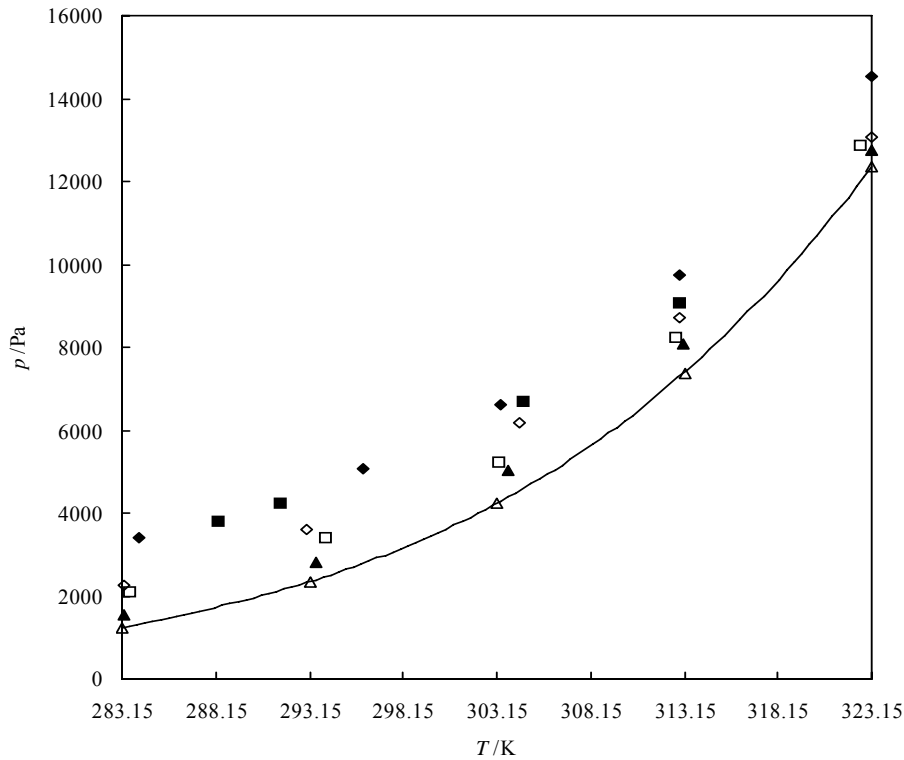
$$\delta p / p = 100 / n \cdot \sum_{i=1}^n [(p_{\text{tec.}} - p_{\text{hes.}}) / p_{\text{tec.}}]. \quad (2)$$

Hesablamalar nəticəsində buxar təzyiqi üçün ənənəvi olan Antuan tənliyinin alın-

mış nəticələri çox dəqiq yazmaması aşkar olunmuşdur. Belə ki, standart xətalər hətta 3%-i keçmişdir. Bunu nəzərə alaraq təcrübə nəticələri Klauzius-Klapeyron tənliyinin bir forması ilə də təkrar yazılmışdır və bu tənliyin təcrübə qiymətlərini daha dəqiq yazdığı aşkar edilmişdir:

$$\ln p = A + \frac{B}{T} + C \ln T, \quad (3)$$

burada, p buxar təzyiqi, Pa; T mütləq temperaturdur, K. (3) tənliyində A , B , C qiymətləri tənliyin əmsallarıdır və cədvəl 3-də tənliyin standart xətası ilə birlikdə verilmişdir.



Şəkil 2. Xaçmaz rayonu termal sularının buxar təzyiqinin temperaturdan asılılığı: (◆, Xaçmaz, ■, Palçıq-Oba, ▲, Sabir-Oba, ◇, Muxtadir, □, 4-cü şöbə, Δ, su).

Cədvəl 2. Xaçmaz rayonunda çıxan geotermal suların buxar təzyiqi üçün A , B , C Antuan parametrləri və $\delta p / p$, % standart xəta.

Geotermal sular	A / Pa	$B / \text{Pa} \cdot \text{K}$	C / K	$\delta p / p$, %
Xaçmaz	59.9462	70026.6	1066.61	2.349
Palçıq-Oba	60.4854	72650.2	1101.85	1.760
Sabir-Oba	20.5526	2759.79	-74.4033	0.495
Muxtadir	20.0724	2967.09	-43.061	0.496
4-cü şöbə	20.001	2967.09	-43.3	3.366

Cədvəl 3. Xaçmaz rayonunda çıxan geotermal suların buxar təzyiqi üçün *A*, *B*, *C* Klauzius-Klapeyron parametrləri və $\delta p/p$, % standart xətaləri.

Geothermal sular	<i>A</i> / Pa	<i>B</i> / Pa·K	<i>C</i> / Pa/K	$\delta p/p$, %
Xaçmaz	-286.376	10400.5	45.6515	0.488
Palçıq-Oba	-289.213	10608.5	46.0203	0.295
Sabir-Oba	96.7638	-8115.56	-10.7635	0.465
Muxtadır	52.3331	-5403.86	-4.52255	0.492
4-cü şöbə	-162.73	4085.95	27.6176	0.330

Bu zaman standart xətalərin 0.5 %-i keçməməsi həddində təcrübə qiymətlərinin yazılması əldə olunmuşdur.

Nəticələr

Alınmış nəticələrdən görünür ki, Xaçmaz rayonunun geotermal sularının buxar təzyiqi təmiz suyun buxar təzyiqindən yuxarıdır. Bu onu göstərir ki, geotermal suların tərkibində mineral kimyəvi maddələrdən başqa həll olmuş hava və qazlar da vardır. Əsasən də kükürd burada üstünlük təşkil edir. Bu qazlar, hava və su buxarı birlikdə təcrübə nəticəsində əldə olunmuş buxar təzyiqini verir. Bu səbəbdən də buxar fazasında çoxkomponentli qaz-buxar qarışığı alınır. Bu da buxar fazasında aktivliyin, osmotik və aktivlik əmsallarının hesablanmasını çətinləşdirir. Təcrübələrin aparılması zamanı geotermal su nümunələrinin maksimum təbii nümunələrinin tərkibinin saxlanmasına üstünlük verildiği üçün onların tərkibindəki həll olmuş qazlar evakuasiya edilməmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Бабаев А.М. Минеральные воды горно-складчатых областей Азербайджана, Чашыоглы, Баку, 2000, 384 стр.
2. Nəbiyev N.D., Bəşirov M.M., Səfərov C.T., Şahverdiyev A.N. Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal sularının tərkibinin kimyəvi analizi, *AzTU-nun elmi əsərləri* 2008, 7, 2, 10-13.
3. Nəbiyev N.D. Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal enerji mənbələrinin sıxlığının temperaturdan asılılığı, *Energetikanın problemləri* 2009, 1, 119-122.
4. Nəbiyev N., Bəşirov M., Səfərov J., Şahverdiyev A., Hassel E. Thermodynamic Properties of the Geothermal Resources (Khachmaz and Sabir-

oba) of Azerbaijan, *J. Chem. Eng. Data* 2009, 54, 1799-1806.

5. Nəbiyev N.D., Bəşirov M.M. Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal sularının özlülüyü, AzTU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantların 54-cü elmi-texniki və tədris-metodiki konfransı, II hissə, 2009, 142-145.
6. Nəbiyev N.D. Azərbaycanın Xaçmaz rayonunun geotermal sularının özlülüyünün araşdırılması, Aspirantların və gənc tədqiqatçıların XIII Respublika Elmi konfransının materialları, Bakı 2009, 73-74.
7. Wagner, W., Prüss, A. The IAPWS Formulation 1995 for the Thermodynamic Properties of Ordinary Water Substance for General and Scientific Use // *Journal of Physical Chemistry Reference Data*, 2002, 31, 387-535.