

UOT:622.244

**GEOTERMAL SİSTEMLƏRDƏ AVADANLIQLARIN KORROZİYADAN VƏ
DUZÇÖKMƏDƏN MÜHAFİZƏSİ****V.M. Abbasov¹, Ə.C. Mikayılova², N.İ. Mürsəlov¹, C.T. Səfərov³, F.Y. Hümbətov²,
R.N. Mehdiyeva², X.R. Düzdaban¹**

¹AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu,
AZ 1025, Bakı, Xocalı prospekti 30
AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu,
AZ 1143, Bakı, B.Vahabzadə küç., 9

³Rostok Universiteti Texniki Termodinamika İnstitutu,
D-18059, Albert-Eynşteyn 2³; e-mail: mikayilova.a.c@gmail.com

Redaksiyaya daxil olub 21.06.2019

Xülasə: Təqdim olunan məqalədə geotermal su nümunəsinin kümyəvi tərkibi öyrənilmiş və bu su nümunəsində poladın "Azəri" inhibitoru ilə korroziyadan mühafizəsi tədqiq edilmişdir. Eyni zamanda su nümunələrində duzçökməyə "Azəri" inhibitorun təsir effekti də öyrənilmişdir. Əgər geotermal sulara poladın korroziya sürəti inhibitorsuz 1.25 mm/ilə bərabərdirsə, "Azəri" inhibitorun 100 mq/l qatılığında korroziya sürəti 0.91 mm/ilə, 200 mq/l qatılığında 0.057 mm/ilə olmuşdur, 400 mq/l qatılığında isə mühafizə effekti 97%-ə çatır, duzçökmə isə baş vermir. Termal suyun tərkibində əsasən Ca^{2+} , Ba^{2+} , Cd^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , Li^+ kationlarının və SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- anionlarının üstünlük təşkil etdiyi də müəyyənləşdirilib.

Açar sözlər: inhibitor, korroziya, termal sular, duzçökmə

DOI: 10.32737/2221-8688-2019-4-622-625

Giriş

Termal sular temperaturuna və minerallaşmasına görə kəskin fərqlənirlər [1-5]. Bir sıra hallarda termal suların temperaturu 80°C-dən yuxarı olur. Bu suların yenidən qızdırılmadan və ya qismən qızdırılmaqla istilik sistemlərində istifadə olunması iqtisadi baxımdan çox sərfəlidir. Lakin həddən artıq minerallaşmış termal suların nəqli və istifadəsi zamanı istifadə olunan avadanlıqlar və boru kəmərləri korroziyaya uğrayaraq sıradan çıxırlar. Digər tərəfdən boru kəmərlərdə mineral duzların çökməsi nəticəsində boru

kəmərlərinin və avadanlıqların daxili divarlarında əmələ gələn ərp onların korroziyası ilə yanaşı, həmçinin termal suların nəqlində, istilik sistemlərində istiliyin ötürülməsində müəyyən problemlər yaradır. Bu problemləri aradan qaldırmaq üçün müxtəlif vasitələrdən istifadə oluna bilər. Əksər hallarda kimyəvi birləşmələrin - korroziya və duzçökmə inhibitorlarının tətbiqi bu zaman ən səmərəli üsuldur [6-8]. Təqdim olunan iş bu problemin aradan qaldırılmasına dair tədqiqata həsr olunub.

Təcrübi hissə

Tədqiqat obyektini kimi termal su nümunəsi götürülmüş və kimyəvi tərkibi öyrənilmişdir. Təcrübələr Almanyanın Rostok Universitetində aparılmışdır. Təcrübələr zamanı kationların analizinin aparılması üçün İRİS spektrometri və anionların analizinin aparılması üçün isə DX100 ion xromatografından istifadə edilmişdir. Alınmış

nəticələr cədvəl-1 də verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan su nümunəsinin tərkibində Na^+ - 13816 mq/kq, Ca^{2+} - 1583 mq/kq, Mg^{2+} - 313 mq/kq, Ba^{2+} - 4.2 mq/kq, Li^+ - 3.2 mq/kq kationları və Cl^- - 17600 mq/kq, NO_3^- - 17.4 mq/kq, SO_4^{2-} - 1.5 mq/kq anionları üstünlük təşkil edir.

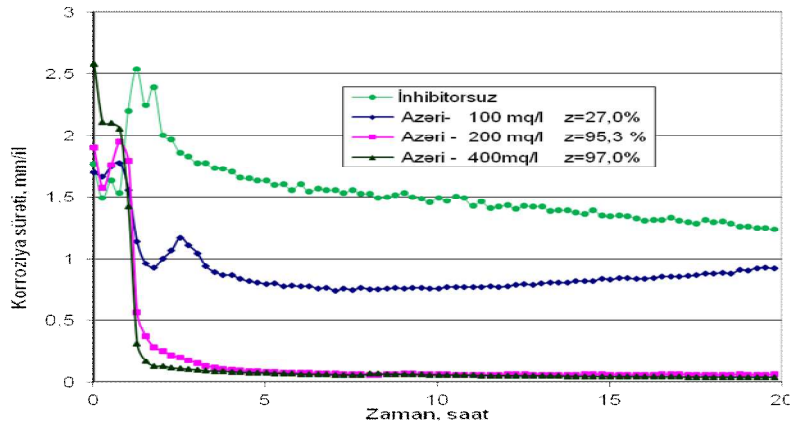
Cədvəl 1. Geoterminal su nümunəsinin kimyəvi tərkibi

Element/dalğa uzunluğu [nm]		Al	As	Ba	Ca	C	Co	Cr	Cr
	mq/kq	396.152	189.042	233.527	315.887	214.438	228.616	205.618	67.716
		<0.1	<0.1	4.2	1583	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na
	mq/kq	259.941	184.950	766.491	670.780	285.213	260.569	202.095	89.592
		<0.1	<0.1	309	3,2	313	<0.1	<0.1	13816
		Pb	Sn	Ti	V	Zn	Ni	Cu	
	mq/kq	220.353	189.991	336.121	292.464	213.856	221.648	324.754	
		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Anionlar		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻					
	mq/kq	17600	17.4	1.5					

Ərpə qarşı istifadə olunan inhibitorların əsas komponentləri fosfor tərkibli üzvi birləşmələrdir. Bu birləşmələrin tərkibində kalsium, maqnezium və başqa metal ionları olan suya daxil etdikdə onlar davamlı kimyəvi birləşmələr əmələ gətirirlər. Bu komplekslər həm əmələ gələn kalsium karbonat, maqnezium karbonat kristal dənəciklərinin səthində, həm də birbaşa metal səthində adsorbsiya edərək onların sonrakı adsorbsiyasının qarşısını alırlar. Təcrübələrdə korroziya və duzçökmənin qarşısını almaq üçün istifadə olunan "Azəri" inhibitoru fosfat kompleksidir. İnhibitorun korroziyaya qarşı mühafizə effektivliyi birbaşa mənbədən götürülmüş su ilə laboratoriya şəraitində elektrokimyəvi üsulla aparılmışdır. İnhibitorun korroziya təsiri CO₂ mühitində ACM Gill

№1197 potensiostatında öyrənilmişdir. Tədqiqatda C1018 nişanlı polad elektrodlardan istifadə olunmuşdur. Kompüterə qoşulmuş ACM GILL potensiometri (İngiltərə) Core Running proqramı ilə təmin olunmuşdur. Gill ACM texnologiyası standart Sequencer proqram təminatından istifadə edərək dəyişən və sabit cərəyan siqnallarını ölçməyə imkan verir.

Sequencer proqram təminatı potensial, cərəyan sıxlığı, korroziya sürəti və metal kütləsinin itkisini hesablayır. Core Running proqramı korroziya cərəyanını (mA/sm²) korroziya sürətinə (mm/il) çevirir. Potensiostatda alınan nəticələr hər 15 dəqiqədən bir Core Running proqramı vasitəsi ilə kompüterə ötürülür.



Şəkil 1. Termal su mühitində poladın korroziya sürətinin zamandan asılılığı

Tədqiqatlar 50 °C temperaturda "Azəri" inhibitorunun (suda 50%-li məhlul) 100, 200 və 400 mq/l qatılıqlarında 20 saat müddətində aparılmışdır. İnhibitorsuz korroziya sürəti 20-

ci saatda 1.24 mm/il olur. Elektrokimyəvi tədqiqatın nəticələri şəkil 1-də verilmişdir.

Tədqiq olunan su mühitində inhibitorsuz halda korroziya sürəti təcrübənin 1-ci saatinə 1.5-2.54 mm/il-ə qədər artmış, lakin sonra

azalaraq 20-ci saatda 1.25 mm/il-ə bərabər olmuşdur. Korroziya sürətinin bir qədər azalması metal səthində müəyyən qədər mühafizə rolunu oynayan qoruyucu karbonar təbəqəsinin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. İnhibitor əlavə olunduqda 100 mq/l qatılıqda

mühafizə effekti çox aşağı olsa da (27%), qatılığın iki dəfə artırılması mühafizə effektini 95.3%-ə qədər artırır. İnhibitorun 400 mq/l qatılığında isə onun effektliyi bir qədər də artaraq 97%-ə qədər yüksəlir.

Cədvəl 2. İnhibitorun duzçökməyə təsirinin nəticələri

"Azəri" inhibitorunun qatılığı, mq/l	Duzçökmənin sürəti, mq/m ² -saat	Mühafizə effekti, %-lə
inhibitorsuz	0.23	-
100	0.020	91.3
200	0.017	92.6
300	0.010	95.6
400	-	100
500	-	100

Tədqiq olunan lay suyunda "Azəri" inhibitorunun duzçökməyə təsiri və su nümunəsində duzçökmə inhibitoru kimi mühafizə xassələri tədqiq olunmuşdur. Təcrübələr 50°C-də aparılmışdır. İnhibitorsuz mühitdə duzçökmənin sürəti 0.23 mq/m²-saat-

dir. "Azəri" inhibitorunun duzçökməyə təsirinin nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, "Azəri" inhibitoru 400 mq/l-dən yuxarı qatılıqlarda duz çökmənin qarşısını 100% alır.

Nəticə

Tədqiq olunmuş geotermal su nümunəsinin tərkibində Na⁺ - 13816 mq/kq, Ca²⁺ - 1583 mq/kq, Mg²⁺ - 313 mq/kq, Ba²⁺ - 4,2 mq/kq, Li⁺ - 3,2 mq/kq kationları və Cl⁻ - 17600 mq/kq, NO₃⁻ - 17,4 mq/kq, SO₄²⁻ - 1,5 mq/kq anionları üstünlük təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir. Termal su nümunəsində "Azəri" inhibitoru 400 mq/l qatılıqda korroziyadan 97% mühafizə effektinə

malikdir. Bu inhibitor 400 mq/l-dən yuxarı qatılıqlarda duzçökmədən 100% mühafizə edir, yəni metal səthdə duzçökmə baş vermir. Tədqiqatlar göstərir ki, "Azəri" inhibitoru tədqiq olunmuş su nümunələrdə və oxşar sistemlərdə həm korroziyadan müdafiə, həm də duzçökmə inhibitoru kimi tətbiq olunmaq üçün təklif oluna bilər.

References

- Mukhtarov A.Sh., Khammedov A.M. Geothermal resources of Azerbaijan. Conference: problems of the development of geothermal energy in the CIS countries and the activities of the international Geofund. Moscow, 2003.
- Svalova V.B. Integrated use of geothermal resources. *Scientific and technical journal "Georesources"*. 2009, no.1, pp. 17-22. (In Russian).
- Imamova T.A. Prospects for the use of thermal waters of the Samur-interfluvial interfluvial in the national economy. *News of Baku University*. 2005, no.1, pp.157-164. (In Azerbaijan).
- Berman E. Geothermal energy. Moscow: Mir Publ., 1978, 416p.
- Shulupin A.N., Chernev I.I. Problems and prospects for the development of geothermal resources of Kamchatka. *Scientific and technical journal "Georesources"*. 2012, no.1, pp. 19-21. (In Russian).
- Abbasov V.M., Mamedov I.A., Abdullaev E.Sh., Magerramov R.S., Mursalov N.I. Scale inhibitor in oil production. *Scientific and technical Journal of Corrosion*

- Protection and Environmental Protection*. 1995, no.8-9, pp.10-12. (In Russian).
7. Sibiriyakov K.A., Korobeinikova D.S., Tarkhov L.G. A study of the developed inhibitor of complex action to protect against corrosion and scaling during oil production. *Chemical technology and biotechnology*, 2016, no. 4, pp. 95-104. (In Russian).
8. Chausov F.F., Somov N.V., Shabanova I.N., Naimushina E.A., Reshetnikov S.M. New effective scale inhibitor and corrosion inhibitor, stable during storage and transportation. *Ecology and Industry of Russia*. 2015, vol.19, no.6, pp. 37-41.

ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЙ ОТ КОРРОЗИИ И СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

**В.М. Аббасов¹, А.Дж. Микаилова², Н.И. Мурсалов¹, Дж.Т. Сафаров³,
Ф.Ю. Гумбатов², Р.Н. Мехтиева², Х.Р. Дуздабан¹**

¹Институт Нефтехимических Процессов им. Ю.Г. Мамедалиева Национальной АН Азербайджана
AZ 1025, Баку, пр. Ходжалы 30

²Институт Радиационных Проблем Национальной АН Азербайджана
AZ 1143, Баку, ул. Б. Вахабзаде, 9

³Институт Технической Термодинамики Университета Росток
D-18059, ул. Альберта-Эйнштейна 2
e-mail: mikayilova.a.c@gmail.com

Изучен химический состав образцов геотермальных вод, и исследована коррозионная защита образцов стали с ингибитором «Азери» в этих водах. Одновременно изучено влияние этого ингибитора на солеотложение в образцах воды. Установлено, если без ингибитора скорость коррозии оборудования в системах, где используется геотермальная вода, составляет 1.25 мм/год, то при применении ингибитора скорость коррозии уменьшается до значений 0.91 мм/год при концентрации ингибитора 100 мг/л и 0.057 мм/год при концентрации 200 мг/л. При концентрации ингибитора 400 мг/л его защитный эффект достигает 97%, осаждение в солевом растворе не происходит.

Ключевые слова: ингибитор, коррозия, геотермальные воды, солеотложение

PROTECTION OF EQUIPMENTS FROM CORROSION AND SALT DEPOSITION IN GEOTHERMAL SYSTEMS

**¹V.M. Abbasov¹, ²A.J. Mikayilova, ¹N.I. Mursalov, ³J.T. Safarov, ²F.Y. Humbatov,
²R.N. Mehdiyeva, ¹X.R. Duzdaban**

Acad. Y. H. Mamedaliyev Institute of Petrochemical Processes
National Academy of Sciences of Azerbaijan
30, Khojaly ave. 30, AZ 1025, Baku, Azerbaijan

²Institute of Radiation Problems
National Academy of Sciences of Azerbaijan
Vahabzadeh str., 9, AZ 1143, Baku, Azerbaijan

³Institute of Technical Thermodynamics, University of Rostock,
D-18059 Albert-Einstein str.
e-mail: mikayilova.a.c@gmail.com

Chemical composition of geothermal water samples and corrosion protection of steel samples with "Azeri" inhibitor in these waters were analyzed. Simultaneously, influence of this inhibitor on salt deposition in water samples was examined. It revealed that rates of equipment corrosion without inhibitor in systems where geothermal water is used is 1.25 mm a year, while if the inhibitor is used the rates of corrosion drops to values of 0.91 mm a year at inhibitor concentration of 100 mg/l and 0.057 mm a year at concentration of 200 mg/l. If the inhibitor concentration is 400 mg/l its protective effect may reach 97% and no deposition occurs in the salt solution.

Keywords: inhibitor, corrosion, thermal water, soldering