

BAKİ UNİVERSİTETİNİN
XƏBƏRLƏRİ

ВЕСТНИК
БАКИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

NEWS
OF BAKU UNIVERSITY

ТƏВІƏТ
elmləri seriyası

серия
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

series of
NATURAL SCIENCES

№ 3, 2022

Bakı – 2022

KİMYA

UOT 665.753

**MÜXTƏLİF SAXLANMA ŞƏRAİTLƏRİNDƏ
DİZEL YANACAĞININ KİMYƏVİ STABİLLİYİ****S.Q.QULİYEVA, N.N.YUSUBOV, İ.Q.MƏMMƏDOV***Bakı Dövlət Universiteti**bsu.nmrlab@mail.ru*

Təqdim olunan işdə dizel yanacağıının müxtəlif saxlanma şəraitlərində kimyəvi stabilliyi araşdırılmışdır. Belə ki, tədqiq edilən yanacaq şüşə, polietilen, polietilen tereftalat, alüminium və alüminium ərintisindən hazırlanmış müxtəlif qablarda altı ay müddətində, işıqlı otaqda ağzı bağlanmış şəraitdə saxlanılmış, sonra isə tərkib dəyişikliyi Nüvə Maqnit Rezonansının köməyi ilə öyrənilmişdir. Tədqiqatlar alüminium ərintisindən hazırlanmış qab- da daha çox tərkib dəyişikliyinə baş verməsini göstərmiş və bunun səbəbləri izah olunmuşdur.

Açar sözlər: dizel, material, emissiya, oksidləşmə, NMR spektroskopiyası.

Dizelin yüksək zəhərli emissiyalarına baxmayaraq, kommersiya maye yanacaqları arasında istehlakda lider olaraq qalır, hazırda şəhərlərarası avtobuslarda, su nəqliyyatında, ağır yüklərin daşınmasında, lokomotivlərdə, elektrik generatorlarında və s. istifadə olunmaqdadır. Yaxın gələcəkdə də bu yanacaq növünün tamamilə əvəzlənməsi real görünür. Ona görə də qarşıya qoyulan vəzifələrdən biri də dizel yanacağıının kimyəvi stabilliyinin, ekoloji göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasıdır. Bu problemlərin həlli yollarından biri də dizel yanacaqlarına texniki cəhətdən mümkün, ekoloji cəhətdən məqbul əlavələrin istifadəsidir. Yanacağıın kimyəvi dayanıqlığı daxili yanma mühərriklərinin düzgün işləməsini təmin edən əsas amillərdən biridir. Saxlama və daşınma zamanı müxtəlif şəraitlərin təsiri altında yanacaqların tərkibinin tədricən dəyişməsi onların istismar xassələrinə mənfi təsir göstərir. Bundan əlavə, fotokimyəvi proseslər nəticəsində neft məhsullarının destruksiyası və zərərli birləşmələrin əmələ gəlməsi ekoloji problemlərə səbəb olur [1-9].

Bildiyiniz kimi, dizel yanacağı xam neftin fraksiyalı distilləsi ilə alı-

nan mürəkkəb qarışıqdır, əsasən alifatik, tsiklik və aromatik karbohidrogenlərin qarışığından ibarətdir. Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq şüşə, polietilen, polietilen tereftalat, alüminium və alüminium ərintisindən hazırlanmış müxtəlif qablarda altı ay müddətində, işıqlı otaqda, ağzı bağlanmış şəraitdə saxlanılmış Azərbaycan istehsal edilən dizel yanacağı kimyəvi tərkib dəyişikliyi NMR spektroskopiyasının köməyi ilə tədqiq olunmuşdur.

Təcrübi hissə: Tədqiqat üçün lazım olan düz distillə dizel yanacağı Bakı şəhərində yerləşən yanacaqdoldurma məntəqəsindən götürülmüşdür.

Qocalma, kimyəvi tərkib dəyişməsinə materialın təsirini araşdırmaq məqsədilə yanacaq şüşə, polietilen, polietilen tereftalat, alüminium və alüminium ərintisindən hazırlanmış müxtəlif qablarda altı ay müddətində, işıqlı otaqda, ağzı bağlanmış şəraitdə saxlanılmışdır. Saxlanma müddəti başa çatdıqdan sonra kimyəvi tərkib dəyişikliyinə nəzarət BVT 3200 temperatur nizamlayıcısı ilə təchiz olunmuş Bruker firmasının impulsu AVANCE 300 NMR spektrometrində ^1H nüvəsi üçün 300, ^{13}C nüvəsi üçün 75 MHz tezliklərdə yerinə yetirilmişdir (proqram təminatı TopSpin 3.1). Tədqiqatlar zamanı CDCl_3 həlledicilərindən istifadə edilmişdir (daxili standart tetrametilsilan- TMS).

Nəticələrin müzakirəsi: Heydər Əliyev adına Neft emalı zavodunda istehsal edilən dizelin kimyəvi stabilliyinə zamanın, şəraitin və müxtəlif materialların təsirinin öyrənmək məqsədilə yanacaq şüşə, polietilen, polietilen tereftalat, alüminium və alüminium ərintisindən hazırlanmış müxtəlif qablarda altı ay müddətində, işıqlı otaqda, ağzı bağlanmış şəraitdə saxlanılmışdır. Saxlanma müddəti başa çatdıqdan sonra dizel yanacağı baş verən kimyəvi tərkib dəyişikliyi NMR spektroskopiyasının köməyi ilə tədqiq olunmuşdur. Əldə edilən nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

**Müxtəlif materiallardan hazırlanmış qablarda
6 ay saxlanmadan sonra dizel yanacağı kimyəvi tərkib dəyişikliyi**

İlkin nümunə	PK	OK	AK	Dizel 6 ay sonra	PK	OK	AK	P/A (%)
Dizel	97.81	0.01	2.18	Şüşə	97.64	0.05	2.29	6.56
				PE	97.57	0.05	2.36	9.35
				Al	97.45	0.05	2.47	14.41
				PET	97.34	0.06	2.57	17.13
				Al ərintisi	96.40	0.05	3.53	39.70

burada: PK- parafin karbohidrogenləri, OK- olefin karbohidrogenləri, AK- aromatik karbohidrogenləri, P/A- iso parafin aromatik nisbətidir

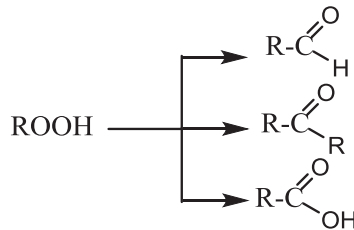
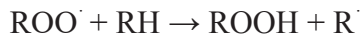
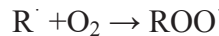
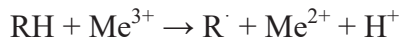
Cədvəldən göründüyü kimi şüşə, polietilen, polietilen tereftalat, alüminium və alüminium ərintisindən hazırlanmış qablarda altı ay saxlanılmış dizelin kimyəvi tərkib dəyişikliyi uyğun olaraq 6.56, 9.35, 14.41, 17.13, 39.70% kimi olmuşdur. Ən çox kimyəvi tərkib dəyişikliyinə müxtəlif içkilərin saxlanması üçün geniş istifadə edilən metallik bankanın materialı səbəb olmuşdur. Bu fakt maraq doğurduğundan metallik bankanın hazırlandığı tərkiblə (cədvəl 2) baş verən kimyəvi tərkib dəyişikliyinə əlaqəsi araşdırılmışdır.

Cədvəl 2

Müxtəlif içkilər üçün metallik bankaların tərkibi

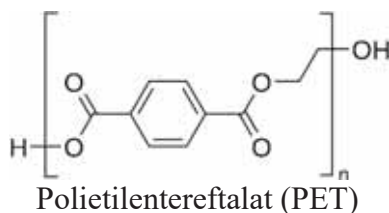
Kimyəvi tərkib, %						
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Al
0.30	0.70	0.25	1.5	1.30	0.05	95.9

Ədəbiyyat mənbələrindən [10, 11] məlumdur ki, parafinlərin oksidləşmə reaksiyalarında katalizator kimi, dəyişkən valentli metalların (məs., Mn^{3+} , Cr^{3+} , Co^{3+} və s.) birləşmələri istifadə edilir. Bu zaman oksidləşmənin mexanizmi aşağıdakı kimi təsvir olunur:



Bunları nəzərə alaraq qeyd edə bilərik ki, metallik bankanın materialı uzunmüddətli saxlanılma şəraitində dizel yanacağına katalitik təsir göstərmiş və təsvir edilən mexanizm üzrə daha çox kimyəvi tərkib dəyişikliyi baş vermişdir.

İkinci nəzərəcarpacaq kimyəvi tərkib dəyişikliyi polietilen tereftalat qabda saxlanılmış dizeldə baş vermişdir (17.13%). Çox güman ki, bu dəyişiklik polimerin dizeldə müəyyən qədər həll olması və aralarında baş verən qarşılıqlı təsirlə əlaqədardır.



Alüminium qabda baş verən dəyişikliyi, oksidləşmə nəticəsində dizellə əmələ gətirdiyi kimyəvi birləşmələrin katalitik təsiri ilə izah etmək olar.

Şüşə və polietilen qablarda kimyəvi tərkib dəyişikliyi (uyğun olaraq 6.56 və 9.35%) kifayət qədər zəifdir. Bu yalnız saxlanma şəraitində zamanın, işığın və temperaturun təsiri ilə öz-özünə baş verən tərkib dəyişiklikləri kimi izah edilə bilər.

Nəticə: Dizel yanacağında qocalma və kimyəvi tərkibi dəyişməsinə materialın təsiri altı ay müddətində, şüşə, polietilen, polietilen tereftalat, alüminium, alüminium ərintisindən hazırlanmış müxtəlif qablarda, işıqlı otaqda, ağzı bağlanmış şəraitdə saxlanılmaqla aparılmışdır. Kimyəvi tərkib dəyişiklikləri NMR metodunun köməyi ilə öyrənilmiş və maraq doğuran nəticələr əldə olunmuşdur.

Ən çox kimyəvi tərkib dəyişikliyinə müxtəlif içkilər üçün istifadə edilən metallik bankanın materialının təsiri olduğu müəyyən edilmiş və bunun səbəbləri göstərilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Mamedov I., Huseynova S., Javadova O., Azimova N., Huseynova R., Gasimova S. Testing of pine oil and glycerol ketal as components of B10 fuel blend// Energy, Environment and Storage. 2010. Vol. 2. P. 11-14. DOI: 10.52924/SMQS5726
2. Mamedov I.G., Javadova O.N., Azimova N.V. Preparation of diesel fuel blends and study of their physical properties// Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2020. Vol. 10(2). P. 332-338. DOI: 10.21285/2227-2925-2020-10-2-332-338
3. Janaun J., Ellis N. Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel// Renew. Sust. Energy Rev. 2010. Vol. 14. P. 1312-1320. DOI: 10.1016/j.rser.2009.12.011
4. Rafał J., Kołomański K., Wądrzyk M., Lewandowski M. Degradation of petroleum diesel fuel accelerated by UV irradiation: the impact of ageing on chemical composition and selected physicochemical properties// E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 108. P. 1-14. DOI: 10.1051/e3sconf/201910802003
5. Gad S.C. Diesel Fuel// Encyclopedia of Toxicology. 2014. Vol. 1. P. 115-118. DOI: 10.1016/B978-0-12-386454-3.00837-X
6. Andrea P., Claudia D., Elke Z. UV irradiation of natural organic matter (NOM): impact on organic carbon and bacteria// Aquatic Sciences. 2012. Vol. 74. P. 443-454. DOI: 10.1007/s00027-011-0239-y
7. Bouilly J, Mohammadi A, Iida Y, Hashimoto H, et al. Biodiesel stability and its effects on diesel fuel injection equipment// SAE Technical Paper. 2012. Vol. 17. P. 2688-3627. DOI:10.4271/2012-01-0860

8. Christoph A. Recent advance in understanding photooxidation of hydrocarbons after oil spills// *Current Opinion in Chemical Engineering*. 2022. Vol. 36. P. 100763. DOI: 10.1016/j.coche.2021.100763
9. Morgana F., Cristiane R.O., Cesar A.S., Luiz A.S.M., Débora A.A. Photochemical degradation of diesel oil in water: a comparative study of different photochemical oxidation processes and their degradation by-products// *J. Braz. Chem. Soc.* 2014. Vol. 25 (8). P. 1372-1379. DOI: 10.5935/0103-5053.20140119
10. Галимов Р.А., Гайфуллин А.А., Харлампида Х.Э. Окисление алканов до синтетических жирных кислот// Учебное пособие. Казань. 2007. 143 с.
11. Perkel A.L., Voronina S.G., Borkina G.G. Liquid-phase oxidation of cyclohexane. Elementary steps in the developed process, reactivity, catalysis, and problems of conversion and selectivity// *Russ. Chem. Bull.*, 2018. Vol. 67 (10). P. 1747-1758. DOI: 10.1007/s11172-018-2288-z

ХИМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ

С.Г.КУЛИЕВА, Н.Н.ЮСУПОВ, И.Г.МАМЕДОВ

РЕЗЮМЕ

В представленной работе исследована химическая стабильность дизельного топлива при разных условиях хранения. Так, исследуемое топливо хранилось в емкостях из стекла, полиэтилена, полиэтилентерефталата, алюминия и алюминиевого сплава в течение шести месяцев в хорошо освещенном помещении в закрытом состоянии, также изучалось изменение химического состава с помощью ядерно-магнитной резонансной спектроскопии. Исследования показали, что в сосуде из алюминиевого сплава происходит больше изменений химического состава, и были объяснены причины происходящих процессов.

Ключевые слова: дизель, материал, эмиссия, окисление, ЯМР спектроскопия.

CHEMICAL STABILITY OF DIESEL FUEL UNDER DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

S.G.GULIYEVA, N.N.YUSUBOV, I.G.MAMEDOV

SUMMARY

In the presented work, the chemical stability of diesel fuel under different storage conditions was studied. Thus, the studied fuel was stored in various containers made of glass, polyethylene, polyethylene terephthalate, aluminum, and aluminum alloy for six months in a well-lit room with a closed condition, and then the chemical composition change was studied by using of Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy. Studies have shown that there are more changes in the chemical composition in the container made of aluminum alloy, and the reasons were explained.

Keywords: diesel, material, emission, oxidation, NMR spectroscopy.

УДК 541.48-143:542.97

**РОЛЬ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В РАЗВИТИИ
СОВРЕМЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ****Н.Д.САДЫХОВА***Бакинский Государственный Университет*
nurlana_s@mail.ru

В настоящем обзоре рассмотрены основные методы получения ионных жидкостей (ИЖ), показана их важная роль как нетоксичных, термостабильных растворителей, катализаторов, поверхностно-активных веществ и др. с уникальными свойствами, применение которых в различных химических процессах позволяет значительно расширить возможности «зеленой химии».

Ключевые слова: ионная жидкость, растворитель, катализатор, азотсодержащие гетероциклы.

В развитии современной химической науки, направленной на расширение исследований по созданию эффективных, экологически безопасных и безотходных процессов, важная роль отводится «зеленой химии» (green chemistry) [1-5]. Число публикаций в этой области из года в год непрерывно растет, а также в фундаментальных исследованиях уделяется большое внимание известным реакциям, имеющим прикладное значение.

При решении многих вопросов «зеленой химии» проблема, связанная с необходимостью многократного использования безопасных растворителей, оказалась наиболее острой. Как показали результаты многочисленных исследований [6-10], альтернативой им в определенной степени можно считать ионные жидкости (ИЖ).

ИЖ представляют собой органические соли с поверхностно-активными свойствами, обладающие широкой температурной областью жидкого состояния, низкой летучестью, термической устойчивостью и малой токсичностью. Кроме того, им присущи высокая ионная проводимость и др. ценные свойства, что делает их применение перспективными в различных областях химии и технологии и определяет значимость для «зеленой химии». К наиболее распространенным ИЖ относятся соли ди-

алкилимидазолия, диалкилпиридиния и алкиламмония [11].

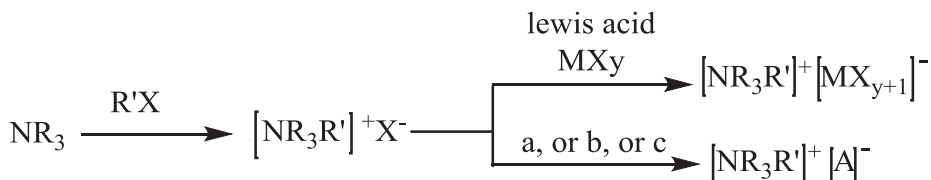
Они являются амфифильными веществами, содержащими гидрофильные и липофильные фрагменты, которые определяют поверхностную активность и способность их к самоорганизации, как в индивидуальном состоянии, так и в растворе, что позволяет их использовать при разработке мицеллярных растворов с заданными свойствами [12].

ИЖ стали широко использовать в реакциях алкилирования, Дильса-Альдера, Фриделя-Крафтса, Виттига и др. в различных каталитических процессах (альдольной конденсации, кросс-сочетания, гидрирования, гидросилирования и др.).

Серьезное внимание уделяется применению ИЖ в фармацевтике, при разработке новых лекарственных препаратов, в процессах переработки биомассы, при разработке наноструктурированных полимерных материалов и др. [13-15].

Получение ионных жидкостей

Синтез ИЖ включает несколько стадий. Взаимодействием азотсодержащего гетероциклического соединения с алкилирующим агентом (например алкилгалогенидом) получают соответствующую четвертичную аммониевую соль, которая далее вводится в реакцию обмена с различными кислотами Льюиса. Таким образом, в структуру ИЖ вводится требуемый катион и далее осуществляется обмен аниона. Так, например, синтез ИЖ на примере аммониевой соли осуществляется следующим образом [16]:



a-salt MA (-MX), b-Bronsted acid HA (-HX), c-ion exchange resin

Установлено, что в некоторых случаях, например, для получения нитрата этиламмония, достаточно проведение первой стадии.

Синтез катиона можно проводить протонированием свободной кислотой или кватернизацией амина (или фосфина) галогеналканами. Процесс алкилирования проводить легче, из-за доступности используемых для этого процесса галогеналканов. Кроме того, указанная реакция осуществляется при умеренных температурах. В реакции кватернизации можно использовать хлор-, бром- или йодалканы. Основное условие – это необходимость проведения реакции в отсутствие влаги, так как образующиеся продукты часто обладают гигроскопич-

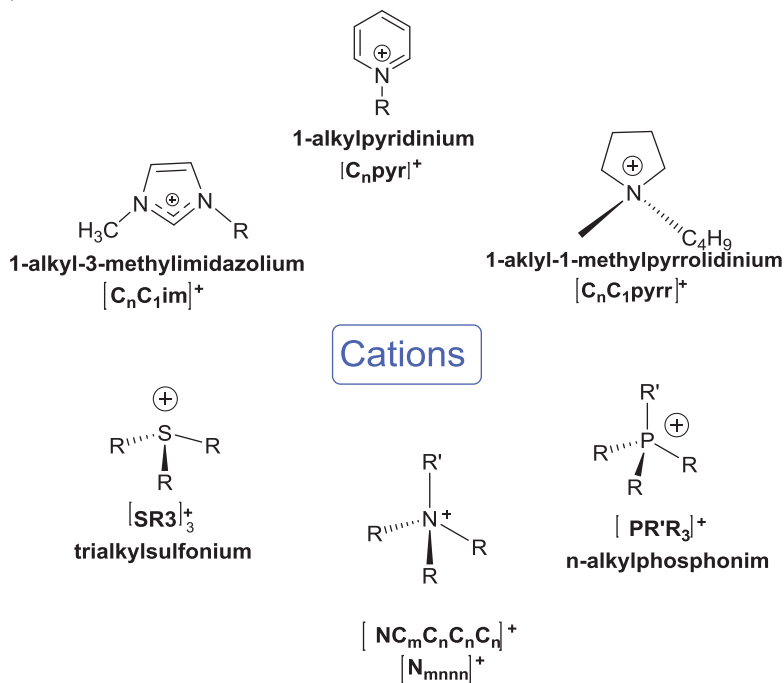
ностью.

Для прямого получения ИЖ были проведены реакции между триалкиламинами и метилтозилатами [16], 1-алкилимидазолами и метилтрифлатом [17], а также метилфосфином и октилтозилатом [18].

Были синтезированы также ИЖ, устойчивые к воде и воздуху. Так, например, обрабатывая йодид 1-метил-3-этилимидазолия солью серебра (AgNO_3 , AgNO_2 , AgBF_4 , AgOAc , Ag_2SO_4) в среде метанола или водном метаноле была получена ИЖ, смешивающаяся с водой. Недостаток – высокая стоимость солей серебра.

Следует отметить, что при осуществлении реакции анионного обмена внимание надо обратить на то, чтобы полученная ИЖ не была загрязнена посторонними ионами, что можно решить синтезом ИЖ, которые не смешиваются с водой.

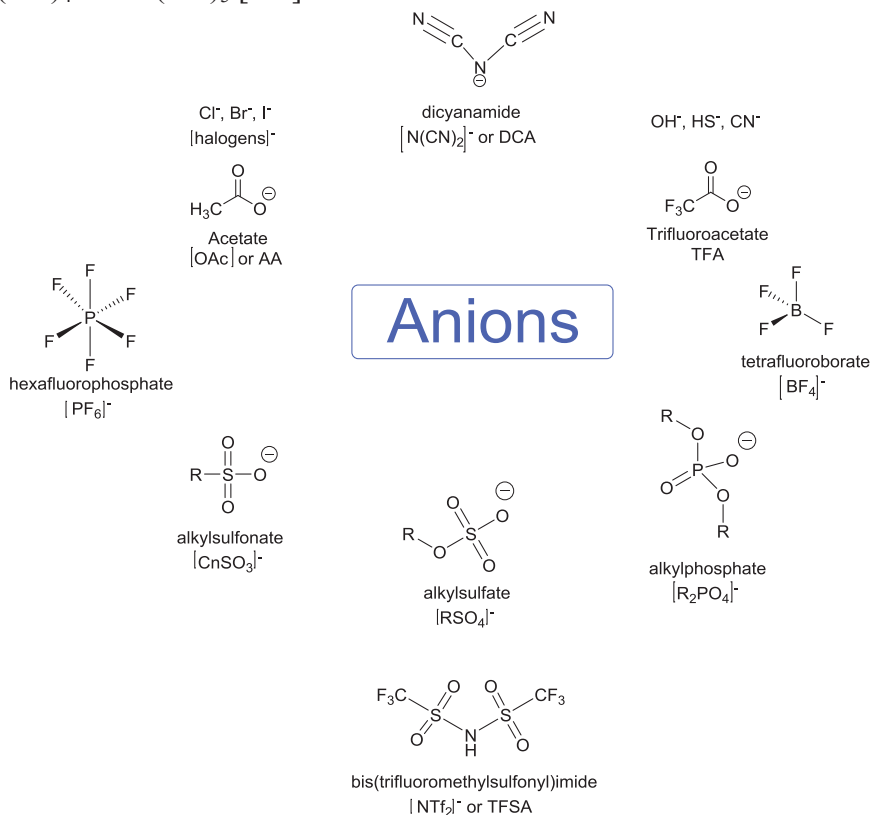
Ниже приводятся структуры органических катионов – производные имидазолия, пиридиния и тетраалкиламмония, наиболее часто являющиеся составной частью ИЖ.



Наиболее распространенным типом катионов для применения в катализе являются ионы 1,3-диалкилимидазолия, в частности 1-н-бутил-3-метилимидазолий. Имидазолиевые ИЖ обычно имеют низкую температуру плавления, невысокую вязкость, термически стабильны и химически инертны. В зависимости от аниона, входящего в ее состав,

они могут быть как гидрофильными, так и гидрофобными. Эти свойства и стали решающим фактором для широкого применения их в качестве сред для проведения многочисленных химических реакций.

Разнообразие анионов открывает возможности получения ИЖ с варьируемыми свойствами. За исключением некоторых, анионы моноваленты. Это Cl^- , Br^- , I^- , $\text{N}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2^-$, $\text{N}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2^-$, $\text{N}(\text{FSO}_2)_2^-$, $\text{C}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3^-$, CF_3CO_2^- , CF_3SO_3^- , CH_3SO_3^- , а также комплексные анионы BF_4^- , PF_6^- , SbF_6^- , AsF_6^- , ZnCl_2^- , CuCl_2^- , SnCl_3^- . Опубликован ряд работ посвященных синтезу 1-бутил-3-метилимидазолиевых ИЖ с анионами $\text{Co}(\text{CO})_4^-$, $\text{Hf}(\text{CO})_4^-$ и $\text{Mn}(\text{CO})_5^-$ [3-6].



Гидрофильность ионной жидкости определяет анион. Исследовано поведение таких анионов как, ацетат, нитрат, трифторацетат, тетрафторборат и др. [9].

Определяющим фактором для кислотно-основных свойств ИЖ является природа аниона [10].

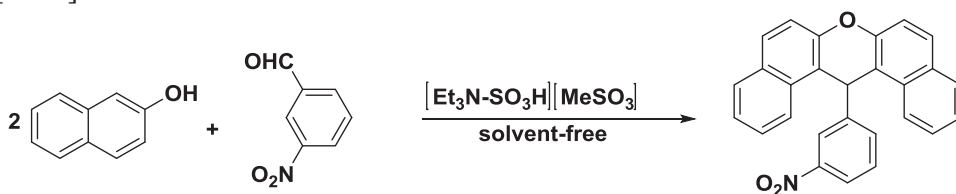
ИЖ, основываясь на льюисовой основности анионов, разделяют на основные (сильно координирующие), нейтральные (слабокоординирующие) и кислые (некоординирующие). В обзорах [7,8] подробно

рассмотрены примеры анионов представляющие эти классы:

- Основные: Cl^- , CH_3COO^- , NO_3^- , SO_4^-
- Нейтральные: AlCl_4^- , CuCl_2^- , SbF_6^- , BF_4^- , PF_6^-
- Кислые: Al_2Cl_7^- , Cu_2Cl_3^- , $\text{Al}_3\text{Cl}_{10}^-$, Cu_3Cl_4^-

Таким образом, ИЖ с галогенид-ионами являются основными за счет сильной координирующей способности анионов, а бинарные с полиядерными анионами – сильнокислыми. В случае когда мольная доля AlCl_3 в бинарной ИЖ больше 0.5, она проявляет кислотные свойства, а меньше – основные [10].

В работах [19] описан новый вид протонно-кислотного катализатора, который можно использовать для органического синтеза: $[\text{Et}_3\text{N-SO}_3\text{H}]$ $[\text{MeSO}_3]$ и дикатионная ионная жидкость, N,N,N',N'-тетраметил-N, N'-бис(сульфо)этан-1,2-диаминий мезилат $[\text{TMBSED}]$ $[\text{OMs}]$.



В зависимости от катиона выделяют три основных вида органических ИЖ: имидазолиевые $[\text{RR}'\text{Im}]^+$, пиридиновые $[\text{RR}'\text{Pyr}]^+$ и фосфониевые $[\text{R}_3\text{R}'\text{P}]^+$, где RR' - алкильные группы, Im – имидазолий-катион, Pyr-пиридилий-катион [20].

Среди них наиболее стабильными ИЖ являются 1,3-диалкилимидазолиевые $[\text{RR}'\text{Im}]\text{X}$ (R и R' метильный и н-бутильные группы). В анионной части могут быть различные ионы, например AlX_4^- , Cl^- , Br^- , I^- , PF_6^- , BF_4^- , CF_3COO^- и др. [21-22]

Исходя из современных представлений, касающихся структурных особенностей ИЖ на основе имидазолиевых соединений их принято характеризовать как высокомолекулярные полимерные структуры, обладающие высокой степенью самоорганизации. В них присутствуют структуры из трехмерных сеток из анионов и катионов, связанных между собой водородными связями и межмолекулярными ван-дер-ваальсовыми силами [24].

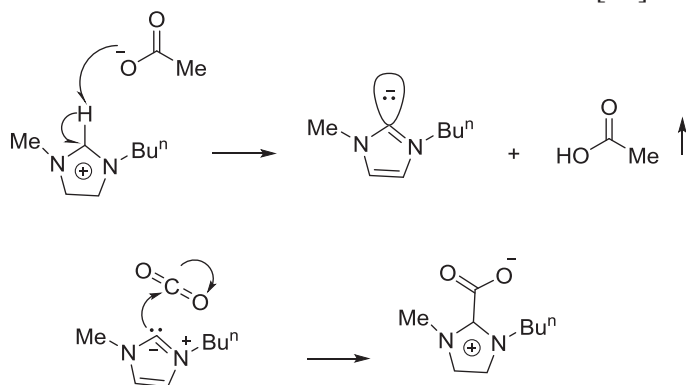
В рамках развития «зеленой химии» идея проведения многих химических реакций в воде или без использования каких-либо растворителей остается заманчивой. Однако реализовать ее трудно по многим причинам: для целенаправленного проведения химических реакций необходим кинетический контроль над отдельными стадиями и процессом в целом. Кроме того, растворители необходимы для выде-

ления и очистки конечных продуктов от примесей и не вступивших в реакцию реагентов.

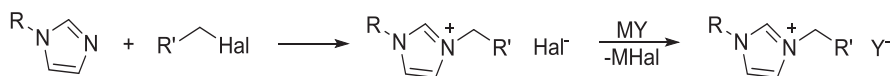
Поэтому ИЖ стали не только альтернативой традиционных растворителей, но и нередко стали использоваться в сочетании с ними. При этом как показано в работе [25], вследствие сольватации катионов и анионов ИЖ происходит их рассредоточение. В результате изменяются отдельные физико-химические свойства, такие, как вязкость, проводимость и др., которые существенным образом оказывают влияние на течение процесса и разделение продуктов реакции.

ИЖ обычно содержат объемные органические катионы с делокализованным зарядом, что обуславливает низкую температуру их плавления. С ними можно работать при комнатной температуре (room-temperature ionic liquids, RTIL). Анионы, входящие в состав ИЖ, более симметричны и по размеру меньше, чем катионы. Наиболее часто используемые анионы: гексафторофосфат (PF_6^-), тетрафтороборат (BF_4^-), бис(трифторметилсульфонил)имид (Tf_2N^-) и др. Указанные жидкости негорючи, обладают высокими термическими свойствами и сохраняют жидкое состояние в широком температурном интервале [26,27].

Одной из актуальных проблем является извлечение CO_2 из различных газовых смесей [28]. Он является коррозионно-агрессивным веществом, наносящим огромный ущерб нефтяной промышленности. Существующие способы улавливания его являются малоэффективными. Поэтому, исходя из высокой растворимости CO_2 в RTIL, был предложен новый способ его извлечения путем использования ацетата имидазолия. Механизм взаимодействия CO_2 с последним [29]:



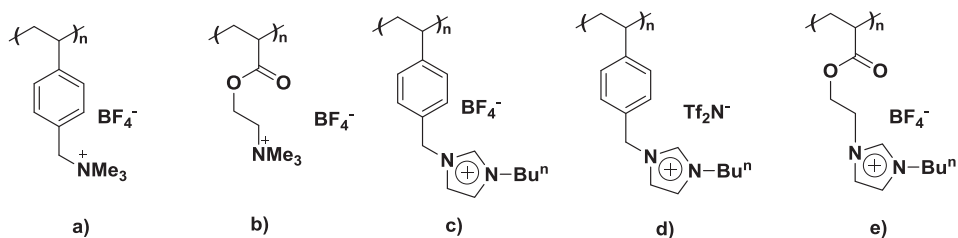
Для этой цели были разработаны и специальные ИЖ, представляющие собой соли, содержащие функционализированные катионы [16]:



Y-Me, Buⁿ; R'- functional group

Предложены и полимерные ИЖ, которые при комнатной температуре являются твердыми веществами. Было выявлено, что полимерные тетраалкиламмониевые ИЖ обладают высокой поглотительной способностью по отношению к CO₂ (в 6-7,6 раз больше, чем обычные ИЖ).

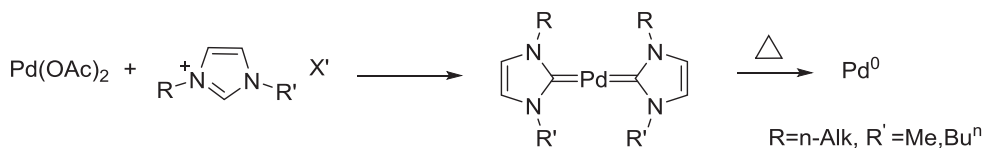
Структуры некоторых полимерных ИЖ приводятся ниже:



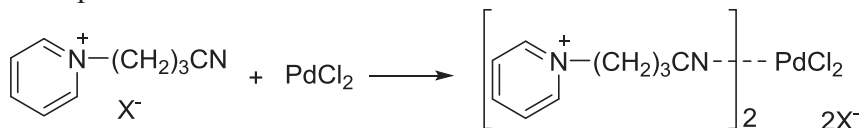
Высокую поглотительную способность полимерной ИЖ авторы работы [28] объясняют, исходя из наличия высокой плотности заряда на катионе, что способствует ее эффективному взаимодействию с CO₂. Десорбция CO₂ из полимерных ИЖ также протекают быстро (в течение 15 мин). Были разработаны и др. эффективные адсорбционные способы извлечения CO₂ (например, сочетанием ИЖ с хитином и хитозаном и др.). Однако, из-за высокой стоимости ИЖ, процессы не были внедрены в промышленность.

В последние годы ИЖ весьма эффективно стали использовать при решении ряда задач нанотехнологии, как при разработке наночастиц металлов, их сульфидов, оксидов и др. основной проблемой является предотвращение процесса их агломерации. Для этого используются методы электростатической или пространственной стабилизации ИЖ. Она основана на образовании двойного электрического слоя в результате протекания процесса адсорбции на поверхности наночастиц металлов ионов одинакового с ним знака. Объемные противоионы способствуют образованию второго слоя, который и препятствует сближению наночастиц и их агломерации.

Так, при проведении реакции Мизороки-Хека с использованием ацетата палладия и бромида 1-(н-бутил)-3-метилимидазолия было обнаружено образование наночастиц Pd [30]. При высоких температурах имидазолиевые ИЖ образуют комплексы с атомами Pd.



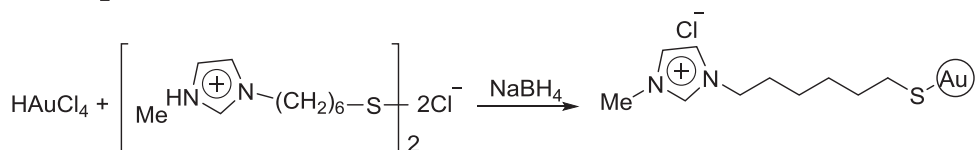
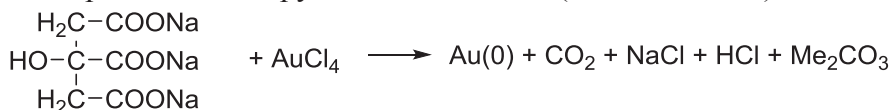
Обнаружено, что соли N-бутиронитрилпиридиния взаимодействуют с PdCl₂ с образованием комплексных соединений:



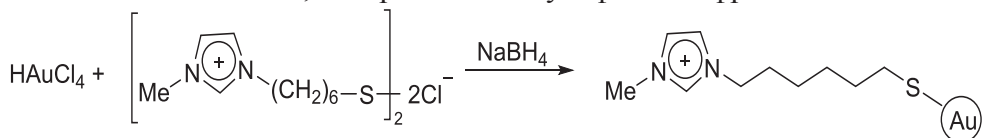
X=PF₆, BF₄, N(SO₂CF₃)₂; X=BF₄, PF₆, N(SO₂F₃)₂

При реакции их с трибутилфенилстаннатом происходит восстановление и образование наночастиц палладия [31].

С использованием ИЖ были разработаны также иридиевые и рутеновые наночастицы [32]. Были разработаны и методы получения наночастиц золота [33,34]. Важное значение при разработке наночастиц золота имеет природа восстановителя. Так, например, при использовании в качестве восстановителя цитрата натрия имело место образование сравнительно крупных наночастиц (от 23 до 98 нм).



В работе [35] приводится синтез наночастиц золота исходя из имидазолиевых солей, содержащих дисульфидный фрагмент и HAuCl₄:



Средний размер наночастиц золота модифицированных ИЖ ~ 5 нм.

В последние годы для получения наноразмерных оксидов, халькогенидов и галогенидов металлов, стабилизированных ИЖ используют различные химические методы в сочетании с сонохимией, УФ-облучением, микроволновым облучением и др. [36-41] ИЖ являются

ключевыми веществами и при получении наночастиц неметаллов, что является важным с точки зрения создания неорганических материалов различного назначения [42].

Так, например, наночастицы S, Se и Te были получены нагреванием порошков халькогенов и NaBH_4 при 180-200⁰С в имидазолиевых ИЖ [43].

Возможности применения ИЖ в нанотехнологиях вышеприведенными материалами не исчерпываются. Они широко исследуются в процессах полимеризации при создании наноструктурированных проводящих материалов полимерной структуры (например, полипиррола). В магнитном поле приводил к образованию нанотрубок [44].

Рассмотрим вкратце некоторые реакции органической химии, в которых ИЖ используются в качестве растворителей или катализаторов.

Алкилирование и ацилирование

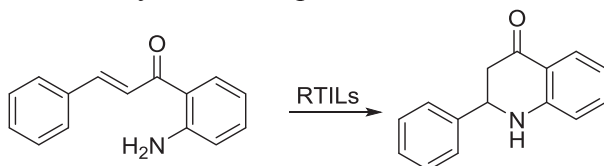
Первые публикации, в которых ИЖ впервые использовались как реакционные среды или катализаторы в органических синтезах, в частности в реакциях Фриделя-Крафтса, появились в конце 80-х годов прошлого века [45]. Первоначально ИЖ рассматривались как эффективные катализаторы в реакции Фриделя-Крафтса [15, 33]. В настоящее время ИЖ используются не только как растворители, но и качество катализаторов многих процессов переработки углеводородов в реакции, алкилирования, олигомеризации, диспропорционирования и др. [46, 47].

Кислотные ИЖ на основе хлоридов металлов могут рассматриваться как альтернатива традиционным гетерогенным и гомогенным катализаторам Фриделя-Крафтса [48, 49]. Типичным примером ацилирования по Фриделю-Крафтсу является ацилирование алкилароматических углеводородов [50, 51]. Эти реакции представляют особый интерес для тонкого органического синтеза и ИЖ открывают интересные возможности в данном направлении, поскольку твердые кислотные катализаторы, такие как цеолиты и твердые суперкислоты, не могут эффективно катализировать реакции этого типа из-за сильной адсорбции образующихся продуктов, а также протекания побочных реакций и дезактивации катализатора [45]. Успешное осуществление реакций ацилирования в ИЖ было показано в работе [52].

Проведение реакции алкилирования по Фриделю-Крафтсу в среде ИЖ считается перспективной областью органической химии, так как многие технически важные продукты получают указанным путем. В частности, ИЖ используются и в процессах алкилирования изобутана бутенами, с целью синтеза изооктановых компонентов бензинов [53-63].

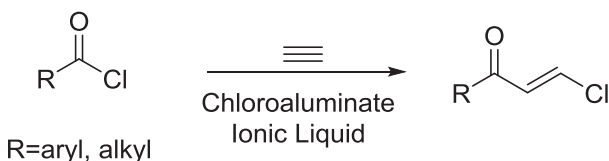
В литературе [64-66] также описаны примеры алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу в среде ИЖ не только ароматических субстратов, но и гетероциклических соединений.

Был разработан удобный и эффективный метод внутримолекулярной реакции аза-присоединения Михаэля 2'-аминохалконов с использованием тетрафторбората 1-*n*-бутил-3-метилимидазолия в качестве растворителя и катализатора [67], где ионная жидкость успешно регенерируется и используется повторно.



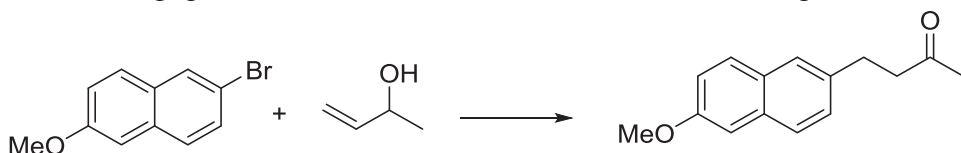
ИЖ применяются и в других синтезах (Кновенагеля, Дильса-Альдера и др.) [68]. Так, например, был разработан метод синтеза β-хлорвинилкетонов [69] реакцией внедрения ацетилена с хлорангидридами в хлоралюминатные ионные жидкости по типу Фриделя – Крафтса.

Использование ионных жидкостей не только позволяет избежать использования четыреххлористого углерода или 1,2-дихлорэтана, но также подавляет побочные реакции и особенно полимеризацию ацетилена.

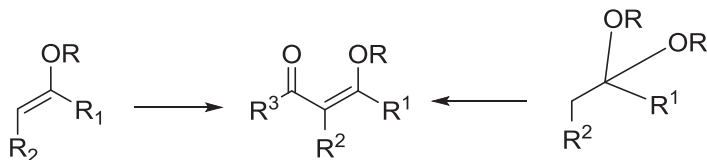


Авторы работы [70] на примерах пяти реакций: Биджинелли, Кневенагеля, Михаэля и Хека показали полезность ИЖ в органическом синтезе и их широких возможностях, как растворителей и катализаторов.

Исследована реакция Хека [71] ArX (X=I,Br) с аллильными спиртами при температуре 80–120°C в расплаве n-Bu₄NBr с использованием NaHCO₃ в качестве основания и PdCl₂ в качестве катализатора. Показано, что в условиях реакции образуются соответствующие β-арилированные карбонильные соединения и после их экстракции диэтиловым эфиром ионный слой можно использовать повторно.



Были синтезированы 4-алкокси-1,1-дихлор-3-алкен-2-оны с двойной связью в результате ацилирования енольных эфиров и ацеталей дихлорацетилхлоридом в ионной жидкости ([BMIM] [BF₄] или [BMIM] [PF₆]). [72]



Авторы работы [73] классифицируют три основных пути применения ИЖ в органическом синтезе в зависимости от их природы. Это кислотные ИЖ Льюиса (алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу, реакции Дильса-Альдера, реакция Генри, синтез индола по Фишеру, сульфонилирование по Фриделю – Крафтсу), кислые ИЖ Бренстеда (реакция этерификации, реакции переэтерификации и сочетания, защита карбонила и амина, восстановительное аминирование карбонильных соединений, реакции Фридлендера, Манниха, Принса, Кабачника – Филдса, Дакина – Веста, Биджинелли) и основные ИЖ по Бренстеду (присоединение по Майклу, реакции Кневенагеля, Генри, Манниха, присоединение по Марковникову, синтез хиназолин-2,4 (1Н, 3Н)-дионов, реакция Файста-Бенари) и др.

Таким образом, из вышеприведенного материала видно, насколько важно расширение исследований в области целенаправленных синтезов органических соединений с использованием ИЖ как растворителей и катализаторов.

Следует отметить, что азербайджанскими учеными в течении ряда лет также проводились исследования в области «зеленой химии» по синтезу многочисленных химических соединений с полезными свойствами в среде ИЖ [74]. В настоящее время продолжают успешные исследования в области синтеза ионных жидкостей, в процессах олигомеризации, полимеризации, этерификации, алкилирования [75]. Эти процессы с применением ионных жидкостей и различных модификаторов имеют экологическую и экономическую перспективу, большое научное и практическое значение [76-80]. В своих исследованиях нами также ведутся работы по синтезу новых ионных жидкостей и их применению в процессах олигомеризации и соолигомеризации различных олефинов, замещенных стиролов и др. мономеров [81].

Автор выражает глубокую признательность сотруднице Института Нефтехимических Процессов имени академика Ю.Г.Мамедалиева НАНА д.х.н., проф. Алиевой Р.В. за предоставление материалов в области ионных жидкостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моисеев И.И. «Зеленая химия» - траектория развития //Успехи химии, 2013, т.82, №7, с.616-623
2. Anastas P.T., Warner J.C. Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30
3. Dupont J. From molten salts to ionic liquids: a “nano” journey // Acc.Chem.Res.-2011.- vol.44,issue 11, p.1223-1231
4. Jeevapani J Hettige, Hemant K Kashyap, Harsha V R Annapureddy, Claudio J Margulis. Anions, the Reporters of Structure in Ionic Liquids // J Phys Chem Lett.-2013- Jan 3;4(1):105-10.
5. Ruggero Caminiti, Lorenzo Gontrani, The Structure of Ionic Liquids // Springer International Publishing Switzerland, 2014, p.193
6. https://www.huntresearchgroup.org.uk/research/research_il_introduction.html
7. Rajni Ratt,Ionic Liquids: Synthesis and Applications in Catalysis.// Advances in Chemistry, Hindawi Publishing Corporation, vol. 2014(9), p.1-16
8. Peter Wasserscheid Dr., Wilhelm Keim Prof. Ionic Liquids—New “Solutions” for Transition Metal Catalysis // *Angewandte Chemie*, 2000, vol.39, Is.21., p.3772-3789
9. Jonathan G. Huddleston, Ann E. Visser, W. Matthew Reichert, Heather D. Willauer, Grant A. Broker and Robin D. Rogers*Characterization and Comparison of Hydrophilic and Hydrophobic Room Temperature Ionic Liquids Incorporating the Imidazolium Cation // *Green Chemistry*, 2001, 3(4):156-164
10. Qinghua Zhang, Shiguo Zhang and Youquan Deng. Recent advances in ionic liquid catalysis // *Green Chem.*, 2011, 13, 2619
11. Смирнова Н.А., Сафонова Е.А., Ионные жидкости как поверхностно-активные вещества // *Журн. физхимии*, 2010, т.84, №10, с.1857-1867
12. Кочурова Н.Н., Айрапетова Е.А., Абдулин Н.Г., Вязкость мицеллярных водных растворов поверхностно-активных веществ // *Коллоидный журнал*, 2012, т.74, №5, с.589-592
13. Смирнова Н.А., Сафонова Е.А. Мицеллообразование в растворах ионных жидкостей // *Коллоидный журнал*, 2012, т.74, №2, с.273-285
14. Ишигеев Р.С., Потапов В.А., Амосова С.В., Региоселективная реакция пиридин-2-сульфенилхлорида с изоэвгенолом // *ЖОр.Х*, 2018, т.54, №8, с.1248-1249
15. Chapman Michael R. Kwan Maria H.T., King Georgiana K. Rapid metal free and aqueous synthesis of imidazo[1,2-a] pyridine inder ambient conditions// *Green. Chem.*, 2016, 18, №17, p.4623-4627
16. *Ionic Liquids in Synthesis*. (Eds P.Wasserscheid, T.Welton)/ Wiley-WCH, Weinheim, 2003
17. Bonhote P., Dias A.P., Papageorgiou K., Kalyanasundaram K., Gratzel M. Hydrophobic, Highly Conductive Ambient-Temperature Molten Salts // *Inorg. Chem.*, 1996, 35(5), p.1168-1178.
18. Karodia N., Guise S., Newlands C., Andersen J.A. Clean catalysis with ionic solvents—phosphonium tosylates for hydroformylation // *Chem. Commun.*, (1998), 41, p.2341-2342
19. Takallo Mo., Zare A. Novel ionic liquid [Et₃N-SO₃H][MeSO₃]: Synthesis, characterization and catalytic performance for the synthesis of 14-aryl-14H-dibenzo[a,j]xanthenex // *Bull.Chem.Soc.Ethiop*, 2019, vol.33, №1, p.69-76
20. Welton T. Room-temperature ionic liquids. Solvents for synthesis and catalysis // *Chem.Rev.* 1999, 99, p.2071
21. Tsunashima K., Sugiya M. Physical and electrochemical properties of low-viscosity phosphonium ionic liquids as potential electrolytes// *Electrochem.Comm.*,

- 2007, vol. 9, p. 2353-2358
22. Tsunashima K., Sugiya M. Physical and Electrochemical Properties of Room Temperature Ionic Liquids Based on Quaternary Phosphonium Cations// *Electrochem. Commun.*, 2007, vol. 75, p. 734-736
 23. Асланов Л.А. Ионные жидкости в ряду растворителей, (Под ред. Л.А.Асланова, М.А.Захарова, Н.Л.Абрамычевой). – Москва: Моск.ун-та, - 2005
 24. Тарасова Н.П., Сметанников Ю.В., Занин А.А. ИЖ в синтезе нанообъектов // *Успехи химии*, 2010, 79 (6), с.516-531
 25. Wilkes J.S., Zaworotko M.J. Air and water stable 1-ethyl-3-methylimidazolium based ionic liquids // *J.Chem.Soc.Chem.Comm.*, 1992, is.13, p.965-967
 26. Seddon K.R., Stark A., Torres M.J. Viscosity and Density of 1-Alkyl-3-methylimidazolium Ionic Liquids// *ACS Symposium Series*, (2002), vol.819, p.34-49
 27. Fortunato R., Alonso C.M.A., Reis M.A.M., Crespo J.G. Supported liquid membranes using ionic liquids: study of stability and transport mechanisms // *Journal of Membrane Science*, (2004), vol.242, p.197-209
 28. Привалова Е.И., Мяки-Арвела П., Мурзин Д.Ю., Миккола Ю.П. Поглощение CO₂: традиционные подходы и современные методы, основанные на использовании ИЖ// *Успехи химии*, 2012, 81 (5), p.435-457
 29. Maginn E.I., Design and Evaluation of Ionic Liquids as Novel CO₂ Absorbents. DOE report (Award Number):DE-FG26-04 NT42122). University of Notre Dame, 2005
 30. Calo V., Nacci A., Monopoli A., Laera S., Cioffi N. Pd Nanoparticles Catalyzed Stereospecific Synthesis of β -Aryl Cinnamic Esters in Ionic Liquids // *J. Org. Chem.* 2003, vol.68, 7, p.2929–2933
 31. Zhao D., Fei Z., Geldbach T.J., Skopelliti R., Dyson P.J. Nitrile-Functionalized Pyridinium Ionic Liquids: Synthesis, Characterization, and Their Application in Carbon–Carbon Coupling Reactions // *J. Am. Chem. Soc.*, 2004, vol.126, 48, p.15876–15882
 32. Fonseca G.S., Umpierre A.P., Fichtner P.F.P., Teixeira S.R., Dupont J. The Use of Imidazolium Ionic Liquids for the Formation and Stabilization of Ir⁰ and Rh⁰ Nanoparticles: Efficient Catalysts for the Hydrogenation of Arenes// *Chem.- Eur.J.*, 2003, vol. 9, p.3263-3269
 33. Zhang H., Cui H. Synthesis and Characterization of Functionalized Ionic Liquid-Stabilized Metal (Gold and Platinum) Nanoparticles and Metal Nanoparticle/Carbon Nanotube Hybrids// *Langmuir*, 2009, vol.25, is. 5, p.2604–2612
 34. Jin Y., Wang P., Yin D., Liu J., Qin L., Yu N., Xie G., Li B. Gold nanoparticles prepared by sonochemical method in thiol-functionalized ionic liquid// *Colloids and Surfaces A: Physicochem. and Eng. Asp.*, 2007, v. 302, Is. 1–3, p. 366-370
 35. Itoh H., Naka K., Chujo Y. Synthesis of Gold Nanoparticles Modified with Ionic Liquid Based on the Imidazolium Cation// *J. Am. Chem. Soc.*, 2004, v.126, 10, p.3026–3027
 36. Jiang Y., Zhu Y.-J. Microwave-Assisted Synthesis of Sulfide M₂S₃(M = Bi, Sb) Nanorods Using an Ionic Liquid// *J. Phys. Chem. B*, 2005, vol.109, 10, p.4361–4364
 37. Jiang Y., Zhu Y.-J., Cheng G.-F. Synthesis of Bi₂Se₃ Nanosheets by Microwave Heating Using an Ionic Liquid// *Crystal Growth & Design*, 2006, vol.6, 9, p.2174–2176
 38. Jason P. Hallett and Tom Welton. Room-Temperature Ionic Liquids: Solvents for Synthesis and Catalysis. // *Chem. Rev.* 2011, vol.111, 5, p.3508–3576
 39. Yoo K., Choi H., Dionysiou D.D. Ionic liquid assisted preparation of nanostructured TiO₂ particles// *Chem. Commun.*, 2004, is.17, p.2000-2001

40. Zhou Y., Antonietti M. Synthesis of Very Small TiO₂ Nanocrystals in a Room-Temperature Ionic Liquid and Their Self-Assembly toward Mesoporous Spherical Aggregates // *J. Am. Chem. Soc.*, 2003, vol.125, 49, p.14960–14961
41. Zheng W., Liu X., Yan Z., Zhu L. Ionic Liquid-Assisted Synthesis of Large-Scale TiO₂ Nanoparticles with Controllable Phase by Hydrolysis of TiCl₄// *ACS Nano*, 2009, 3, 1, p.115–122
42. Ma J.-M., Liu X., Wu Y., Peng P., Zheng W.-J. Controlled synthesis of selenium of different morphologies at room temperature// *Cryst. Res.Technol.*, 2008, vol.43, p.1052-1056
43. Thirumurugan A. Use of ionic liquids in synthesis of nanocrystals, nanorods and nanowires of elemental chalcogens//*Bull. of Materials Science*, 2007, vol. 30,p.179–182
44. Kim J.-Y., Kim J.-T., Song E.-A., Min Y.-K., Hamaguchi H.O. Polypyrrole Nanostructures Self-Assembled in Magnetic Ionic Liquid as a Template//*Macromolecules*, 2008, vol.41, 8, p.2886–2889
45. Ионные жидкости: теория и практика. Под ред. А.Ю.Цивадзе и А.М.Колкера. ISBN: 978-5-904580-67-4. Коллективная монография. — Иваново: Ивановский издательский дом, 2019. — 672 с.
46. Boon J.A., Levisky J.A., Pflug J.L., Wilkes J.S. Fridel –Crafts reactions in ambient-temperature molten salts // *J.Org.Chem.* – 1986.- Vol.51-P.480-483
47. Yeng K.S., Farkas M.E., Qiu Z., Yang Z. Friedel – Grafts acylation of indoles in acidic imidazolium chloroaluminate ionic liquids at room temperature// *Tetrahedron Lett.* -2002. – Vol.43. – P.5793-5795.
48. Brown L.C., Hogg J.M., Swadzba-Kwasny M. Lewis Acidic Ionic Liquids // *Top. Curr. Chem.* – 2017.- Vol.375.-P.78-97.
49. Amarasekara A.S. Acidic Ionic Liquids // *Chem. Rev.*– 2016.- Vol.116.-P.6133-6183.
50. Sherif F.G., ShyuL.J., Greco C.C. Linear alkylbenzene formation using low temperature ionic liquids // *US Patent 5824832*, 1998.
51. Surette J.K., Green L., Singer R.D. 1-Ethyl-3-methylimidazolium halogenoaluminate melts as reaction media for the Fridel –Crafts acylation of ferrocene // *Chem. Commun.* – 1996.- Is.24-P.2753-2754.
52. Wasserscheid P., Ellis B., Hubert F. Ionic liquids catalyst for alkylation // *Patent WO 00/41809*, 2000
53. Yoo K.S.J. Green catalysts for isobutene alkylation process // *Korean Ind.Eng.Chem.* – 2011.- Vol.22.-P.587-593.
54. Gan P.,Tang S. Research progress in ionic liquids catalyzed isobutene/butane alkylation // *Chinese J.Chem.Eng.*-2016.-Vol.24.- P.1497-1504
55. Ying L., Zhichang L., Chongpin H., Chunming X. Alkylation of isobutene/butane with AlCl₃/Et₃NHCl ionic liquid catalysts // *Chem.React.Eng.Technol.China.*, 2004,vol.20, p.229-234
56. Liu Y., Wang L., Li R., Hu R. Reaction mechanism of ionic liquids catalyzed alkylation: Alkylation of 2-butane with deuterated isobutene // *J.Molec. Catal.A: Chemical.*-2016.-vol.421.- p.29-36.
57. Dan L., Guoying Z., Baozeng R., Zhenxi J., Suojiang Z. Isobutane alkylation catalyzed by ether functionalized ionic liquids // *CIESC J.* – 2015.- Vol.66. – P.2481-2487.
58. Liu Y., Li R., Sun H., Hu R. Effects of catalyst composition on the ionic liquid catalyzed isobutane/2-butene alkylation // *J.Molec.Catal.A:Chemical.*-2015.-Vol.398.- P.133-139

59. Hu P., Wang Y., Meng X., Zhang R., Liu H., Xu C., Liu Z. Isobutane alkylation with 2-butene catalyzed by amide- AlCl₃-based ionic liquid analogues//*Fuel.* – 2017.- Vol.189.-P.203-209
60. Liu S., Chen C., Yu F., Li L., Liu Z., Yu S., Xie C., Liu F. Alkylation of isobutane/butane using Bronsted-Lewis acidic ionic liquids as catalysts//*Fuel.* – 2015.- Vol.159.-P.803-809
61. Wang H., Meng X., Zhao G., Zhang S. Isobutane/butane alkylation catalyzed by ionic liquids: a more sustainable process for clean oil production //*Green Chem.*-2017.-Vol.19.- P.1462-1489
62. Wang A., Zhao G., Liu F., Ullaf L., Zhang S., Zheng A. Anionic Clusters Enhanced Catalytic Performance of Protic Acid Ionic Liquids for Isobutane Alkylation //*Ind.Eng.Chem.Res.*- 2016.-Vol.55- P.8271-8280
63. Zhang H., Liu R., Yang Z., Huo F., Zhang R., Li Z., Zhang S., Wang Y. Alkylation of isobutane/butene promoted by fluoride-containing ionic liquids //*Fuel.*- 2018.- Vol.211- P.233-240
64. Shen H-Y., Judeh Z.M.A., Ching C.B. Selective alkylation of phenol with tert-butyl alcohol catalyzed by [bmim]PF₆// *Tetrahedron Lett.* -2002. – Vol.44. – P.981-983.
65. Zhao H., Malhotra S.V. Applications of Ionic Liquids in organic Synthesis //In: *Catalysis of Organic Reactions*, Morrell D.Ed., Marcel Dekker, New York, 2002, vol.83, 667
66. Vafaezadeh M., Alinezhad H. Bronsted acidic ionic liquids: Green catalysts for essential organic reactions //*J.Molec.Liquids.*, 2016, vol.218, p.95-105.
67. Chelghoum M., Bahnous M., Bouraiou A., Bouacida S., Belfaitah A. An efficient and rapid intramolecular aza-Michael addition of 2'-aminochalcones using ionic liquids as recyclable reaction media// *Tetrahedron Lett.*, Vol. 53, Issue 32, 2012, P. 4059-4061
68. Abdol R. Hajipour, Fatemeh Rafiee Recent Progress in Ionic Liquids and their Applications in Organic Synthesis//*Organic Preparations and Procedures International*, 2015, vol.47, is.4, p.249-308
69. Dennis J. M. Snelders, Paul J. Dyson Efficient Synthesis of β -Chlorovinylketones from Acetylene in Chloroaluminate Ionic Liquids//*Org. Lett.*, 2011, vol.13, 15, p.4048–4051
70. Poonam, Geetanjali, Ram Singh. Applications of Ionic Liquids in Organic Synthesis // *Applications of Nanotechnology for Green Synthesis*, Springer, Cham, 2020, p.41-62.
71. Bouquillon S., Ganchegui B., Estrine B., Hénin F., Muzart J. Heck arylation of allylic alcohols in molten salts // *Journal of Organometallic Chemistry*, 2001, vol. 634, Is. 2, p.153-156
72. Emerson A. Guarda, Mara R.B. Marzari, Clarissa P. Frizzo, Patricia M. Guarda, Nilo Zanatta, Helio G. Bonacorso, Marcos A.P. Martins. Enol ethers and acetals: acylation with dichloroacetyl, acetyl and benzoyl chloride in ionic liquid medium//*Tetrahedron Letters*, 2012, vol. 53, Is. 2, p. 170-172
73. Ziyauddin S. Qureshi, Krishna M. Deshmukh, Bhalchandra M. Bhanage Applications of ionic liquids in organic synthesis and catalysis// *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2014, vol.16, p.1487–1513
74. Азизов А.Г., Асадов З.Г., Ахмедова Г.А. ИЖ и их применение. – Баку: Элм, - 2010, - 580 с.
75. The International Scientific Conference «Actual Problems of Modern Chemistry» dedicated to the 90th Anniversary of the Academician Y/H/Mammadaliyev institute

- of petrochemical Processes (IPCP-90), October 2-4, 2019, Abstracts
76. Ибрагимова М.Д., Пашаева З.Н. Ионные жидкости в химии полимеров. – Баку: Элм, - 2021, - 252 с.
 77. İbrahimova M.C., Abdullaeva F.M. İon mayeləri, sintezi və tətbiqi, - Bakı: Elm, - 2022, - 332 s.
 78. Azizov A.H., Aliyeva R.V., Asgerova Kh.H. Oligoalkylnaphthenic (C6-C12) Oils Obtained in the Presence of Ti-Containing Ionic-Liquid Catalysts// Green and Sustainable Chemistry, 2013, 3, 18-26 <http://dx.doi.org/10.4236/gsc.2013.34A004>
 79. Babashova Y.M., Aliyeva R.V., Khamiyev M.J., Bagirova Sh.R., Azizbeyli H.R. The alkylation of oil fractions rich in aromatic hydrocarbons with C₆-C₈ – α - olefins in the presence of ionic liquids catalytic systems. //Applied petrochemical research, ISSN 2190-5525, 2020, 11(3), DOI 10.1007/s13203-020-00258-4.
 80. Хамиев М.Д. Олигомеризация этилена в присутствии ИЖ. // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, №4, т. 16, 2015, с.341-354
 81. Сеидова Х.Г., Бабашова Е.М., Садыхова Н.Д., Алиева Р.Б. и др (Олиго) алкилирование в присутствии ионных жидкостей и различных новых модификаторов // XII Российская конф. «Актуальные проблемы нефтехимии» (с межд.участ.) посвящ. памяти акад. С.Н.Хаджиева г. Грозный, 5-9 октяб 2021, с.281

MÜASİR KİMYA ELMİNİN İNKİŞAFINDA İON MAYELƏRİNİN ROLU

N.D.SADIXOVA

XÜLASƏ

İcmalda ion mayelərinin (İM) alınmasının əsas üsulları nəzərdən keçirilir, onların zəhərli olmayan, termostabil həlledicilər, katalizatorlar və unikal xassələri olan digər səthi aktiv maddələr kimi mühüm rolunu göstərilir. Onların müxtəlif kimyəvi proseslərdə istifadəsi "yaşıl kimya"nın imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirə bilər.

Açar sözlər: ion mayeləri, həlledici, katalizator, azot tərkibli heterotsikllər

THE ROLE OF IONIC LIQUIDS IN DEVELOPMENT OF MODERN CHEMICAL SCIENCE

N.D.SADIKHOVA

SUMMARY

This review considers the main methods for obtaining ionic liquids (ILs), depicts their significant role as non-toxic, thermostable solvents, catalysts, and other surfactants with unique properties. Their use in various chemical processes can significantly expand the opportunities of "green chemistry".

Keywords: ionic liquid, solvent, catalyst, nitrogen-containing heterocycles.

UOT 541.73:547.458.81

SİNK-ALÜMİNİUM LAYLI İKİLİ HİDROKSİDLƏRİN POLİVİNİL SPİRTİ İLƏ NANOKOMPOZİTLƏRİNİN HAZIRLANMASI

O.O.BALAYEVA
Bakı Dövlət Universiteti
ofeliyabalayeva@bsu.edu.az

Təqdim olunan işdə sink və alüminium tərkibli laylı ikili hidroksidlərin polivinil spirti ilə nanokompozitləri birgə formalaşdırma və məhlulda sintez metodlarını tətbiq etməklə hazırlanmış, quruluşu və optiki xassələri rentgen difraktometri (RD) və ultrabənövşəyi (UB) spektroskopiyaya ilə öyrənilmişdir. Optik qadağan olunmuş zonanın eni (E_g) udulma və refleksiya spektrlərinə əsasən Tauc və Kubelka-Munk qanunları ilə hesablanmış və polimerin laylı struktura təsiri araşdırılmışdır. Məlum olmuşdur ki, doldurucunun miqdarı artdıqca aşağı enerjili E_{g3} -ün qiyməti artmış, yuxarı enerjili E_{g1} -in qiyməti isə azalmışdır. ZnAl-LİH-lərinin sintezində karbomiddən istifadə edildikdə ayrılan karbonat anionları (CO_3^{2-}) LİH-lərin təbəqələrinə interkalyasiya etmiş və bazal boşluq 9.51Å olmuşdur. Birgə formalaşdırma metodu ilə sintez olunmuş ZnAl-LİH / PVS nanokompozitində PVS-in uyğun gəldiyi $2\theta = 19.17^\circ$ difraksiya piki nanokompozitin əmələ gəlməsi ilə yuxarı difraksiya bucağına doğru ($2\theta = 20.00^\circ$) sürüşmüş, beləliklə, PVS-in LİH-lər vasitəsilə tikilməsi baş vermişdir.

Açar sözlər: Laylı ikili hidroksidlər, polivinil spirti, nanokompozit, nanomateriallar, optiki xassələr

Son tədqiqat işləri göstərir ki, nanotexnologiyanın intensiv inkişafı ilə əlaqədar ağıllı materiallara maraq günbəgün artmaqdadır. Çünki elektronikanın mümkün gələcəyi üçün xüsusi xassələrə malik cihazların ağıllı və özünü idarə edən sistemlərə inteqrasiyası əsas məqsədlərdən biridir [1]. Bu səbəbdən ağıllı polimer materiallar olan termotrop, termoxrom və fotoxrom polimerlər temperatur artdıqda və ya material işıqlandırıldıqda avtomatik olaraq şəffafdan güclü səpilmə (qeyri-şəffaf) vəziyyətinə keçir və ya rəngini dəyişir. Bu materiallar pəncərə şüşələrinə tətbiq edildikdə binaların enerjiyə olan ehtiyacı azalır [2,3]. Digər bir tətbiq sahəsi günəş kollektorlarıdır ki, burada termotrop materiallar həddindən artıq istidən qorunma rolunu oynayır.

Hal-hazırda materiallara termotrop xassələr verən maddələr aşağıdakı xassələrə malik olması üçün inkişaf etdirilir:

- Çoxsaylı matrisalara uyğunlaşma
- Tənzimlənən keçid temperaturu
- Əks olunan dalğa uzunluğu intervalının tənzimlənməsi

Bu cür materialların hazırlanmasında laylı ikili hidrokisidlər (LİH) geniş istifadə olunur [4]. LİH-lərin müsbət yüklənmiş təbəqələrə malik olması onlara interkalyasiya xüsusiyyəti verir və tikici agentlərdə aktivator olub polimer nanokompozitlərin hazırlanmasında doldurucu kimi istifadə olunur [5-7].

Təcrübi hissə

Məhlulda sintez üsulu ilə ZnAl LİH/PVS nanokompozitin hazırlanması: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ və $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ duzlarından müvafiq olaraq 0.015 və 0.005 mol götürülmüş, ayrı-ayrılıqda hər biri 40 ml suda həll edilmişdir. Alınmış məhlullar 1l-lik kolbada qarışdırılmış, üzərinə 80 ml karbamid məhlulu əlavə edilərək 25ml 2M NaOH məhlulu ilə titrələnmişdir. Alınmış suspenziya su hamamında 80°C-də qızdırılmış, distillə suyu ilə yuyulmuş və süzülərək qurudulmuşdur. Quru nümunədən müxtəlif miqdarlar götürməklə PVS-in 10%-li məhlulu ilə 10 dəq ultrasəsə qarışdırılmış və nəticədə LİH-in polimerdə kütlə tərkibi 0.05% ; 0.1% və 0.3% olan nümunələr hazırlanmışdır. Alınmış nümunələr qurudularaq təbəqə şəklində gətirilmiş və fiziki tədqiqat metodları ilə quruluşu və optik xassələri öyrənilmişdir.

Birgə formalaşdırma üsulu ilə ZnAl LİH/PVS nanokompozitin hazırlanması: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ və $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ duzlarının yuxarıda verilən qayda ilə qarışıq məhlulu hazırlanmış və üzərinə PVS-nin 10%-li 40 ml məhlulu əlavə olunaraq 25ml 5M NaOH məhlulu ilə titrələnmişdir. Alınmış suspenziya su hamamında 90°C-də qızdırılmış, isti distillə suyu ilə (90°C) yuyulmuş və süzülərək qurudulmuşdur. Quru nümunənin fiziki tədqiqat metodları ilə quruluşu və optik xassələri öyrənilmişdir.

Nanohissəciklərdə qadağan olunmuş zonanın eni (E_g) Tauc (1) və Kubelka-Munk düsturları (2) ilə qurulmuş əyrilərə çəkilən ekstrapolyasiya ilə təyin olunmuşdur [8-10].

$$\alpha = [k(h\nu - E_g)^{n/2}] / h\nu \quad (1)$$

$$[F(R_\infty)h\nu]^{1/n} = k(h\nu - E_g) \quad (2)$$

Burada, ν - tezlik, h -Plank sabiti, $F(R_\infty)$ - Kubelka-Munk funksiyası, k - sabit kəmiyyətdir, n -in qiyməti elektron keçid tipindən asılı olaraq dəyişir, 1 və yaxud 4 olur.

Nanohissəciklərin orta ölçüsü və LİH-lərdəki laylararası məsafə müvafiq olaraq Debye Sherrer (3) və Braggs (4) düsturları ilə qiymətləndirilmişdir:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (3)$$

$$d_{hkl} = \frac{n\lambda}{2\sin\theta} \quad (4)$$

Burada, D – nanokristalın orta ölçüsü, λ – rentgen şüalarının dalğa uzunluğu (1.54Å), θ -difraksiya bucağı, d_{hkl} – bazal boşluğun ölçüsü, K – sabit kəmiyyətdir.

Nəticələr və onların müzakirəsi

0.05% və 0.1% ZnAl LİH-lərlə hazırlanmış nümunələrdə maddə və məhlul sərhəddi gözlə göründüyündə dispers paylanma tam getməmişdir. 0.3% –li qarışıq isə ultrasəsdən sonra ağ homogen məhlula çevrilmişdir. Alınmış ZnAl-LİH nanokristallarının və birgə formalaşdırılmış ZnAl-LİH / PVA nanokompozitinin RD analizi şəkil 1-də verilmişdir. Hər iki halda yüksək kristallaşmış hidrotalsitə bənzər LİH əldə edilmiş və (003), (006), (009), (110) və (113) müstəvilər LİH-lərə xarakterik olan difraksiya bucaqlarında müşahidə edilmişdir. ZnAl-LİH-lərinin sintezində karbomiddən istifadə edildikdə birgə çökdürülmə zamanı ayrılan karbonat anionları LİH-lərin təbəqələrinə interkalyasiya etmiş və bazal boşluq 9.51Å olmuşdur. Bu qiymət LİH-lərin analoqlarından [11] ~2Å böyükdür. Bazal boşluğun geniş alınması polimer nanokompozitlərin hazırlanması üçün əlverişli haldır. Çünki bazal boşluq böyüdükcə laylararası Van-der-Vals və digər fiziki qarşılıqlı təsirlər azalır, təbəqələr bir-birindən asanlıqla ayrılaraq polimerdə dispers paylanır. Bu zaman alınmış polimer nanokompozitlər çox yüksək baryer effekti göstərir və sənayedə tətbiqi artır.

Birgə formalaşdırma metodu ilə sintez olunmuş ZnAl-LİH / PVS nanokompozitində PVS-in uyğun gəldiyi $2\theta = 19.17^\circ$ difraksiya piki nanokompozitin əmələ gəlməsi ilə yuxarı difraksiya bucağına doğru ($2\theta = 20.00^\circ$) sürüşmüşdür. Bu fakt birgə formalaşma zamanı mühitdə olan PVS-in LİH-lər vasitəsilə tikilməsini göstərir. Ədəbiyyatdan da məlumdur ki, polimerlərə məxsus difraksiya piklərinin yuxarı difraksiya bucaqlarına sürüşməsi eninə rabitələrin yaranması və torşəkilli polimerin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır [12].

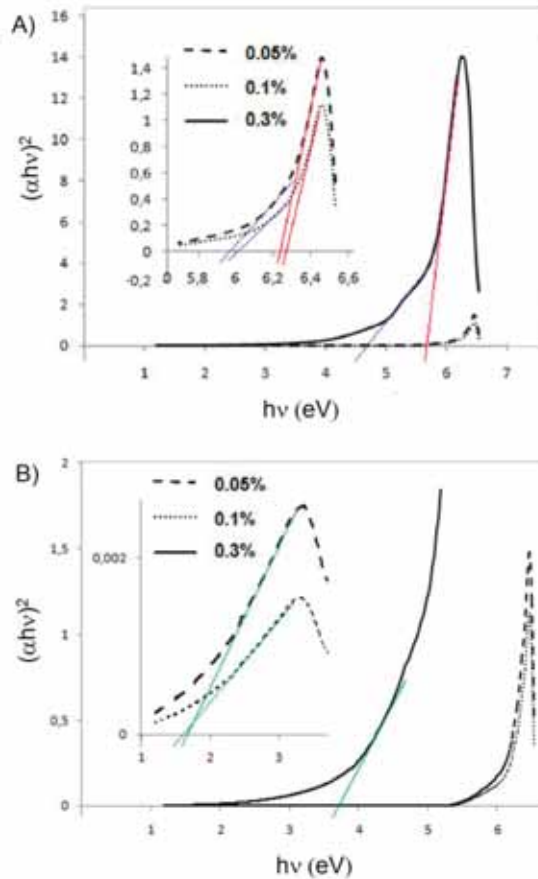
Nanokompozitlərin optiki xassələri UB spektroskopiyaya ilə öyrənilmişdir. Məlumdur ki, LİH-lər müxtəlif (ikivalentli və üçvalentli) metal hidroksidlərdən və laylararası anionlardan təşkil olunduğundan birdən artıq E_g qiymətlərinə malik olur [9]. Əksər hallarda 3 müxtəlif enerji dərəcələrində (yüksək - E_{g1} orta - E_{g2} və aşağı - E_{g3} ,) qiymətlər alır. E_{g1} laylararası anionları ifadə edir, E_{g2} və E_{g3} isə LİH-lərin yarımkəçirikilik qabiliyyətini və

elektronların keçid enerjisini ifadə edir. Alınmış ZnAl- LİH nanokristallarının və polimerlə kompozitlərinin E_g nəticələri qiymətləndirilmiş və cədvəl 1-də göstərilmişdir.

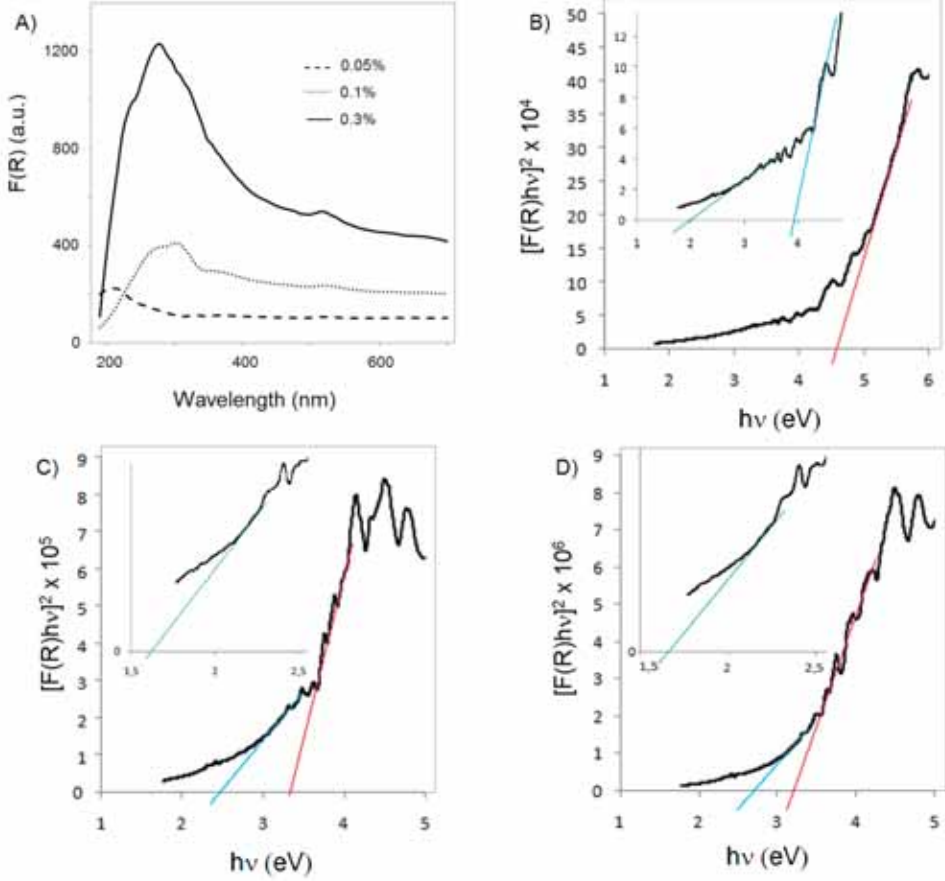
Cədvəl 1

Alınmış nanokompozit təbəqələrin udulma zolağına əsasən hesablanmış qadağan olunmuş zonanın eninin qiymətləri

Sink-alüminium laylı ikili hidrksidlərin polimerdə miqdarı	E_{g1} (eV)	E_{g2} (eV)	E_{g3} (eV)
İkin alınan və PVS qatılmayan ZnAl LİH	4.80	3.00	2.10
Birgə formalaşmış ZnAl LİH/PVS	3.3	3.2	-
0.05%	6.22	5.95	1.60
0.1%	6.27	6.00	1.50
0.3%	5.65	4.70	3.65



Şək. 1. Məhlulda sintez üsulu ilə hazırlanmış 0.05, 0.1, 0.3 % ZnAl-LİH/PVS nanokompozitlərinin Tauc düsturuna əsasən qurulmuş E_g ayrılırları.



Şəkl. 2. Məhlulda sintez üsulu ilə hazırlanmış 0.05% (B), 0.1% (C) və 0.3%(D) ZnAl-LiH/PVS nanokompozitlərinin refleksiya spektrləri (A) və Kubelka Munk funksiyasına əsasən qurulmuş E_g ayrılırları (B-D).

Göründüyü kimi doldurucunun miqdarı artdıqca yüksək enerjili E_g -nin qiyməti daha aşağı olmuşdur ($E_{g1}=5.65\text{eV}$). Buna səbəb polimer məhlulun LiH təbəqələrinə nüfuz etməsi və laylararası boşluqdan anionların nisbətən xaric olmasıdır. Həm refleksiya, həm də udulmaya görə hesablamalarda analogi hal müşahidə olunmuşdur. Aşağı enerjili E_g -nin qiyməti LiH-in 0.05 və 0.1% miqdarları ilə müqayisədə 0.3% miqdarda böyük qiymət almışdır ($E_{g3}=3.65\text{eV}$). Bu qiymət kvant ölçü effektinə uyğun gəlib hissəciklərin daha kiçik ölçülərə xırdalanmasını göstərir. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, laylı ikili hidrosidlərin laylarına polivinil spirtinin daxil olması ilə interkalyasiya baş vermiş, valent zondan keçirici zonaya elektronun keçid enerjisi artmışdır.

E_{g3} -ün artması nanokompozitin əmələ gəlməsini bir daha sübut edir.

Həmçinin doldurucunun miqdarı 0.3% olduqda polimer nanokompozit təbəqələrində termotropik xüsusiyyətlər müşahidə olunmuş, şəffaflıq kompozit təbəqədə itməmiş, saxlanılmışdır.

Cədvəl 2

Alınmış nanokompozit təbəqələrin refleksiya zolağına əsasən hesablanmış qadağan olunmuş zonanın eninin qiymətləri

Sink-alüminium laylı ikili hidrksidlərin polimerdə miqdarı	E_{g1} (eV)	E_{g2} (eV)	E_{g3} (eV)
İkin alınan və PVS qatılmayan ZnAl LİH	4.80	3.00	2.10
0.05%	4.5	3.9	2
0.1%	3.35	2.5	1.65
0.3%	3.25	2.7	1.7

Qadağan olunmuş zonanın eni, həmçinin refleksiya spektrlərinə əsasən hesablanmışdır. Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, polimer iştirak etmədikdə yüksək enerjili E_g -nin qiyməti nanokompozitlərə nisbətən böyük olmuşdur. Polimerin daxil edilməsi ilə bu qiymət tədricən azalmış, 0.3% kütlə hissəsi ultrasəsin gücünə daha aktiv məruz qaldığından hissəciklərarası qarşılıqlı təsir hesabına interkalyasiya güclənmiş, polimerin təbəqələrə nüfuz etməsi artmışdır. Beləliklə, hissəciklərin kristal ölçüləri də kiçilmişdir. Refleksiya spektrləri ilə hesablanmış E_g udulmaya görə hesablanmış qiymətlərlə müqayisə edilmiş, məlum olmuşdur ki, 0.05% doldurucu istifadə etdikdə aşağı enerjili E_{g3} artmış, yüksək enerjili E_{g1} isə azalmışdır. Doldurucunun miqdarından asılı olaraq aşağı enerjili və yüksək enerjili qadağan olunmuş zonanın eni müəyyən qanunauyğunluqla dəyişmişdir. Bütün hallarda refleksiya zolaqlarının intensiv alınması və enerjilərinin kvant ölçü effektivinə uyğun olması alınmış materialların çox effektiv optiki və foto aktiv material olduğunu göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ponnamma D, Sadasivuni K.K., Cabibihan J.J., Al-Maadeed M.A.A. Smart Polymer Nanocomposites: Energy Harvesting, Self-Healing and Shape Memory Applications. Springer Nature, 2017, 404p.
2. Ren C., Liu F., Umair M.M., Jin X., Zhang Sh., Tang B. Excellent Temperature-control based on reversible thermochromic materials for light-driven phasechange//Materials System.Molecules, 2019, 24, p.1623-1632.
3. Park G.T., Chang J.H.,and Lim A.R. Thermotropic liquid crystalline polymers with various alkoxy side groups: thermal properties andmolecular dynamics // Polymers, 2019, 11, p.992-1007.
4. Wang X.,Lu J.,Shi W., Li F.,et al. A thermochromic thin film based on host-guest interactions in a LDH // Langmuir, 2010, 26, 1247–1253.
5. Nshuti M.C., Hossenlopp J.M., Wilkie C.A. Fireretardancy of melamineand zinc aluminum layered double hydroxidein polymethyl methacrylate// Pol. Degr.and Stab., 2008, 93, 1855–1863.

6. Liu J., Chen G., Yang J. Preparation and characterization of poly(vinyl chloride) / layered double hydroxide nanocomposites with enhanced thermal stability // *Polymer*, 2008, 49, 3923 – 3927.
7. Zubitur M., Gómez M.A., Cortázar M. Structural characterization and thermal decomposition of LDH/poly(p-dioxanone) nanocomposites // *Pol. Degr.and Stability.*, 2009, 94, 804 – 809.
8. Smith, R.A. *Semiconductors*, 2nd ed.; Cambridge University Press: Cambridge 1978.
9. Balayeva, O.O., Azizov, A.A., Muradov, M.B., Alosmanov, R.M., Eyvazova, G.M., Mammadyarova, S.J. Cobalt Chromium-Layered Double Hydroxide, α - and β - Co(OH)₂ and Amorphous Cr(OH)₃: Synthesis, Modification and Characterization. *Heliyon* 2019, 5, e02725. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02725.
10. Tauc, J., Grigorovici, R., Vancu, A. Optical Properties And Electronic Structure of Amorphous Germanium. *Phys. Status Solidi B* 1966, 15, 627–637.
11. Abellán G, Carrasco J, Coronado E, Romero J, Varela M. Alkoxide-intercalated CoFe-layered double hydroxides as precursors of colloidal nanosheet suspensions: structural, magnetic and electrochemical properties. *J. Mater. Chem. C*, 2014, 2, 3723-3731.
12. Sonker A.K., Rathore K., Nagarale R.K., Verma V. Crosslinking of Polyvinyl Alcohol (PVA) and Effect of Crosslinker Shape (Aliphatic and Aromatic) Thereof. *J Polym Environ* DOI 10.1007/s10924-017-1077-3.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ ДВОЙНЫХ СЛОИСТЫХ ГИДРОКСИДОВ ЦИНКА-АЛЮМИНИЯ С ПОЛИВИНИЛОВЫМ СПИРТОМ

О.О.БАЛАЕВА

РЕЗЮМЕ

В представленной работе методом соформирования и смешения растворов поливинилового спиртом (ПВС) были получены цинк- и алюминийсодержащие слоистые двойные гидроксиды и наноккомпозиты. Структура и оптические свойства полученных наноккомпозитов были исследованы методами рентгеновской дифрактометрии (РД) и ультрафиолетовой (УФ) спектроскопии. Энергия запрещенной зоны (E_g) рассчитывалась на основе спектров поглощения и отражения по уравнениям Таука и Кубелки-Мунка. Исследовано влияние полимера на слоистую структуру СДГ. Было обнаружено, что по мере увеличения количества СДГ значение ширины запрещенной зоны для низких энергий (E_{g3}) увеличивается, для высоких энергий (E_{g1}) уменьшается. При использовании карбамида в синтезе ZnAl-LDH высвобожденные карбонат-анионы (CO_3^{2-}) интеркалировали слои LDH, базовое пространство составляло 9,51 Å. Для наноккомпозита ZnAl-СДГ/ПВС, синтезированного методом соформирования, дифракционный пик при $2\theta = 19,17^\circ$, соответствующий ПВС, сместился в сторону большего угла дифракции ($2\theta = 20^\circ$), таким образом, произошло сшивание ПВС.

Ключевые слова: двойные слоистые гидроксиды, поливиниловый спирт, наноккомпозит, наноматериалы, оптические свойства.

PREPARATION OF NANOCOMPOSITES OF ZINC-ALUMINUM LAYERED DOUBLE HYDROXIDES WITH POLYVINYL ALCOHOL

O.O.BALAYEVA

SUMMARY

In the presented work, zinc and aluminum containing layered double hydroxides (LDH) and their nanocomposites with polyvinyl alcohol (PVA) were prepared by co-formation and solution blending methods. Structure and optical properties of obtained nanocomposites were studied by X-ray diffractometer (RD) and ultraviolet (UV) visible spectroscopy. The band gap energy (E_g) was calculated based on the absorbance and reflectance spectra by Tauc and Kubelka-Munk equations, respectively. The effect of the polymer on the layered double hydroxides was investigated in detail. It was found that as the amount of filler compound increased, the value of low-energy band gap (E_{g3}) increased, while the value of high-energy band gap (E_{g1}) decreased. Using carbamide in the synthesis of ZnAl-LDHs, the released carbonate anions (CO_3^{2-}) intercalated the LDH layers and the basal space was 9.51 Å. For ZnAl-LDH/ PVA nanocomposite synthesized by the co-formation method, the diffraction peak at $2\theta = 19.17^\circ$ corresponding to PVA shifted to the higher diffraction angle ($2\theta = 20.00^\circ$), because the cross-linking of PVA.

Keywords: Layered double hydroxides, polyvinyl alcohol, nanocomposite, nanomaterials, optical properties

GEOLOGIYA

УДК 550.42

**БИОГЕОХИМИЯ РАСТЕНИЙ БОЛЬШОГО КAVKAZA
В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНА****В.М.БАБАЗАДЕ, С.А.ИСАЕВ***Бакинский Государственный Университет*
vasifbabazada@bsu.edu.az

В статье приведены результаты биогеохимических исследований на фоновых ландшафтах и на ландшафтах рудных месторождений. Показаны концентрационные особенности химических элементов в растениях, произрастающих на различных породах.

Над медно-пирротиновых, медно-полиметаллических, колчеданно-полиметаллических месторождениями. Выяснено, что, рудная минерализация указанных месторождений сопровождается биогеохимическими аномалиями. И показывает на то, что на южном склоне Большого Кавказа для обнаружения рудных проявлений могут быть применены биогеохимические методы поисков.

Установлены особенности биологического поглощения исследования растений в зависимости от содержания элементов.

Ключевые слова: Большой Кавказ, рудные месторождения, биогеохимический метод поисков

На основании проведенных исследований определены региональные уровни содержаний и характер поглощения Tl, V, Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Pb в растительности фоновых ландшафтов и агроландшафтов Б.Кавказа, в растительности колчеданных месторождений южного склона Б.Кавказа.

Сравнение средних содержаний элементов в растительности региона со средней оценкой содержаний элементов в растительности суши позволяет выявить региональные особенности содержаний элементов в растительности региона [2,5-9].

Установлено, что травянистая растительность фоновых ландшафтов Б.Кавказа характеризуется околочларковыми содержаниями Tl (0,9 КК). Содержания Cr, Pb, Ni в 2,0-2,5 раз, Co, Cu - в 5 раз, V - более 3

раз, Zn - более 8 раз и Mn более 33 раз ниже содержаний в растительности континентов. Травянистая растительность колчеданных месторождений характеризуется кларковым содержанием Cu. Содержания Cr, Pb (в 1,5раз), Ni (1,9), Co (3,0), Zn (6,5), Mn (26), V (37), Ti (93) ниже содержаний в растительности континентов. Таким образом, региональной особенностью травянистой растительности региона Б.Кавказа является нижекларковые содержания Cr, V, Mn, Co, Ni, Zn, Pb. Особенностью фоновых ландшафтов является околочларковое содержание Ti, колчеданных месторождений - кларковое содержание меди.

Одним из факторов, определяющих варьирование содержаний элементов в растительности является их систематическое положение [6, 7, 11]. В травянистой растительности фоновых ландшафтов максимальными содержаниями Mn, Cr, Ni, Cu, Pb характеризуется семейство бобовых, Ti, Co - сем. злаковых, V - сем. губоцветных, Zn - папоротниковидных. В растительности колчеданных месторождений максимальным содержанием V характеризуется папоротниковидные, Co, Ni, Cu, Zn - сем. сложноцветных, Mn - сем. розоцветных, Ti, Cr, Pb - татарник.

Фактором, влияющим на содержание элементов, также являются горные породы, на которых произрастают растения [6,8,10]. Установлено, что на фоновых ландшафтах региона травянистая растительность на юрских отложениях растительности Кацмалинского медно-пирротинового месторождения. Mn - в растительности Филизчайского колчеданно-полиметаллического характеризуется максимальными содержаниями Ti, Co, на нижнемеловых отложениях - V, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, на неоген-четвертичных отложениях – марганец. В травянистой растительности колчеданных месторождений максимальные содержания Ti, V, Pb обнаружены в растительности Кацдагского медно-пирротинового месторождения, Cr, Co, Ni, Cu, Zn - в месторождения. Таким образом, наибольшее число элементов с максимальными содержаниями наблюдаются в травянистой растительности медно-пирротинových месторождений.

Травянистая растительность колчеданных месторождений по сравнению с фоновыми содержаниями выделяется аномальными содержаниями Cr (Ca - 1,7), Cu (1,8), Pb (2,9) в растительности Кацдагского месторождения, Cr (1,9), Co (4,3), Ni (3,6), Cu (15,0), Mn (3,3) - в растительности Кацмалинского и Mn (1,7) в растительности Филизчайского месторождений.

Биогеохимическая особенность растений определяется путем сравнения содержаний элементов в растительности с кларками литосферы. Сравнение полученных данных в травянистой растительности региона (Бс) с данным В.В.Добровольского (1983) выявили анало-

гичность распределения Zn, V и Ti, т.е. как в растительности суши, так и в регионе Б.Кавказа.

Существенным фактором, определяющим концентрацию химических элементов в растительности является почвенно-геохимические условия произрастания растения. Анализ коэффициентов биологического поглощения (A_x) показал существенную зависимость характера поглощения от содержания элементов в почвах. На фоновых ландшафтах интенсивность поглощения Ti, V, Co, Cu, Zn, Pb, Mn травянистой растительностью находится в обратной зависимости от содержания в почвах. Характер поглощения Ni и Cr несколько иное. Интенсивность поглощения Cr при содержании в почвах в количестве $3,4-5,1 \cdot 10^{-3} \%$ - прямолинейная, при увеличении содержания в пределах $5,1-16,7 \cdot 10^{-3} \%$ - обратная. Интенсивность аккумуляции Ni при содержании в почвах в пределах $2,2-4,5 \cdot 10^{-3} \%$ находится в прямой, с увеличением содержания до $7,5 \cdot 10^{-3} \%$ - наблюдается обратная зависимость от содержания в почвах. Из почвы в растения поступает не равное валовому содержанию количество элемента, а реакции их на одни и те же концентрации элемента в почве, в зависимости от сопутствующих условий, могут быть различными [14].

В травянистой растительности колчеданных месторождений интенсивность поглощения Ti, Cr, Mn, Pb находится в обратной, Ni - в прямой зависимости от содержания в почвах. Интенсивность поглощения Cu при содержании в почвах в пределах $2,5-2,8 \cdot 10^{-3} \%$ находится в прямой, при увеличении содержания до $14,5 \cdot 10^{-3} \%$ - в обратной зависимости от содержания в почвах. Интенсивность поглощения при содержании в почвах в пределах $3,9-8,6 \cdot 10^{-3} \%$ находится в обратной, при увеличении в почвах до $13,4 \cdot 10^{-3} \%$ - в прямой зависимости от содержания в почвах. Закономерностей в аккумуляции Co не наблюдается.

В целом, в травянистой растительности фоновых ландшафтов региона наблюдается аккумуляция Zn ($A_x=14,4$). Менее интенсивно происходит аккумуляция Pb и Cu, содержания которых в растительности достигают уровня содержания в почвах. Аккумуляции Ti, V, Mn, Co, Ni, Cr в травянистой растительности не наблюдается. Однако в зависимости от подстилающих пород интенсивность поглощения Zn, Pb, Cu значительно отличаются. Аккумуляция Si в травянистой растительности максимального уровня наблюдается на нижнемеловых отложениях ($A_x=1,47$). В целом, в растительности сохраняется соотношение концентраций элементов, свойственное почвообразующим породам и почвам.

Кустарниковая растительность фоновых ландшафтов Б.Кавказа

характеризуется содержаниями Cr, Ti (в 1,7-1,8 раз), Pb, Zn (2,8-3,8), Cu (4), Co (9), V (11), Mn (18) ниже растительности континентов. Содержание Ni - околочларковое. В кустарниковой растительности колчеданных месторождений южного склона Б.Кавказа содержания Cr, Ni (в 1,2-1,4 раз), Pb (в 2,2 раз), Co, Mn (3,0-3,3), Zn (7,1), Ti (500) ниже кларковых величин. Выше кларка содержания Si (в 2,2 раз). Таким образом, геохимической особенностью кустарниковой растительности ландшафтов Б.Кавказа являются нижекларковые содержания Ti, Cr, V, Co, Mn, Zn, Pb. Особенностью растительности фоновых ландшафтов является околочларковые содержания Ni (в растительности колчеданных месторождений ниже кларка), колчеданных месторождений - вышекларковые содержания Si (на фоновых ландшафтах ниже кларка).

В кустарниковой растительности колчеданных месторождений максимальные содержания Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb обнаружены в растительности Кацмалинского медно-пирротинового месторождения. В кустарниковой растительности колчеданных месторождений по сравнению с фоновыми содержаниями в кустарниковой растительности обнаружены аномальные содержания Cr (Ca - 2,6), Ni (1,6), Cu (24,3), Zn (1,6), Pb (1,7) в растительности Кацмалинского месторождения, Mn (Ca - 5,5), Co (3,5), Pb (1,2) - в растительности Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения и Cr (Ca - 1,4), Cu (1,7) - в растительности Катехского медно-полиметаллического месторождения, что может представлять интерес для ботаников, изучающих жизнь растений в экстремальных геохимических условиях. При интенсивном поступлении элемента в растения через корни, как известно, работают защитные механизмы, ограничивающие проникновение металла в наземные органы; по отношению к разным элементам эти механизмы растения могут проявляться неодинаково [6,13].

В кустарниковой растительности как фоновых ландшафтов, так и ландшафтов колчеданных месторождений по сравнению с почвами наблюдается аккумуляция Cu ($A_x=1,3-5,1$), Zn ($A_x=2,0-7,2$).

Характер поглощения элементов из почв существенно зависит от ландшафтно-геохимических условия произрастания растений [7-13].

Древесная растительность фоновых ландшафтов и ландшафтов рудных месторождений характеризуется нижекларковым Ti, V, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb. Исключение составляют Cr, Cu содержания которых в 1,3 и 2,1 раз соответственно выше кларка. Наибольшие содержания Ti, V, Mn наблюдаются в растительности фоновых ландшафтов, Cr, Co, Ni, Cu, Pb - в растительности колчеданных месторождений, Ni, Zn - в растительности золоторудных месторождений. В древесной растительности фоновых ландшафтов максимальными содержаниями Ti, Cr, Co,

Ni, Cu характеризуется семейство буковых, сем. березовых выделяется максимальными содержаниями Ti, Cr, Mn, Cu, Pb для сем. липовых характерно максимальные содержания V, Zn. В растительности колчеданных месторождений максимальными содержаниями Cr, Cu, Zn выделяется сем. буковых, сем. березовых, характеризуется максимальными содержаниями Co, Mn, Ni.

В зависимости от подстилающих пород, содержание элементов существенно отличается. В древесной растительности, произрастающей на юрских отложениях, максимальными содержаниями выделяется Mn, на нижнемеловых отложениях - V, на верхнемеловых - Ni, Cu, Zn, Pb, на неоген-четвертичных отложениях максимальные содержания отмечаются у Ti, Cr, Ni. В древесной растительности колчеданных месторождений максимальными содержаниями Ti, Pb выделяется растительность Кацдагского, Cr, Co, Ni, Zn - Кацмалинского, Mn - Филизчайского месторождений.

На основании усредненных данных выявляются особенности аккумуляции элементов в зависимости от вегетативной массы вида: в древесных, кустарниковых, травянистой растительности. Наиболее контрастное поглощение характерно для Mn, аккумуляция которого древесными породами до 30 раз происходит интенсивнее, по сравнению с травянистой растительностью. С очевидностью проявляется более значительная аккумуляция в древесных породах по сравнению с травянистой Ni, Cu, Zn, менее отчетливо - Cr и Pb. К элементам которые поглощаются с одинаковой интенсивностью деревьями, кустарниками и травами, относятся Ti, Co.

С точки зрения биогеохимии растений представляет интерес, изучения корреляционных связей между элементами, что позволяет выявить их взаимоотношения в органоминеральных комплексах растений. В древесной и травянистой выявлены растительности фоновых ландшафтов устойчиво выраженные связи Mn-Cr; Mn-Ni; Cr-Ni; Ni-Cu, Pb; Cr-Ti. Выявлено, что в растительности природно-аномальных площадей (колчеданные, золоторудные месторождения), происходят определенные изменения в корреляционных связях элементов. Так, в растительности Кацмалинского месторождения не выражена зависимость Ni-Cr, устойчиво выражены в растительности фоновых ландшафтов. Практически отсутствуют связи Pb-Zn, Cu, Cr, Ni, которые стабильно присутствовали в растительности безрудных площадей [2, 13].

В плодовой, овощной и кормовой растительности агроландшафтов содержание Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Mn, Ti варьируются в тех же пределах, как в дикорастущей растительности, причем содержание Mn и Ni близко к содержаниям в травянистой растительности. Выявлено

значительное накопление Zn в зерне пшеницы и ячменя. Содержания Cu в сельскохозяйственной продукции или близко к содержанию в растительности фоновых ландшафтов или превышают его. Уровень загрязнения плодовой, овощной и кормовой продукции юго-восточной части Б.Кавказа является очень низкой ($Z_c=2,22$). Приоритетными загрязнителями в зависимости от вида продукции являются Cu, Ni, Mn, Pb, Cr, Zn, Ti.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. – Москва: Логос, - 2000, - 626 с.
2. Бабаев Ф.М., Рагимзаде А.И. Микроэлементный состав растений как индикатор колчеданно-полуметаллических месторождений. Новосибирск, Тезисы Всесоюзного совещания. 1992, с.74-76.
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – Москва: ВШ, - 1993, - 413 с.
4. Иванов П.В. Теоретические основы биогеохимического метода рудных месторождений. – Новосибирск: Наука, - 1986, - 140 с.
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растений. – Новосибирск: Наука, - СО, - 1991, - 148 с.
6. Исаев С.А., Бабаев Ф.М. Эколого-биогеохимическая исследования в биосфере. – Баку: МВМ, - 2007, - 472 с.
7. Исаев С.А., Масимов А.У., Хасаев А.И. Геоэкология. – Баку: Кюр, - 2013, - 306 с.
8. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – Москва: Астрей, - 2000, - 163 с.
9. Haugland T., Steinnes E. Trace metals in soil and plants subjected to strong chemical pollution. *Water, Air and Soil Pollut.*, 137, №1-4, p.343-353.
10. Mireles A., Solis C. Heavy metal accumulation in plants and soil irrigated with wastewater from Mexico city. 6 International Conference on ion Beam Analysis, Albuquerque, 29 June-4 July, *Nucl. Instrum. and Meth. Phys. Res. B*, 2004, 219-220, p.187-199.
11. Popov G. Bioaccumulation of Pb, Zn, Cu and Ag in some wide spread plant species from the Ore Deposit region. *Ecol. and Future*. 2014. 3, №2, p.32-36.
12. Virnan V.M. The determination of heavy metals in soil and plants by the coupled plasma by atomic emission spectrometry. 6 International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICOBTE, 2001). Guelph, July 29 Aug., 2, 2001. *ICP Inf. Newslett*, 2003, 28, №8, p.583-589.
13. Windham L., Weis J. Metal dynamics of plant litter of *Spartine altemiflora* in metal-contaminated salt marches. *Environ. Toxicol, and Chem.*, 2004, 23, №6, p. 1520-1528.
14. Zhanq H., Lin V. Содержание тяжелых металлов в растениях, произрастающих на почве, загрязненной хвостами обогащения марганцевого рудника района Сянтань (КНР). *Shenqtaixue=Chin. J.Ekol.*, 2004, 23, №1, с.11-123.

BÖYÜK QAFQAZIN BİTKİLƏRİNİN BIOGEOKİMYASI (AZƏRBAYCAN DAXİLİNDƏ)

V.M.BABAZADƏ, S.A.İSAYEV

XÜLASƏ

Məqalədə fon landsaftlarında və filiz yataqları landsaftlarında biogeokimyəvi tədqiqatların nəticələri verilmişdir. Fon landsaftlarının müxtəlif süxurları üzərində bitən ot, kol və oduncaqlı bitkilərdə mis-pirrotin, mis-polimetal, kolçedan-polimetal və qızıl yataqlarının bitkilərində kimyəvi elementlərin konsentrasiya xüsusiyyətləri təsvir edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, göstərilən yataqların filiz mineralaşması biogeokimyəvi anomaliyalarla müşayiət olunur. Bu göstərir ki, B.Qafqazın cənub yamacı ərazisində filiz təzahürlərinin aşkar olunması üçün biogeokimyəvi axtarış üsullarını tətbiq etmək olar.

Torpaqlarda elementlərin miqdarından asılı olaraq onların ot, kol və oduncaqlı bitkilər tərəfindən bioloji udulma xüsusiyyətləri aşkar edilmişdir.

Regionun meyvə, tərəvəz və yem məhsullarının öyrənilməsi müxtəlif kənd təsərrüfatı hasilatı növlərində ayrı-ayrı elementlərin nisbətən yüksək miqdarlarını üzə çıxarmışdır.

Açar sözlər: Böyük Qafqaz, filiz yataqları, biogeokimyəvi axtarış metodu

CONCENTRATIONS OF SOME BIOGEOCHEMICAL ELEMENTS IN PLANTS IN THE GREATER CAUCASUS (WITHIN AZERBAIJAN)

V.M.BABAZADE, S.A.İSAYEV

SUMMARY

Results of biogeochemical investigations in background landscapes and in landscapes of the ore deposits have been considered in the article. There have been also considered peculiarities of concentration of chemical elements in grassy, bush and wood plants existing in different rocks of the background landscapes, as well as of chemical elements in plants of copper-pyrrhotite, copper-polymetallic, pyrite-polymetallic and gold-containing deposits. There has been determined that mineralization of the studied deposits was accompanied by biogeochemical anomalies. It enables to make a conclusion that biogeochemical method of exploration may be applied to discover ore-seeps in the territory of the south slope of the Greater Caucasus.

There have been also determined peculiarities of biological absorption of elements of grassy, bush and wood plants depending on their concentration in soils.

As a result of studies of fruit, vegetable and fodder plants in the region, there have been determined relatively high concentrations of some elements in different kinds of agricultural products.

Keywords: Greater Caucasus, ore deposits, biogeochemical method of prospecting

УДК 5533.4

**СИСТЕМАТИКА, ФОРМАЦИИ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА****Ш.Ф.АБДУЛЛАЕВА****Бакинский Государственный Университет
shakhla.a@gmail.com**

В статье рассматривается систематика формаций различных типов золоторудных месторождений, выделены главнейшие их типы. Показана связь и золоторудных и золотосодержащих месторождений с рудовмещающими геологическими формациями, палеодинамические обстановки благоприятные для возникновения рудно-магматических систем, характер околорудного гидротермального метаморфизма. Определена повторяемость сходных геологических условий в процессе развития островодужной области, повторяемость вещественного состава руд, сходстве рудовмещающих пород и их постмагматических изменений и связи с магматическими формациями.

Ключевые слова: систематика, формация, месторождение, золото, генезис, классификация, структурно-формационная зона, металлогеническая зона, плутоногенное, вулканогенное, колчедан, серия

Систематика золоторудных месторождений проводится на основании различных принципов, в конкретном случае – на основе выделения рудных формаций, что является весьма важной для прогнозной оценки территории. Классическое понимание рудной формации сформировалось под влиянием работ И.Г.Магакьяна, В.А.Кузнецова, Г.А.Твалчрелидзе, А.Д.Шеглова, Е.А.Радкевич, Е.Е.Захарова, В.С.Кормилицына, П.А.Строны, Р.М.Константинова и др., занимающихся вопросами металлогении. Вслед за упомянутыми исследователями, мы под *рудной формацией* понимаем естественную ассоциацию рудных месторождений, обладающие стабильным минеральным составом, повторяющимся в определенной последовательности на всех месторождениях данной формации и образовавшиеся в близких геологических и физико-химических условиях, независимо от времени образования. Современное понимание рудной формации дает возможность перено-

сить закономерности рудообразования, установленные на одном из изученных месторождений данной формации, на другие, слабоизученные, но относимые к той же рудной формации. Предполагается, что принадлежность к определенной рудной формации предопределяет масштаб и качество месторождения. На основе разработанной формационной классификации магматических образований [1, 11, 18, 26 и др.] и существующих представлений о рудных формациях, нами разработана систематика золоторудных формаций Малого Кавказа. В предлагаемой статистике выделения главнейших типов золоторудной минерализации авторы стремились сохранить преемственность от систематики Н.В.Петровской, А.Фогельман, М.Б.Бородаевской и И.Рожкова и др., дополняя ее некоторыми новыми данными. В ней нашли отражение связи золотосодержащих и собственно золоторудных месторождений с рудовмещающими и материнскими рудоносными геологическими формациями, палеодинамические обстановки, благоприятные для возникновения рудно-магматических систем, характер околорудного гидротермального метаморфизма. Были выделены комплексные магматические формации как один из признаков прогнозирования на определенный тип рудных месторождений и установлено время формирования рудно-геологических формационных ассоциаций. Месторождения, образующую одну рудную формацию, отличаются одинаковым набором сменяющихся друг друга стадийных минеральных ассоциаций и могут иметь самый различный возраст. Рудные формации встречаются не изолированно, а образуют комплексы (ряды), тесно взаимосвязанные и характерные для определенной геологической обстановки [15, 17, 22, 14]. Выявляется отчетливо выраженная смена одних типов рудных формаций другими в ходе исторического развития Земли. Систематика золоторудных месторождений Малого Кавказа на формационной основе определяется повторяемостью сходных геологических условий в процессе развития складчатых областей, а именно, повторяемости вещественного состава руд, сходстве рудовмещающих пород и их постмагматических изменений и связи с магматическими формациями. Принцип повторяемости положен в основу определения магматических формаций [32]. По этому же принципу выделяются главные рудные формации и субформации, которых насчитываются несколько десятков. В истории геологического развития Малокавказского орогена несомненно имело место повторяемость почти тождественных разновозрастных магматических и рудных формаций. Г.А.Твалчрелидзе [24], анализируя процесс развития рудных месторождений во времени, приходит к выводу, что с одной стороны, устанавливается повторяемость месторождений одних и тех же рудных формаций от одной эпо-

хи к другой, а с другой, - отчетливо проявляется тенденция, когда определенные группы рудных месторождений возникают только один раз, не повторяясь в другое время [27]. А Д.В.Рундквист [20], обсуждая эволюцию рудообразования во времени, приходит к заключению, что одни элементы обнаруживают тенденцию ко все более интенсивному накоплению и образованию максимума в молодые эпохи (Mo, В, Sb, As, Ag, Hg, Bi), а другим присуща противоположная тенденция - закономерное убывание интенсивности накопления после максимума образования в наиболее древние эпохи (Fe, Ti, Pt, Cr, Co, Ni).

Обязательным признаком формаций должна быть закономерная приуроченность не только к однотипным геологическим структурам, но и определенным этапам и стадиям развития. В противном случае формационный анализ теряет смысл, превращаясь в минералогическое описание месторождений. Определенным этапам соответствуют свои формационные группы, образованных близко одновременно в конкретной геологической обстановке. Они слагают структурно-формационные зоны, отличающиеся осадочными и вулканогенными формациями, и с ними связаны особенности интрузивных образований и метаморфических изменений слагающих их пород. В предпринятом автором исследовании рудным формациям отводится особо важная роль. Поэтому теоретические представления по этому вопросу дополняются и уточняются ниже.

Остановимся вкратце на понимании некоторых других терминов формационного анализа. При разработке рудноформационной классификации авторы исходили из пометального их деления, что позволило необходимость выделения двух - и многометальных рудных формаций в зависимости от минерального состава и геологических условий нахождения. В большинстве случаев устанавливается закономерная связь магматических и рудных формаций (приуроченность тех и других к одним и тем же тектоническим структурам, часто устанавливаемая общая глубина образования интрузий и ассоциирующих с ними месторождений, приуроченность определенных металлов к интрузивам определенного состава и др.), однако выявление этих связей оруденения с магматизмом весьма сложно и не всегда разрешимо. Тем не менее, важность определения этих связей не вызывает сомнений. Вопросы связи магматических и рудных формаций Малого Кавказа рассматривались многими исследователями и освещались в своих обобщающих трудах Ш.А.Азизбекова (1947, 1961), М.А.Кашкая (1956, 1965), И.Г.Магакьяна (1969, 1974), С.С.Мкртчяна (1961), Г.А.Твалчрелидзе (1961, 1966, 1972), Р.Н.Абдуллаева (1963, 1977, 1988), Г.И.Керимова (1963), В.И.Алиева (1965,1976), В.М.Баба-заде (1975, 1990, 1999),

В.В.Панцулая (1977), Т.Г.Гаджиева и др. (1981), Э.С.Сулейманова (1982), Ш.О.Амиряна (1984), С.А.Кекелиа (1985, 1990), К.М.Мурадяна (1987), «Металлогения Азербайджана» (1962), «Основные черты металлогении Азербайджана (объяснительная записка к металлогенической карте Азербайджана)» (1981) и др. Однако металлогеническая изученность все еще недостаточна, особенно с позиций новой глобальной тектоники, что позволяет предпринять попытку обобщения по новым данным основных особенностей металлогении Малого Кавказа в целом.

Небезинтересно рассмотреть последовательность рядов рудных формаций, связанных с различными по составу магматическими формациями, ибо без его освещения невозможно дать четкого представления о закономерностях размещения эндогенных месторождений Малого Кавказа. *Магматическая формация* объединяет естественную ассоциацию магматических пород определенного состава, закономерно проявляющаяся в определенной геологической обстановке в ходе развития разновозрастных, но однотипных элементов земной коры [26]. *Субформация* выделяется авторами в сложных по составу и строению формаций, если есть необходимость индивидуализировать их отдельные части. В отдельных случаях по вещественному составу руд выделяются и *минеральные типы* в составе рудной формации (например, для ртутных месторождений). *Комплекс эндогенных формаций* объединяет конкретные взаимосвязанные формации, обладающие единством времени и места возникновения и приуроченность к магматическому комплексу. Металлогеническое значение комплекса рудных формаций определяется связью с одним магматическим комплексом нескольких рудных формаций. В частности в Сомхито-Карабахской зоне с вулcano-плутоническим комплексом средней юры генетически связаны золотосодержащие колчеданные, колчеданно-полиметаллические, колчеданные комплексные, барит-полиметаллические и кремнисто-гематитовые рудные формации. С позднемиоценовыми Болнисским и Казахским наложенными прогибами связаны колчеданные золото-медно-барит-полиметаллические рудные формации. Со средне-позднеэоценовым вулcano-плутоническим комплексом базальт-андезитового состава с отклонением к щелочным породам связаны золотосодержащие серноколчеданно-медно-полиметаллические формации Аджаро-Триалетской зоны. В этой же зоне с габбро-диоритовыми интрузиями тесно увязываются скарново-золоторудные и медно-порфировые рудные формации. *Ряд формаций* [14] выделяется с целью отражения постепенных переходов одних формаций в другие, принадлежащих по составу к одному и тому же классу (например, колчеданный ряд рудных

формаций Малого Кавказа). *Серия формаций* объединяет формации, закономерно возникающие в процессе обособления главных структурных элементов складчатых областей (прогибов, поднятий и т.д.) и может содержать несколько формационных рядов (иногда разновозрастные и разобценные в пространстве) различного состава. В общем случае, формационная серия является воплощением одной стадии развития конкретной структуры, хотя существуют тектонические зоны унаследованно развивавшиеся в течении целого этапа (цикла) без резкой смены формаций. *Группа формаций* объединяет все комплексы, ряды и серии формаций, образовавшиеся в течении одного этапа определенного цикла. Термин рудный комплекс в понятии Ю.А.Билибина (1955) и коллектива ВСЕГЕИ (1957) приближается к нашим представлениям о рудных формациях. В понятие *структурно-формационная (металлогеническая) зона* выкладывается смысл совокупности тектонических структур, осадочных и магматических формаций, образовавшихся в определенный историко-геологический этап развития территории и связанных между собой единством структурного плана и условий формирования (Тектоника..., 1974). Каждая из металлогенических зон характеризуется определенной серией рудных формаций. Несколько металлогенических зон, формировавшихся в единую металлогеническую эпоху, объединяются в тектоно-магматические и металлогенические ареалы (В.И.Коваленко и др., 1984), которые отражают разновозрастные (в пределах геологических эпох) латеральные ряды структурно-металлогенических зон. Важной особенностью является тип металлогенических зон, слагаемый от тектонического строения и состава рудогенерирующих магматических образований.

На Малом Кавказе выделены пять металлогенических зон по принципу преобладающей минерализации, образованной на определенной стадии развития структурно-формационной зоны. Каждая из металлогенических зон характеризуется месторождениями двух-трех типов, что, в свою очередь, придает элемент прогнозирования металлогеническому районированию. Масштабы металлогенических зон определены по ареальному развитию рудоносных и рудовмещающих геологических формаций. Отдельные рудные комплексы характерны [23] только для одной металлогенической зоны, другие локализованы в нескольких зонах, третьи образуют пояса, перекрывающие ряд зон с различной минерализацией.

Одним из важных особенностей рудных формаций рассматриваемой территории является полигенность и полихронность рудообразующих процессов, устанавливаемых для каждого тектоно-магматического цикла. Прекрасным примером полигенности и полихронности

являют собой колчеданные месторождения. Другой важной чертой рудных формаций Малого Кавказа является прогрессивное усложнение состава руд месторождений по мере омоложения (скольжения) тектонических структур и рудно-магматических комплексов от юры до эоцена в юго-восточном направлении и их полифациальность: месторождения связываются с отдельными фациями – субвулканическими, экстрезивными или же орогенными процессами, сопровождающими становление этих формаций. Основными причинами такой закономерности является металлогеническая специализация пород и различия в обстановках рудообразования.

В некоторых случаях рудонакопление может происходить в результате процессов, не находящих формационного выражения и рассматривается как регенерация металлов из вмещающих толщ или более древних месторождений в вулканогенных толщах (Халхалская группа самородной меди) или накопление золоторудной минерализации за счет гипербазитов (характеризуются наиболее высоким кларком золота – 21,3 мг/т) и их метаморфических производных-серпентинитов (Соютлучайская золоторудная площадь) и т.д. Для подобных объектов развивается (С. Иванов) несколько вариантов гидротермального рудообразования и не исключается связи с поступлением из глубинных источников.

Золоторудных формаций, объединяющих гидротермальные месторождения Малого Кавказа, всего двадцать. В систематике отражены характерные сочетания рудно-геологических признаков, отвечающих уровню рудоотложения в пределах рудно-магматических систем. Данная систематика охватывает три серии: эндогенную (жильная золото-кварцевая, золотосодержащий колчеданный ряд формаций, золотосодержащая колчеданная комплексная, золотосодержащая медно-порфировая, золотосодержащая барит-полиметаллическая, золото-полисульфидная, золотосодержащая жильная кварц-полиметаллическая, формация золотосодержащих медистых вулканитов, золото-сульфидно-апоскарновая, золото-сульфидно-кварцевая, золото-сульфидно-теллуровая, золотосодержащая медно-молибден порфировая, формация золотоносных вторичных кварцитов), экзогенную (формация золотоносных кор выветривания, формация современных аллювиальных россыпей) и метаморфогенную (формация золотоносных конгломератов).

Некоторые из рассматриваемых формаций характерны только для конкретных металлогенических зон, другие же проявлены по всей провинции. Среди рассматриваемых формационных типов в Сомхито-Карабахской зоне выделяются три наиболее устойчивых во времени типоморфных формации, имеющих промышленное значение: золото-

колчеданная с широким спектром колчеданного ряда, от серноколчеданных до колчеданных комплексных, золото-многометалльных и золото-сульфидных; золотосодержащая медно-порфировая и золото-сульфидно-кварцевая. В классификации также нашли отражение формационные типы, промышленные значения которых пока не установлены (золото-ртутные, золотосодержащие медистые вулканы и др.). Отдельные формации подразделены на субформации. В отношении формаций, выделявшихся предыдущими исследователями, авторы сохранили устоявшиеся наименования.

Эндогенная серия, включающая комплексные и собственно золоторудные месторождения гидротермальной группы, подразделяется на плутоногенные и вулканогенные классы, в значительной степени отличающиеся по условиям образования, минеральному и вещественному составу, структурно-морфологическим характеристикам оруденения, связи с магматизмом, характеру окколорудных изменений пород и т.п. К первому из них относятся типичные месторождения средних глубин (плутоногенные) с сопутствующими золоту полиметаллами, медью и др. Возникли в результате активизации тектонических процессов и общего воздымания структуры, которое привело к окончательному становлению крупных гранитоидных полифазных интрузивов (Мегри-Ордубадского, Далидагского). Интрузивы комагматичны с синхронным вулканизмом, различные их серии разновозрастны и параллелизуются с определенными импульсами вулканизма, образуя орогенную вулcano-плутоническую ассоциацию. Основная масса этих интрузий приурочена к зонам продольных глубинных разломов в осевых частях синклиналиев. Формация представлена габбро, габбро-диоритами, диоритами, гранодиоритами, граносиенитами, диорит-сиенитами, монцонитами, габбро-монцонитами, сиенитами и их порфировыми разностями. Наряду с наблюдаемыми в отдельных массивах постепенными переходами между этими породами, часто отмечаются и рвущие взаимоотношения между ними, свидетельствующие о гомодромном развитии формации. Большинство месторождений этой группы, изученных М.-А.Кашкаем, А.Н.Мусаевым, В.Н.Нагиевым, А.В.Велиевым и др. ассоциируют с постранично близкими к ним по возрасту с малыми интрузивными и дайковыми телами позднеэоцен-олигоценного возраста, предположительно, среднего состава, обнаженных на поверхности в пределах многих месторождений, и с которыми оруденение имеет парагенетическую связь (Тутхун, Агюрт, Пъязбаши и др.). Возникшие в этом процессе месторождения золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формации образовались в близкой геологической обстановке. Вмещающие породы практически повсеместно подвержены мета-

соматическому преобразованию и с ними тесно ассоциирует золотое оруденение. Все это предопределило многообразие минерализации орогенного этапа и характерный ряд рудных формаций. Рудные тела обычно размещены в эндо-экзоконтактовой зонах гранитоидов, локализованных в терригенно-карбонатно-вулканогенных породных ассоциациях верхнего мела и эоцена. Золото-кварцевые проявления сосредоточены в штокверковых зонах, крутопадающих, часто ветвящихся кварцевых жилах, жильных зонах, зонах гидротермального изменения пород. Они характеризуются преобладанием свободного золота, на долю связанного с сульфидами тонкодисперсного золота приходится не более 20-25%. Проявления золото-сульфидно-кварцевой формации Тутхунского месторождения выражены зонами вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализации, развивающиеся как по вулканогенно-осадочным отложениям, так и магматическим, главным образом, в теле самих интрузивных пород. Среди сульфидов, занимающих от 5-8 до 15% объема породы, резко преобладает пирит и халькопирит продуктивной стадии. В них сосредоточено подавляющая часть тонкодисперсного золота. На более поздних стадиях минерализации (кварц-карбонатно-сульфоантимонитовой), так же продуктивной, возрастает роль свободного золота. Месторождения формации характеризуются обычно большими размерами и содержат основные запасы золота плутоногенных месторождений. Метасоматиты во многих случаях пространственно совмещены, характеризуясь сложными взаимоотношениями друг с другом и оруденением. Широко развиты вторичные кварциты, несущие золотое оруденение, и в ряде случаев представляющие промышленный интерес. Руды массивной и прожилковой текстуры, зернистой структуры. Для выделения критерия глубинности выбор количественно преобладающих, либо характерных минералов неприемлем, и, как показывает изучение золоторудных полей Малого Кавказа, содержание этих минералов в рудах больше зависит от металлогенической специализации структурно-формационных зон. Именно по этой причине в рудах плутоногенных месторождений рассматриваемой территории довольно часто выделяется золото-многометалльный парагенезис; наряду с золотом принимают участие молибденит, шеелит, вольфрамит, киноварь и др. Золотое оруденение накладывается на вулканогенно-осадочные и магматические породы всех формаций. Содержание золота в рудах от 0,3-0,5 до 3-5 г/т и выше. В общем же в составе руд месторождений плутоногенного гидротермального класса превалируют одни и те же минералы, количество которых не превышает шести-семи. Кроме золота, являющимся главным компонентом, в составе руд принимают участие минералы меди, свинца,

цинка, серебра. Среди жильных выполнений широко развит кварц, выделяющийся в нескольких генерациях.

Параллельно с среднеглубинными месторождениями формируется второй класс золоторудных месторождений Малого Кавказа, представленная относительно низкотемпературными вулканогенными, которые продуцируют близповерхностные месторождения, как промышленные месторождения колчеданного семейства и полиметаллов, так и золото-медно-полиметаллических формационных типов. Формируются они в доорогенном этапе островодужной зоны и в зонах континентальных рифтов. Отличаются они от плутоногенных месторождений меньшей глубиной формирования и меньшим вертикальным размахом оруденения. Месторождения почти синхронны пространственно и парагенно с интрузивно-субвулканической и экструзивной фациями глубинности. Ведущими промышленными представителями данного класса являются оруденение золото-колчеданной и золото-полиметаллической формаций (Кедабекское, Кафанское, Маднеульское, Кызылбулагское, Човдарское). На многих рудных полях островодужной зоны именно кислые субвулканические образования базальт-андезит-плагиориолитовой и базальт-андезит-дацит-риолитовой формаций выступают в качестве золотопродуктивной магматической формации. Месторождения отличаются более высокими средними содержащими золота и достаточными запасами. Выделенные рудные формации сопоставимы с формациями околорудных метасоматитов. Основными рудовмещающими породами являются риолиты, риодациты, андезиты, андезидациты и др., претерпевшие дорудную пропилизацию и околорудное окварцевание, адуляризацию, серицитизацию, алунилизацию и аргиллизацию. Характерно развитие вторичных кварцитов, довольно часто содержащих повышенное количество золота. Этот перечень гидротермальных изменений указывает на кислый характер рудообразующих растворов. Для колчеданной группы рудных формаций Малого Кавказа, объединяющий доорогенные месторождения вулканогенного, вулканогенно-осадочного и комбинированного генезиса [21, 30], характерно как сингенетичность, так и эпигенетичность оруденения по отношению к вмещающим породам. Эта особенность, обычно характерная для японских месторождений типа Куроко, наблюдается и в рассматриваемых рудных районах. Оруденение представлено приплюснутыми линзовидными, плоскими штокообразными телами, жилами и жильными зонами, вкрапленниками, гнездами, пиритизированными телами метасоматитов. Отмечается в общем сложный состав руд, полосчатые, прожилково-вкрапленные, брекчиевые и реже крустификационные текстуры и колломорфные структуры руд. Распределение

золотого оруденения неравномерное, часто совместно с серебром, отмечаются бонанцы. В составе руд, кроме золота, присутствуют серебро-содержащее золото, иногда теллуристые его соединения, различные сульфиды. Нерудные минералы представлены халцедоновидным кварцем, кальцитом, родохрозитом, баритом, адуляром. Минерализация локализована в разрывных нарушениях, зонах интенсивной трещиноватости, линейных складках, осложненных зонами гидротермального изменения пород. Вертикальный размах оруденения небольшой.

В последние десятилетия в связи с открытием крупных золоторудных месторождений гидротермального генезиса (Карлин, США; Хемло, Канада; Сухой Лог, Олимпиада, Россия; Мурунтау, Узбекистан; Олимпик Дем, Австралия и др.) выявлены многообразия процессов формирования золоторудных месторождений и типов золотообразующих рудных систем. Осуществлена попытка (R.W.Hutchinson, 1987; C.I.Hodgson et al., 1993; C.N.Phillips, 1993; Ю.Сафонов, 1997 и др.) рассмотреть эти месторождения с геолого-исторической позиции их формирования, выделить геолого-генетические типы, приблизительно оценить продуктивность формирования рудообразующих систем.

Если положить в основу критерии глубинности формирования гидротермальных золоторудных месторождений (Н.Бородаевский, 1964; И.Рожков, 1967-1968; Н.Петровская, 1960, 1973; Н.Петровская, Ю.Сафонов, С.Шер, 1976; М.Бородаевская, И.Рожков, 1978; И.Рожков, Н.Петровская, 1979; А.Кривцов, М.Константинов и др., 1995; Н.Фогельман, 1960, 1962; Н.Фогельман, М.Константинов и др., 1995; С.Стружков, М.Константинов, 2005; Н.Курбанов, 2007; и др.), то большинство комплексных и самостоятельных месторождений золота Малого Кавказа образовалось в условиях средних глубин (2,5-1,5 км). Руды месторождений полистадийные, в истории их формирования выделяются ранние стадии, убогие по содержанию золота, средние золотосодержащие, продуктивные и поздние, не имеющие сколь-либо значения для накопления золота. Продуктивные золоторудные стадии образуются в интервалах температур 250-150°C.

Золоторудные месторождения гидротермального генезиса довольно часто формируются в пределах рудных районов с иной металлогенической специализацией (ртутно-сурьмяной, барит-полиметаллической, медноколчеданной).

Жильная золото-кварцевая формация низкотемпературных гидротермальных месторождений тесно связана с неогеновыми (миоценовыми) малыми интрузиями и экструзиями риолитов, дацитов, андезитов позднеорогенных вулканотектонических построек. Состав руд кварцевый с малым количеством сульфидов (до 3%). Формация

хорошо развита в Зод-Тутхунс-Агдуздагском блоке Гейча-Акеринской зоны между Восточно-Карабахским хребтом на западе и долиной р.Тертер на востоке (Агдуздаг, Кетидаг, Ширван, Зейлик, Караханлычай, Капутсар, Зар, Ванкидзор и др.). Оруденение ограничивается открытыми трещинами. Отличительной особенностью золотоносных кварцевых жил является их ветвление, брекчирование и частое образование пустот и камер. Жилы нередко группируются, локализуясь в длинных трещинных минерализованных зонах. Простираение их, преимущественно северо-северо-западное; нередко они прослеживаются на поверхности по обнажениям кварца. Отмечаются также жильно-прожилковый и штокверковые типы рудных тел. Золото обычно в виде тонких прожилок заполняет трещины кварца всех генераций, а также сульфидов, что свидетельствует о более позднем его образовании. Очень редко жилы следуют направлению дайковых пород или же следуют по плоскостям трещин отдельности вкрест простираения дайковых тел. Агрегаты кварца халцедонированы, местами преобладает гребенчатый кварц. Сопровождающим жильным минералом является каолин, присутствует адуляр, а из рудных преобладает самородное золото; встречаются электрум, самородное серебро, алтаит, пирит, халькопирит, сфалерит. Золото тонкодисперсное, субмикроскопическое, часто коллоидное, губчатое (среди халцедона), низкопробное (500-700), в значительной степени обогащено серебром (40-45%). Характерны площадные кварц-хлорит-гидрослюдистые пропиловитовые изменения и околожильное окварцевание, адуляризация и серицитизация. Температура образования месторождений формации происходило при температурах 150-200°C и выше.

Колчеданный ряд формаций парагенетически связан с вулканоплутонической ассоциацией средней юры Сомхито-Карабахской зоны. Как продукты вулканической деятельности, так и рудная минерализация сосредоточены в вулканотектонических депрессиях, порожденных излияниями трещинного и центрального типов. Характерна совмещение в пространстве ряда родственных рудных формаций, образующих вертикальные ряды. Д.И.Горжевский и Г.Ф.Яковлев [12] при рудноформационном анализе применительно к группе колчеданных месторождений, предлагают учесть следующие данные: 1) минеральный и количественные соотношения между основными минералами и полезными компонентами; 2) последовательность и распространенность в рудных телах минеральных ассоциаций, относящихся к разным стадиям рудоотложения; 3) геотектонические типы структурноформационных зон, локализирующих колчеданные месторождения; 4) характер и состав вулканоплутонических или осадочных формаций, с

которыми ассоциируют колчеданные месторождения, роль их кислых дифференциатов и их тип по щелочности; 5) характер и состав околорудно измененных пород. С учетом этих положений авторами настоящей работы выделяются [3, 6] серноколчеданная (Чирагдараси, Тоганалы, Ванклу, Квемо-Болниси), медноколчеданная (Кедабек, Шамлуг, Кафан), медно-мышьяковая (Битти-Булаг), колчеданно-полиметаллическая (Ново-Гореловское, Алаверды, Цхнари-Абано), колчеданно-комплексная (Кызылбулаг, Гоша), барит – полиметаллическая (Башкышлаг, Данаери) и кремнисто-гематитовая (Алабашлы) формации. Наиболее ранним является серноколчеданное оруденение, последовательно сменяющееся медноколчеданным и барит-полиметаллическим.

Колчеданные месторождения, связанные с вулканитами доорогенных этапов развития эвгеосинклинальных зон, распространены в молодых вулканических зонах, в частности Курило-Камчатской зоне, Японии, известные в литературе под названием «Кууроко» и в других местах. Древние палеозойские представители колчеданной формации известны в Приамурье, Салаире, Центральном Казахстане и в других местах. Колчеданные руды, расположенные в различных металлогенических зонах, характеризуются постоянством. Руды существенно сульфидные с резко подчиненным количеством нерудных минералов. Главным в количестве отношении минералом является пирит слагающим вещественную основу руд, большую роль играют халькопирит, сфалерит, реже, борнит, встречаются также борнит и блеклые руды, молибденит, арсенопирит и др. Различные количественные соотношения между пиритом, халькопиритом и сфалеритом определяют различия минеральных типов и промышленных видов колчеданных руд. Для каждого минерального типа характерен свой специфический набор элементов – саутников. При этом обращает на себя внимание совпадение в разных формациях общего состава элементов – спутников, являющихся в разных минеральных типах то главными, то второстепенными, что свидетельствует о геохимическом родстве колчеданных формаций и правомощности объединения их в единый формационный генетический ряд [28]. Колчеданные месторождения обычно содержат золото, образующие дисперсные выделения в халькопирите, пирите и других сульфидах. Несколько повышенные концентрации золота и серебра в колчеданных рудах некоторых рудопроявлений обусловило выделить колчеданную комплексную формацию. Руды представлены линзообразными телами, жилами и жильными минерализованными зонами. В рудах, наряду с золотом, как попутный полезный компонент в промышленных содержаниях, присутствуют медь и серебро. Структурно оруденение контролируется локальными вулкано-

тектоническими депрессиями, расположенными преимущественно в краевых частях приподнятых блоков. Общим для всех месторождений формационного ряда является приуроченность их к кислым вулканитам среднеюрской базальт-андезит-плагиориолитовой формации. Пространственная приуроченность оруденения к толще байосских вулканитов свидетельствует в пользу парагенетической связи главного импульса оруденения с риолитами, риолит-дацитами. Наличие же оруденения в низах батской вулканогенной толщи (Ново-Гореловка или Артапа) - на продолжительность и многоэтапность гидротермальных процессов. К этому ряду формации относятся большинство колчеданных месторождений Сомхито-Карабахской металлогенической зоны.

Золотосодержащие колчеданные формации широко развиты и на южном склоне Большого Кавказа на ранней стадии развития сланцевой эвгеосинклинали в палеоокраинном море среди терригенных среднеюрских образований. Парагенетически с выделяемыми здесь спилит-диабазовой и габбро-диабазовой формациями связываются богатые колчеданно-полиметаллическое и медно-пирротинное оруденение. Между тем, проблемы связи оруденения с магматизмом требует дальнейших исследований, поскольку в данном случае мы имеем дело с ассоциацией колчеданных залежей недифференцированной толеит-базальтовой магмы, но не с ее кислыми дифференциатами, как это имеет место в типичных колчеданных месторождениях, залегающих в вулканогенных толщах. В.И.Смирнов (1976) эти месторождения относит к комбинированным, которые возникают вследствие объединения в контурах рудных тел их гидротермально-осадочных и гидротермально-метасоматических частей. Это – сложные полигенные и полихронные образования, сформировавшиеся в два и более этапа, причем колчеданные руды обычно связаны с раннедоороженным вулканизмом, а более поздняя медно-пирротинная минерализация («облагораживающая») иногда, возможно, обязана своим происхождением гидротермальным растворам иного генезиса (Филизчайский или Алтайский тип).

Сопоставляя особенности металлогенических провинций Большого и Малого Кавказа, необходимо отметить, что в качестве возможного первичного источника, приводящего к формированию месторождений, важнейшую роль сыграли геодинамические условия заложения отдельных структур.

Золотосодержащая колчеданная комплексная формация также широко распространена (Кызылбулаг, Гоша), хотя и менее по сравнению с предыдущей. Рудовмещающими породами формации являются гидротермально-измененные порфириды и пирокласты базальт-

андезит-риолитовой формации байоса, местами превращенные во вторично кварциты, развивающиеся на фоне пропилитизации. Характерны зоны гидротермально-измененных пород с кварцевыми жилами СВ и СЗ простираения. Зоны прослежены на 400-1000 м, при мощности от 5-10 до 50 м. Протяженность и мощность рудных интервалов составляет 70-250 м при мощности 2-5 м. Рудная залежь представлена вкрапленностью, жилками и гнездами пирита и халькопирита, в небольшом количестве встречаются галенит и сфалерит. Золото обычно содержится в халькопирите и других сульфидах, а также в виде самостоятельных зерен. Весьма характерны его выделения в пирите (Гоша). Полезные компоненты руд - медь, золото, серебро.

Золотосодержащая медно-порфировая формация представлена многочисленными месторождениями (Карадаг, Хархар, Джагир, Дамирли, Кошкарчай, Цители-Сопели, Шикахох и др.), которые были в основном обнаружены в 60-80-х годах прошлого столетия. Медно-порфировые месторождения, несмотря на их сходство, имеют заметные различия в составе руд, рудовмещающих породах, околорудных метасоматитах. Большинство из этих месторождений расположены в Сомхито-Карабахской и Кафанской палеоостроводужной системах с салическо-мафическим профилем земной коры. Рудоносными являются гранитоиды натриевой серии. Они мелкие и существенно медные, пространственно сближены с колчеданными, размещенными в синвулканических депрессиях. Являются они представителями «диоритовой» модели Холлистера [25], для которых характерны высокие отношения меди к молибдену и относительно повышенные содержания благородных металлов в рудах. Эти месторождения образовались [5,7] на ранних стадиях развития вторично-эвгеосинклинальных зон, комформны контурам кольцевых магматогенных структур и ассоциируют с плагиогранит-порфирами а диорит-порфиритами поздней юры-раннего мела. Рудопроявления представлены штокверками, сложенными прожилково-вкрапленными и вкрапленными кварц-пирит-молибденитовыми, кварц-пирит-халькопиритовыми рудами и пространственно сближены с колчеданными, размещенными в субвулканических депрессиях. Для их рудно-метасоматических колонок характерны зональные ряды метасоматитов субвулканического уровня глубинности при унаследованном натриевом профиле: пропилиты-кварц-альбитовые метасоматиты-березиты. Отмечается тенденция к обогащению висячего бока и флангов штокверковых зон медно-полиметаллической с благородными металлами минерализацией; золото связано с наложенной полиметаллической ассоциацией. Состав руд-халькопирит, магнетит, молибденит, пирит, золото; второстепенные – ковеллин, борнит,

частично халькозин, реже сфалерит, галенит. Из нерудных преобладает кварц. Обычна минералогическая супергенная зональность. На поверхности залегают окисленные руды и участки выщелачивания. Ниже они сменяются смешанными окисленно-сульфидными рудами, которые постепенно (или резко) переходят во вторично сульфидные халькозиновые руды. Медные минералы распределяются как во вмещающих породах, так и в прожилках, с различными количественными соотношениями для различных месторождений. Вмещающие породы, так же как и самое тело штокверка, обычно превращены во вторичные кварциты. Интенсивная минерализация тяготеет к кварц-серицитовой фации вторичнокварцитовых метасоматитов. Верхние горизонты нередко сильно каолинизированы. Каолинизация обычно связывается с супергенными процессами. Месторождения внешне сходны с орогенными медно-молибден порфирированными, образованные в активизированных периферических частях Мисхано-Зангезурской зоны с развитой сиалической корой («монцитонитовая» модель Дж. Лоуэлла и Дж. Джилберта), но обычно меньшего масштаба. На месторождении Карадаг отмечено [7] три максимума температур, предположительно отвечающей трем стадиям минералообразования: кварц-магнетитовой (330-365°C), медно-молибденовой (210-335°) и кварц-полиметаллической с золотом (150-225°).

Месторождения «тоналитовой» модели, к которым относится Тухутское рудное поле [13], приурочено к одной из поперечных структур северо-восточного простирания Кафанского блока, осложняющей юго-западный контакт Шнох-Кохбского массива с вулканитами средней юры. Порфирировая система в плане выражена довольно широкой полосой развития штокообразных и дайковых тел тоналит-порфиров тоналит-гранодиорит-плагиигранитной формации. Промышленная концентрация полезных компонентов устанавливается в эндо- и экзоконтактах порфирировых штоков и в их суженных частях. Наиболее ранним парагенезисом на месторождении является кварц-альбит-магнетит-сфен, который сменяется кварц-молибденит-магнетитовым и кварц-пиритовым в грейзеноподобных и кварц-серицитовых метасоматитах соответственно [9]. Наложенные на ранние, ряд собственно рудных (продуктивных) парагенезисов следующий: кварц-жилбертит-молибденит, кварц-пирит-ангидрит-халькопирит-молибденит. Наиболее поздняя кварц-кальцит-пирит-сфалерит-галенитовая ассоциация развита в экзоконтакте продуктивных штоков и надинтрузивных вулканитах. Молибденитом обогащены ангидритсодержащие метасоматиты (в тоналит-порфирах), а медью-кварц-серицит-хлоритовые (в эндоконтактовых кварцевых диоритах). Содержание золота в рудах низкое.

Золотосодержащая барит-полиметаллическая формация является более поздней по отношению к колчеданной и связана с субвулканической фацией кислого батского вулканизма (Башкишлаг, Данаери). Общей закономерностью для месторождений формации является преимущественно баритовый характер с небольшой глубиной рудоотложения. На более глубоких горизонтах появляется галенит-сфалеритовая с золотом минерализация (Данаери). В минеральном составе руд принимают участие барит, а также кварц, флюорит, сульфиды, золото. Содержание золота в рудах собственно баритовых и барит-полиметаллических жил 1-2 г/т и выше. В ряду латеральной зональности колчеданного семейства Бадакендское полиметаллическое проявление расположено между медноколчеданными месторождениями Кедабекской группы и самой крайней в этом ряду баритовых проявлений, являясь одним из конечных продуктов сложного многоступенчатого гидротермального процесса среднеюрской вулканогенно-рудной системы. Полиметаллическая жила расположена поперек ущелья характеризуясь непостоянством мощности (0,8-1,5 м) и неравномерностью оруденения. Содержание свинца колеблется в пределах 0,54-0,99% и редко достигает 1,8%, а цинка – от следов до 3,1%. Бадакенд характеризуется исключительно высокими содержаниями серебра. Содержание золота в жиле от 0,8 до 3,1 г/т, серебра от 104,8 до 2816 г/т; в пиритовом концентрате содержание золота от 1,7 до 2,4 г/т, серебра от 21,0 до 100 г/т, во вторичных кварцитах золота от 2,1 до 5,2 г/т, серебра от 2,4 до 42,1 г/т.

Золото-полисульфидная формация. Месторождения этой формации приурочены к Болнисскому и Казахскому поперечным прогибам, связанные с риолит-базальтовой формацией верхнего коньяка – нижнего сантона. Преобладают экструзивные купола дацитов и андезидацитов (месторождения Маднеули, Давид-Гареджи, Абульмульк, Дагкесаман, Фарыхлы, Ашырлы, Учгель и др.) [2,8,9]. Количество сульфидов в рудах до 20%. Преобладают галенит, халькопирит и пирит, а также сфалерит, халькозин, золото; нерудные минералы - кварц, кальцит, серицит, барит. Основным полезным компонентом руд является золото, сопутствующими – серебро, свинец, цинк, медь. Золото самородное, тяготеет к полям выделения халькопирита, галенита и пирита. Проявления формации характеризуются близкими геологическими строениями и минеральными составами и относятся к золото-медно-полиметаллическому типу, с некоторыми меняющимися, однако, взаимоотношениями основных компонентов, иногда выпадением одних минеральных образований и наоборот, появлением совершенно новых, в частности кобальтовых (Юхары-Аксипаринская группа) или ртутных

и ртутьсодержащих минералов (Дагкесаман и др.), не говоря о собственно ртутном месторождении (Учух) с недостаточно ясной металлогенической позицией. Здесь же широко развиты такие специфические продукты вулканизма, как бентонитовые глины, трассы, цеолитовые туфы и др., которые могут представлять определенный интерес и с точки зрения наличия золота и серебра. В составе формации выделяются минеральные типы – золото-медные, золото-полиметаллические, медно-полиметаллические и др. Ряд проявлений формаций известны в Ордубадском рудном районе.

Золотосодержащая жильная кварц-полиметаллическая формация. Наиболее значительным месторождением формации является Мехманинское, рудные тела которого залегают в породах кровли интрузива, реже среди самих гранитоидов и сопровождающего их дачного комплекса. Последние представлены кварц-полиметаллическими жилами с золотом и серебром, а также золотоносным медно-пиритовым оруденением колчеданного семейства. Вкрапленные серноколчеданные руды приурочены к экзоконтакту интрузива неоконского возраста (Гюльятаг, Джаньятаг, Касапет и др.). Жилы характеризуются различными соотношениями основных рудных минералов – галенита и сфалерита. В качестве второстепенных минералов присутствуют пирит, халькопирит, марказит, халькозин, блеклые руды, сульфосоли и др. Золото тесно связано с сульфидами, частью свободное (проба 700-800). Полиметаллическое оруденение относительно медно-золотого является более древним и обязано своим происхождением возникновению обособленного очага магматической дифференциации, давшего сначала гибридные породы (диорит-порфиры), а затем металлоносные растворы, тогда как медно-золотоносные жилы сформировались значительно позднее на самом последнем этапе становления Мехманинского интрузивного комплекса [29]. Формирование кварцевых медно-пиритовых золотоносных жил завершился в последайковый период на самом последнем этапе становления гранитоидного интрузива. Полезные компоненты руд: свинец, цинк, золото, серебро, кадмий, селен, теллур. К этой же группе тяготеют кварц-полиметаллические с золотом проявления Ахтала, Дамблуд, Гырмызы – Гюней, Ардашави, Кюрдгаджи, а также Эльбекдаш, локализованное в известняках и в туфогенных породах поздней юры.

Формация золотосодержащих медистых вулканитов установлена вдоль Нахчыванского бортового разлома Аразской металлогенической зоны среди пестроцветных туфогенно-молассовых отложений олигоцена-нижнего миоцена (Асадкяфская группа - Халхал, Сираб, Кахаб, Кызылджа, Яйджи и др.). Стратиформные залежи этих

комплексных руд содержат самородную медь, свинец, цинк, молибден, золото и редкие элементы. Допускается вулканогенно-осадочное происхождение оруденения. Отмечается отдаленная связь с соленосно-гипсоносными отложениями. В.Н.Нагиев, детально изучивший Халхалское месторождение (1980-1981, 1986 гг), указывает на высокое содержание первичных руд в виде самородной меди (0,55-2,96%), золота (сл.-2,2 г/т), а в мономинерале самородной меди до 200 г/т, серебра от 0,2 до 4 г/т. Этот исследователь предлагает весьма интересную точку зрения о эксплозивно-вулканогенном процессе рудообразования. Самородная медь сингенетична с лавобрекчиями, агломератами, а рудный процесс сопровождался эксплозивным вулканизмом как процесс извержения. Ученым установлены четыре горизонта рудных агломератов, что свидетельствует о четырехкратном проявлении рудного процесса.

Золото-сульфидно-апоскарновая формация. Золото отмечается во многих скарновых месторождений мира. На территории Малого Кавказа месторождения формации представлены медно-кобальт-никелевыми (Кетам-Килитская группа), медно-молибден-вольфрамовыми с оловянной и свинцовой минерализациями (Гызыл-Чынгыллы), железо-скарновыми (Башюрд, содержание магнетитовой руды в скарнах достигает 50%), медными и полиметаллическими месторождениями и проявлениями (Гянза, Ньювадинское, Хлебанское, Вазутское и др.). Месторождения недостаточно изучены. Они приурочены к контактам алюмосиликатных и карбонатных пород, локализуясь вблизи интрузивов гранитоидов Мегри-Ордубадского батолита. Размещение месторождений контролируется Килит-Кялякинским разломом северо-западного направления, ограничиваясь поперечными (Килитским на юго-востоке и Гянзинском на северо-западе). Участки сложены роговиками и скарнированными известняками верхнего мела, прорванными кварцевыми монцонитами и дайками диабазов и диоритовых порфириров эоцена. Золотая минерализация вместе с поздними сульфидами и теллуридами наложена на дорудные скарны с магнетитом, которые в юго-восточном направлении обогащены также редкими элементами и кобальтом. Скарновые метасоматиты мощной полосой протягиваются более чем на 15 км при ширине 0,1-1,3 км в районе Гызылчынгыллы-Килит-Кетам-Гянза в пределах Ордубадского рудного района, далее прослеживаясь в территории Ирана. Минеральный состав скарновых метасоматитов, судя по парагенетическим ассоциациям характерны для кальциевых скарнов, околоскарновых метасоматитов, эпидозитов и синрудных околорудных метасоматических изменений [10].

Золото-сульфидно-кварцевая формация. Месторождения

формации широко представлены в разновозрастных магматических комплексах Мисхано-Зангезурской и Гейча-Акеринской металлогенических зон, предположительно начиная от средней юры и кончая плиоценом. Образовались они на орогенном этапе в связи со становлением интрузивов габбро-монзонит-диоритовой формации, и их сложных дайковых серий и малых интрузий (Тутхун, Агюрт, Мунундара, Пъязбаши, Далидаг-Багырсахская группа и др.). В Кафанской зоне в эндоконтакте Мегри-Ордубадского батолита с вулканогенно-осадочными породами верхней юры и мела, в тесной связи с дайковыми породами ассоциирует целая серия продуктивных кварц-сульфидных жил и прожилков с крупными выделениями золота (Вежнали). В формировании и локализации золото-сульфидного оруденения вудущую роль играют структурные элементы. Подавляющее большинство проявлений приурочено к осевым частям синклинальных прогибов, сопряженные с глубинными магмородоконтролирующими разломами. Главными рудоконтролирующими структурами являются общекавказского простирания нарушения и сопряженные с ними более мелкие разрывы, локализующие большую часть проявлений. Рудовмещающими являются зоны рассланцевания, дробления и смятия вдоль секущих по отношению к складчатости разломов.

Месторождения формации в генетическом отношении неоднородны, минеральный состав, морфология и условия залегания рудных тел различаются, количество сульфидов в них варьируют от 5-8 до 15% и по этой причине могут быть отнесены к комплексным золото-содержащим кварц-молибденитовым жилам и линзам полиметаллических руд, вплоть до самостоятельных кварц-золоторудных тел жильного типа (Мунундара); жилы представлены сильно трещиноватым белым и серым кварцем с золотом. Оруденение локализовано в эндо- и экзоконтакте Мегри-Ордубадского батолита среди орогенных малых штокообразных и дайковых тел гранитоидов. К этой же группе относятся месторождения (Пъязбаши, Шякярдара), сосредоточенные в вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщах и прорывающих их интрузивных массивах. Последние вызвали значительную контактовую переработку вмещающих пород, образуя роговики и скарны. Золотоносные сульфидные кварцевые жилы и жильные зоны пересекают как породы интрузива, так и вмещающий комплекс вулканогенно-осадочных пород, сопровождаясь метасоматически измененными породами, в основном вторичными кварцитами. Отмечаются кварц-карбонатные прожилки с сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, молибденит и др.), зачастую образующие штокверковые узоры; прослежены по простиранию до 300-400 м. Основными минералами-концен-

траторами золота являются пирит, халькопирит. В отличие от многих золоторудных месторождений пириты Тутхунского рудного поля не золотоносны [31]. Золото здесь тяготеет к антимониту, реальгару и аурипигменту, образуя включения в этих минералах. Местами можно наблюдать мельчайшие включения золота в кварце. Ассоциация золота с антимонитом (при отсутствии реальгара и антимонита) наблюдается и в Балейском золоторудном месторождении (Н.Петровская, П.Бернштейн, 1961). Но в отличии от Тутхунского в рудных телах Балейского месторождения, по данным Н.В.Петровской, антимонит связывается с наиболее поздними (послезолотыми) стадиями минерализации. В самой же антимонитовой стадии самородное золото отсутствует. Золото видимое, самородное и дисперсное, содержание от единичных до пер-вых десятков г/т.

Особый интерес представляет золото-сульфидно-теллуровая формация, наиболее ярко представленная в Гейча-Акеринской металлогенической зоне (Зод, Соютлинская группа, Меградзор). Отмечаются и более мелкие месторождения (Сарнахпюр, Мирак и др.). Количество сульфидов в них варьирует от 5 до 20%. Золоторудные проявления формации представлены зонами минерализованных кварц-карбонатных пород, кварц-сульфидными жилами и сериями кварц-сульфидных прожилков в зонах гидротермально-измененных метасоматитов. Оруденение размещено в полях развития сильно переработанных габброидов и гипербазитов, в дайковых телах, малых интрузивах. Важная роль отводится габброидному массиву (Зод), размещенному в тектоническом клине. Состав руд золото-сульфидный, теллуридный. Полезные компоненты руд: золото, серебро, теллур, висмут, медь и цинк. Промышленное значение имеет золото и серебро. В Зодском месторождении, по данным Ш.О.Амиряна [4], почти 79% золота ассоциирует с пиритом (58%) и арсенопиритом (21%); подавляющее количество золота (95,98%) в сростках и соединениях с теллуrom. Среднее содержание золота по месторождению -9,24 г/т, серебра -15,67г/т, теллура – 30,9 г/т. Высокие концентрации теллура вообще свойственны близповерхносным месторождениям отдельных металлогенических областей Карпат, Скалистых гор США и др. (золото-теллуровый тип золоторудных формаций по Н.Петровской, 1973) Ультраосновные и основные породы в результате гидротермального изменения превращены в кварц-карбонатные, кварц-карбонат-гальковые, кварц-карбонат-антигоритовые листвениты. Связь золота и других компонентов с лиственитами в ультраосновных породах – структурная.

На отдельных участках Гейча-Акеринской металлогенической зоны золотая минерализация развивается на фоне ртутоносных зон с

образованием комплексных золото-ртутных (самородное золото характеризуется повышенными концентрациями ртути) и золото-медно-ртутных (Архачдаринское и др.) рудопроявлений. Рудовмещающие породы в Архачдаринском месторождении представлены кварц-карбонатными апогаббровыми лиственитами, весьма близкими к апосерпентинитовым лиственитам; отмечаются также карбонатные, почти кальцитовые породы. Киноварь ассоциирует с халькопиритом, пиритом, пирротином, самородной медью, аурипигментом, реальгаром, борнитом, блеклой рудой, золотом, сфалеритом, галенитом, кварцем, кальцитом, диккитом. Золотоносность месторождения с содержанием Au в породах составляет 0,05-0,8 г/т, знаки золота были определены в шлихах, промытых на площади месторождения в количестве до 35 зерен (с размером золотин в единичных шлихах около 1 мм). Установлено видимое золото, оказавшееся при специальном определении медистым. Вопрос о соотношениях золотой минерализации с ртутной и медной заслуживает дополнительного исследования. Очевидно, целесообразно выделить отдельную золоторудную формацию с подразделением на золото-ртутный и золото-медно-ртутный минеральные типы.

Золотосодержащая молибдено-меднопорфировая формация. Месторождения этого типа характеризуются крупными размерами как в плане, так и в глубину, при низком содержании меди. Описываемый тип месторождений развита в Мисхано-Зангезурской металлогенической зоне (Каджаран, Лгарак, Парагачай и др.). Оруденение связано с орогенным позднеэоцен-олигоценным полифазным и полифациальным Мегри-Ордубадским интрузивным комплексом. В эндо- и экзоконтакте интрузива локализуются золотые проявления как самостоятельные, так и приуроченные к кварц-молибденитовым жилам и линзам полиметаллических руд. Руды имеют молибден-медный состав при низком содержании золота. Рудовмещающими являются гранодиорит-порфиры, а также породы кровли интрузива с развитием вулканитов андезитовой серии среднего эоцена. Характерна штокверковая форма залегания с преимущественной прожилково-вкрапленной локализацией оруденения. Количество сульфидов в руде более 20%. Кварц-сульфидные жилы, а также зоны брекчированных руд локализованы в относительно крупных нарушениях, обычно субпараллельных и согласных с элементами залегания рудоконтролирующих структур. Роль этих нарушений в локализации оруденения довольно отчетлива. Подобно медно-порфировой формации рудная минерализация нередко проявляется непосредственно в малых интрузивных телах (Гейдаг, Мисдаг, Фахлидара и др.), будучи сближенной с ними во времени. Состав руд формации кварц-молибденит-халькопиритовый. Главные ми-

нералы – пирит, халькопирит, молибденит, кварц; второстепенные – пирротин, магнетит, гематит, сфалерит, галенит. Отмечается длительность и многостадийность процесса оруденения. Полезными компонентами руд являются медь, молибден, рений, селен, теллур, золото. Содержание золота 0,1-0,4 г/т и выше, серебра – 1,5-2 г/т и выше. Вертикальный размах оруденения с учетом эродированной части кровли интрузивных массивов до 2-3 км от дневной поверхности (Каджаран).

В юго-западной части Зангезурского блока, где широко развиты руды молибдено-меднопорфировой формации, выделяются Ордубадский и Зангезурский рудные районы, в том числе Диахчай-Агюртский, Парагачайский и Гейгель-Гейдагский рудные узлы. Размещение оруденения характеризуются приуроченностью к разрывным структурам и контролируется главным образом Гызылчангыллы-Кялякинским, Агарак-Ордубадским, Мисдаг-Капыджык-Араджыкским, Каджаран-Гейгель-Араджыкским разломами северо-западного направления. Как правило, оруденение контролируется в узлах пересечения вышеуромянутых разломов с поперечными - северо-восточными, субширотными и субмеридиональными. И поэтому региональные северо-западные разломы рудоносны не на всем протяжении. По мере удаления от центра узлов пересечения разломов уменьшается степень штокверкового дробления и соответственно убывает степень медно-молибденовой минерализации, а вдоль разломов наблюдается жильный тип оруденения. Вдоль каждого конкретного разлома с юго-востока на северо-запад расположен ряд месторождений порфирового типа. Так, вдоль Агарак-Ордубадского разлома располагаются Агаракское, Бугакярское, Фахладаринское, Чагырдашское, Диахчайское, Гейдагское; вдоль Кызылчангыллы-Кялякинского разлома - Кызылчангыллинское; вдоль Мисдаг-Капыджык-Араджыкского разлома – Мисдагское, Каныджыкское, Бархударское, Араджыкское и т.д. На всех месторождениях медно-порфирового типа, как правило, наблюдается пересечение основного рудного тела многочисленными молибденитоносными жилами.

Формация золотоносных вторичных кварцитов отмечается преимущественно в генетической связи с субвулканическими образованиями кислого и умеренно кислого состава и распространена в районах развития среднеюрских, эоцен-олигоценых и миоплиоценовых магматических пород. Золотоносные вторичные кварциты особенно характерны для Кедабекского, Ордубадского, Алавердского и Болнисского рудных районов; развиваются вдоль крупных дизъюнктивных зон по породам различного состава, имеют вытянутую линзообразную форму длиной 300-400 м, мощностью 250-300 м при ширине 100-150 м и представлены кварц-каолининовыми, кварц-каолинит-

алуниновыми, кварц-каолинит-алуниит-хлоритовыми, кварц-серицитовыми разностями. Минерализованные зоны с промышленным обогащением благородных и цветных металлов чаще наблюдаются в жерловых и прижерловых фациях вулканических аппаратов. Содержание золота во вторичных кварцитах как правило, низкое и составляет 0,5-1,5 г/т, однако эти новообразования нередко имеют площадное распространение, особенно на участках интенсивной пиритизации и максимальной концентрации кварцевых жил и прожилков, что увеличивает перспективу их как источника концентрации золота; в отдельных случаях на Човдарском месторождении наблюдались линзы вторичных кварцитов с содержанием до 3-4 г/т. Золото ассоциирует с пиритом, халькопиритом, сфалеритом, кварцем, карбонатом и др.

Формация золотоносных кор выветривания изучено недостаточно и выделяется условно. Однако неопровержимым является факт накопления золота в железных шляпах колчеданных месторождений, которыми богата рассматриваемая территория. В этих глинисто-лимонитовых и лимонитовых буро-железняковых рудах (железных шляпах) и зонах окисления сульфидных, преимущественно колчеданных месторождений, содержание золота в 5-10 раз выше, чем в первичных сульфидных рудах (как бы образуется месторождение в месторождении). В районах развития площадных кор химического выветривания с дезинтеграцией коренных пород скоплению больших масс рудных минералов способствуют не только эндогенные месторождения, но и поля с рассеянной минерализацией (минерализованные зоны метасоматитов, субвулканические тела) – благоприятные источники для образования золотоносных россыпей.

Формация современных россыпей золота, главным образом аллювиального генезиса, установлена в бассейнах почти всех рек Малого Кавказа. Вместе с тем, из-за слабой изученности промышленные скопления этого типа за редким исключением (бассейны р.р.Кюракчай, Алинджачай и его крупный левый приток р.Башкендчай) не установлена. Источником питания россыпей – рассредоточенные на больших площадях золотосодержащие колчеданные и золото-сульфидные месторождения, убогосульфидные метаморфогенные кварцевые жилы с золотом, погребенные древние аллювиальные россыпи, а также делювиальные и элювиальные россыпи (склоновые отложения, расчлененный рельеф недалеко от коренных золоторудных месторождений). Важной особенностью, свидетельствующей о близости коренных источников, является наличие самородного золота не только в аллювиальных россыпях, но и в делювиальных отложениях (р.Башкендчай), которые рассматриваются как промежуточный коллектор между

первичными концентрациями золота и аллювиальными россыпями. Из типоморфных особенностей россыпного золота на участке Хошкешин бассейна р.Башкентчай наиболее определяющими являются неокатанные формы золотин (комковидные, дендритовые, проволковидные, сросшие кристаллы и зерна и др.), размеры которых колеблются в широких пределах, но относящихся к макроскопически видимому золоту. Отсутствие признаков существенной обработки золота в процессе его транспортировки и переотложения позволяет допускать относительную близость коренного оруденения, которое судя по развитию высокопробной каймы (проба от 84,06 до 95, 67 при наличии включений и оболочек с пробой 98,81), претерпело значительное выветривание [10]. В качестве наиболее благоприятных источников, формирующихся в третичных молассовых отложениях на северо-восточном склоне Малого Кавказа, Нахчыване и Горном Талыше, прогнозируются унаследованные гидросетью рудопродуктивные тектонические структуры, россыпи современных долин, расположенные в поймах рек и надпойменных террасах и сложенных верхнечетвертичным аллювием, которые могут быть обнаружены в приравнинных частях рек северо-восточного склона и центральной части Малого Кавказа (Соютлинские и Левчайские россыпи), а погребенные аллювиальные россыпи в Нахчыване – в древних отложениях погребенных рельефов долин (глубокие тальвеги). Общий морфологический анализ рек левобережья р.Араз показывает, что все они террасированы. По всем долинам рек хорошо развиты до шести надпойменных террасов, особенно низкие надпойменные террасы. Река Алинджачай характеризуется [10] наличием россыпного золота в аллювиальных отложениях современной долины, начиная от верховьев (участок Лякятаг – частота встречаемости золотин 42%, размеры золотин 0,2-1,6 мм; окатанное, слабо окатанное, неокатанное) до устья при впадении в р.Араз (участок Гызылджа – частота встречаемости золотин 80%, размеры золотин 0,2-3,4 мм, окатанное, слабоокатанное, неокатанное), а также участок Араз (частота встречаемости золотин 53%, размеры золотин 0,1-1,0 мм, окатанное, слабо окатанное). В районах размещения коренного золотого оруденения в склоновых отложениях и в расчлененном рельефе могут быть обнаружены делювиальные и элювиальные золотоносные россыпи.

Формация золотоносных конгломератов. Здесь может идти речь о молодых мезокайнозойских золотоносных конгломератах в северо-восточном склоне и центральной части Малого Кавказа и в Горном Талыше. Основание вулканогенного нижне-среднего эоцена Горного Талыша представлено мощной толщей базальных конгломератов с большим угловым несогласием перекрывающие цеолитизированные

(мордонит) туфогенные отложения палеоцена. Базальные конгломераты представляют большой интерес как отложения древней коры выветривания, где выявлены россыпи золота в цементе и прожилково-вкрапленное сульфидное оруденение в обломках. В центральной части Малого Кавказа в верховьях пятого правого притока р. Казыханлычай (бассейн р.Тутхун) на площади 8 км², особенно в местности г. Беюкбоз, до западных склонов Уюхлинского отрога, залегает мощная толща (120-160м) конгломератов, в цементе которых обнаружены единичные знаки золота. Послойное опробование толщи конгломератов, как по всему разрезу, так и по простиранию, может дать ответ на вопрос характера распределения золота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Р.Н., Мустафаев В.Г., Мустафаев М.А. и др. Мезозойские магматические формации Азербайджана и связанные с ними эндогенные оруденение. - Баку: Элм, - 1988, - 160 с.
2. Абдуллаева Ш.Ф. Некоторые закономерности в локализации оруденения Дагкесаманского золото-полиметаллиталлического месторождения. Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук. - 2007. - № 3, - с.84-93.
3. Алиев В.И. Колчеданная формация Малого Кавказа (Азербайджанская часть). Автор.дисс. ...докт. г-м наук. Баку, - 1976, - 55с.
4. Амирян Ш.О.Золоторудные формации Армянской ССР. – Ереван: АН Арм.ССР, - 1984, - 303 с.
5. Баба-заде В.М., Махмудов А.И., Рамазанов В.Г. Медно- и молибден-порфиновые месторождения. – Баку: Азернешр, - 1990, - 377 с.
6. Баба-заде В.М. Колчеданная металлогения и эволюция мезокайнозойского вулканизма Малого Кавказа // Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук. 1999, - №4, - С.113-132.
7. Баба-заде В.М., Рамазанов В.Г., Мамедов З.И. и др. Геолого-геофизические и геохимические основы модели рудно-магматических систем медно-порфировых месторождений Кедабекского рудного района. С.58-84. Мат научн.сессии, посвященной 100-летию со дня рождения академика М.-А.Кашкая. – Баку: Nafta-Press, - 2007, -363 с.
8. Баба-заде В.М., Абдуллаева Ш.Ф. Благороднометалльные рудно-магматические системы. - Баку: Бакинский Университет, 2012, -276 с.
9. Баба-заде В.М., Кекелия С.А., Абдуллаева Ш.Ф. и др. Золотосодержащие сульфидные месторождения островодужные палеосистем, их металлогенические особенности и условия геодинамического развития. – Баку: CBS, - 2015, - 400 с.
10. Азадалиев ДЖ.А., Керимов Ф.А. Метасоматизм и рудогенез эндогенных месторождений Нахчыванской АР. – Баку: Элм, - 2017, - 608 с.
11. Гаджиев Т.Г., Аксельрод М.А. К вопросу о взаимосвязи магматических и рудных формаций. Мат-лы докладов II регионального петрографического совещания по Кавказу, Крыму и Карпатам. - Тбилиси, 1978.
12. Горжевский Д.И., Яковлев Г.Ф. Систематика колчеданных месторождений. В кн.: Колчеданные месторождения мира. – Москва: Недра, - 1979, - 284 с. Авт.: М.Б.Бородаевская, Д.И.Горжевский, А.И.Кривцов, Г.В.Ручкин, Н.С.Скрипченко,

- Г.А.Твалчрелидзе, Г.Ф.Яковлев.
13. Кекелия С.А. Геологические закономерности размещения главнейших промышленно-генетических типов гидротермальных месторождений Закавказья. Автор. дисс. ... докт. г.-м. наук. - Тбилиси, - 1987, - 45с.
 14. Константинов Р.М. Формационный анализ эндогенных рудных месторождений при металлогенических исследованиях. В кн.: Металлогенический анализ рудо-контролирующих факторов в рудных районах. – Москва: Недра, - 1972, - 296 с. Авт.: Е.Т.Шаталов, А.В.Орлова, И.Н.Томсон, Р.М.Константинов.
 15. Кузнецов В.А. Рудные формации// Геология и геофизика, 1972, - № 6, - с.3-14.
 16. Курбанов Н.К. Особенности рудно-энергетических систем гетерогенных и конвергентных рядов месторождений благородных и цветных металлов. С.192-206. Мат.научн.сессии, посвященной 100-летию со дня рождения академика М.А.Кашкая. – Баку: Nafta-Press, - 2007, - 365 с.
 17. Магакьян И.Г. Типы рудных провинций и рудных формаций СССР. – Москва: Недра, - 224 с.
 18. Магматические формации Азербайджана. В кн.: Магматизм, формации кристаллических пород и глубины Земли. Труды IV Всесоюзного петрографического совещания. Часть II. – Баку: АН Азерб. ССР, - 1972. Авт.: Р.Н.Абдуллаев, Ф.А.Ахундов, Т.Г.Гаджиев, Г.И.Керимов, Е.И.Потапова.
 19. Павлова И.Г., Сахновский М.Л. Модели рудно-магматических систем молибденово-медных порфириновых месторождений как основы их поисков и прогнозирования. В кн.: Рудообразование и генетические модели эндогенных рудных формаций. – Новосибирск: Наука, - 1988, - с.225-232.
 20. Рундквист Д.В.Эволюция рудообразования во времени. В кн.: Геологическое строение СССР, т V. - Москва., Недра, - 1969, - с.303-321.
 21. Смирнов В.И. Соотношения осадочного и гидротермального процессов при формировании колчеданных руд в юрских флишоидах Большого Кавказа//Докл.АН СССР, 1967, - т.177, - №1, - с.179-181.
 22. Страна П.А. Главные типы рудных формаций. – Ленинград: Недра, - 1978, - 199 с.
 23. Твалчрелидзе Г.А. Опыт геотектонической классификации металлогенических зон и рудных районов. Узбекский геологический журнал, № 1. - Ташкент, - 1960.
 24. Твалчрелидзе Г.А. О главных металлогенических эпохах Земли// Геология рудных месторождений. - 1970, - № 1, - с.22-36.
 25. Hollister V.F. An appraisal on the nature and source porphyry copper deposits. Miner.Sci.and Eng., - vol.7, - 1975, - p.225-233.
 26. Шаталов Е.Т. Магматические факторы. В кн.: Металлогенический анализ рудо-контролирующих факторов в рудных районах. – Москва: Недра, - 1972, - 296 с. Авт.: Е.Т.Шаталов, А.В.Орлова, И.Н.Томсон, Р.М.Константинов.
 27. Щеглов А.Д. Основы металлогенического анализа. М.Недра, 1976. 235 с.
 28. Основные типы рудных формаций: терминологический справочник / под ред. Ю.А.Косыгина, Е.А.Кулиша. – Москва: Наука, - 1984, - 316 с.
 29. Зайцева Л.В., Рафибейли Р.Х. Структурные особенности Мехманинского рудного поля и стадийность рудообразования. С.363-364. Закономерности размещения полезных ископаемых. Т VII, - Москва: Наука, - 1964, - 476 с.
 30. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – Москва: Недра, - 1976...с
 31. Кашкай М.А.,Алиев В.И., Мамедов А.И. и др. Петрология и металлогения магматических пород бассейна реки Тутхун. – Баку: АН Азерб. ССР, - 1967, - 207 с.
 32. Кузнецов Ю.А. Главные типы магматических формаций. – Москва: Недра, - 1964. ... с.

KİÇİK QAFQAZIN QIZIL MƏDƏN YATAQLARININ SİSTEMATİKASI, FORMASIYALARI VƏ GENETİK NÖVLƏRİ

Ş.F.ABDULLAYEVA

XÜLASƏ

Məqalədə qızıl yataqları formasiyalarının sistematikasını müzakirə olunur, onların əsas tipləri vurğulanır. Həm qızıl filizi, həm də qızıl saxlayan yataqların filizyerləşdirən geoloji formasiyalarla əlaqəsi, filiz-maqmatik sistemlərinin yaranması üçün əlverişli paleodinamik şərait, filizyanı hidrotermal metamorfizmin xarakteri göstərilir. Adalarqövsü bölgəsinin inkişafı prosesində oxşar geoloji şəraitin təkrarlanması, filizlərin maddi tərkibinin təkrarlanması, filizyerləşdirici süxurların oxşarlığı və onların postmagmatik dəyişiklikləri, habelə magmatik formasiyalarla əlaqəsi müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: sistematika, formasiya, yataq, qızıl, genezis, təsnifat, struktur-formasion zona, metallogenik zona, plutogen, vulkanogen, kolçedan, seriya

SYSTEMATICS, FORMATIONS AND GENETIC TYPES OF GOLD DEPOSITS IN THE LESSER CAUCASUS

Sh.F.ABDULLAYEVA

SUMMARY

The article discusses the systematics of formations of various types of gold deposits, highlights their main types. The relationship of both gold-ore and gold-bearing deposits with ore-containing geological formations, the paleodynamic conditions favorable for the emergence of ore-magmatic systems, the character of near-ore hydrothermal metamorphism is shown in the article. The repeatability of similar geological conditions in the process of development of the island-arc region, in the similarity of ore-containing rocks and their post-magmatic changes and connection with igneous formations the repeatability of the material composition of ores are determined.

Keywords: systematics, formation, deposit, gold, genesis, classification, structural-formation zone, metallogenic zone, plutogenic, volcanogenic, pyrite, series

УДК 552.11; 552.3

**ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ
БАЙОССКОГО ВУЛКАНИЗМА МАЛОГО КAVKAZA
(АЗЕРБАЙДЖАН)**

**Н.А.ИМАМВЕРДИЕВ¹, А.И.ОРУДЖОВ²,
А.А.ВЕЛИЕВ², С.С.МУРСАЛОВ²**

¹*Бакинский Государственный Университет*

²*Азербайджанская Международная Рудная Компания
inazim17@yahoo.com*

В статье рассматриваются петрогеохимические особенности байосского вулканизма азербайджанской части Малого Кавказа. Юрский вулканизм, проявляющийся с той или иной интенсивностью в Лок-Карабахской зоне, протекал в различных геодинамических обстановках – при сменяющихся друг друга процессах растяжения и сжатия островной дуги. В этих условиях на Малом Кавказе в средней юре образовались две вулканические формации: базальт-риолитовая байоса и базальт-андезит-дацит-риолитовая батского возраста. Выяснено, что вулканы нижнебайосского комплекса относятся к толеитовой, а верхнебайосского изветково-щелочной серии. В породах формации легкие РЗЭ слабо преобладают над тяжелыми и образуют почти плоские спектры, для нормированных графиков характерен хондритовый характер распределения редкоземельных элементов, и линии параллельны спектру распределения редких земель в MORB. В таких породах европиевое отношение ($Eu/Eu^=0,81-1,21$) приближается к единице и наблюдается низкие La/Yb отношений. В некоторых более основных породах увеличивается содержание тяжелых РЗЭ. Такой характер распределение РЗЭ в изученных вулканических образцах характерен для основных пород толеитовой серии в типичных островных дугах. В анализированном единственном образце риолита наблюдается отрицательная Eu аномалия ($Eu/Eu^*=0,56$). Вулканические породы на нормированной к примитивной мантии мультиэлементной диаграмме характеризуются обедненностью Ta , Nb и обогащенностью крупноионными литофильными элементами - Rb , Ba , Pb , U , Th характерной для надсубдукционных островодужных образований. Породы также обеднены титаном, калием, фосфором. Сделан вывод, что по геохимическим особенностям среднеюрские магматические породы образовались в энсиматических островных дугах, что являлся началом развитие островодужной обстановки и продолжение субдукции уже в верхнеюрском периоде на континентальной коре.*

Ключевые слова: Байосский вулканизм, островная дуга, петрогеохимические особенности, распределение редкоземельных элементов, европиевое отношение, мультиэлементные диаграммы, Малый Кавказ.

Введение. Малый Кавказ является одной из основных минерально-сырьевых баз цветных и черных металлов и нерудных полезных ископаемых Кавказа. Поэтому вопрос перспективности дальнейших поисков новых рудопроявлений и месторождений полезных ископаемых остается актуальным и имеет большое практическое значение. В последнее время благодаря усилиям сотрудников Азербайджанской Международной Рудной Компании, а также компании “AzerGold” на северо-восточном склоне Малого Кавказа в пределах Азербайджана, кроме ранее известных Кедабекского и Дашкесанского, обнаружены новые месторождения и перспективные площади (Гедир, Угур, Зефер, Човдар, Тулаллар, Агйохуш, Марах и др.) (Valiyev et al, 2018, Баба-заде и др., 2015). По данным А.А.Велиева и др. (Valiyev et al, 2018) они впервые генетически отнесены к высоко-сульфидизированным (high sulfidation) и низко-сульфидизированным (low sulfidation) типам и увеличивает перспективность этого региона. Многие из этих обнаруженных месторождений пространственно и генетически связаны с байосс-батскими вулканогенными образованиями. Практическая значимость упомянутого вулканизма возросла благодаря выявлению его связи с новыми типами порфировых медных и медно-молибденовых месторождений, имеющих большие перспективы.

Исходя из вышесказанного, следует более детально изучать юрский вулканизм на предмет выявления закономерностей эволюции островодужного вулканизма. Полученные результаты позволяют обоснованно подойти к сериальной принадлежности изученных вулканогенных образований, их петрогеохимическим особенностям. Исходя из этого, целью данной статьи является более детальное изучение петрогеохимических особенностей байосского вулканизма, а также выявление закономерностей и характера эволюции и установление на этой основе особенностей формирования пород этого возраста.

Геологическая характеристика среднеюрского вулканизма Малого Кавказа. Лок-Карабахская зона является самой крупной, сложно построенной структурой Малого Кавказа и занимает весь северо-восточный склон Малокавказского горного сооружения. В тектоническом отношении представляет собой антиклинорий, сложенный преимущественно мезокайнозойскими образованиями. Лишь в ядре Шамкирского антиклинория - в верховьях рр. Асрикчай и Ахинджачай выступают метаморфические сланцы байкальского этажа (Геология Аз-на, 2004).

Юрский вулканизм, проявлявшийся с той или иной интенсивностью в Лок-Карабахской зоне, протекал в различных геодинамических обстановках – при сменяющих друг друга процессах растяжения и сжатия островной дуги. В этих условиях на Малом Кавказе в средней юре

образовались две вулканические формации: *базальт-риолитовая байоса* и *базальт-андезит-дацит-риолитовая батского возраста* (Абдуллаев и др, 1988, Геология Аз-на, 2004) (рис.1).



Рис. 1. Схематическая геологическая карта мезозойских магматических образований Малого Кавказа. По Г.В.Мустафаеву и др. (Геология Аз-на, 2004).

1-Четвертичные образования, 2-Палеоген-четвертичные образования, 3-палеогеновый магматический комплекс, 4-Известняки верхнего мела, 5-офиолитовый комплекс, 6-Верхнемеловая трахибазальт-трахиандезитовая формация (Гочасский прогиб), 7-Верхнемеловая трахибазальтовая формация (Ходжавендский прогиб), 8-Верхнемеловая базальт-риолитовая формация (Агджакендский прогиб), 9-Известняки верхней юры и мела, 10-интрузивные образования верхней юры-нижнего мела, 11-Верхнемеловая базальт-дацит-риолитовая формация (Казахский прогиб), 12-интрузивные образования средней юры, 13-батская андезит-дацит-риолитовая формация, 14-Байосская базальт-риолитовая формация: а-базальтовый комплекс нижнего байоса, риолитовый комплекс верхнего байоса, 15-глубинные разломы (а) и флексуры (б)

На северо-восточном склоне Малого Кавказа в начале байосского яруса произошла первая вспышка вулканизма основного состава (мощностью до 2000 м). Затем, в позднем байоссе, произошло излияние магмы дацит-риолитового состава (до 700-750 м). По данным Абдуллаева Р.Н. и др., (1988), Мустафаева М.А. (2007) байосские вулканиды в результате активизации тектонических движений образуют бимодальные серии, обусловленные их пространственной сопряженностью к зоне со-

членения океанической и континентальной коры. Благодаря высокой тектонической напряженностью в этой зоне проявился интенсивный многоэтапный юрский вулканизм, сопровождавшийся разрывными зонами глубокого заложения, в результате чего возникли структуры растяжения и сжатия, образовались узкие прогибы с активным субдукционным байосским магматизмом. Возможно, это начальный этап формирования энсиматической островной дуги на Малом Кавказе.

По составу пород, времени и условиям формирования, а также непрерывности слагающих ее отложений, наконец, по направлению хода эволюции магмы, байосские образования подразделяются на две толщи – раннебайосскую, сложенную преимущественно продуктами вулканизма основного и среднего состава и позднебайосскую, кислого состава.

Породы раннебайосской толщи распространены в пределах Шамкирского, Мровдагского антиклинориев. В Шамкирском участке породы этой толщи выступают в среднем и нижнем течениях р. Шамкирчай и составляют лишь верхнюю часть толщи мощностью до 500 м, а нижний контакт не вскрыт. В водораздельной части Мровдагского хребта, на участке между вершинами Кошгардаг и Гямыш видимая мощность вулканогенной толщи достигает 1500-1700 м. Здесь в результате интенсивной вулканической деятельности накопился огромный объем вулканогенных образований, сложенных серией чередующихся прослоев пирокластических пород и лавовых потоков и покровов.

Породы позднебайосской толщи широко представлены в пределах Шамкирского, Гейгельского антиклинориев и Дашкесанского синклинория. В пределах Шамкирского поднятия они широкой полосой протягиваются от левобережья р. Акстафа до левобережья р. Кошкарчай в широтном направлении на расстоянии около 100 км. Среди пород толщи преобладают лавовые покровы, занимающие огромные площади в бассейнах рр. Таузчай, Асрикчай, Дзегамчай, Джагирчай и Шамкирчай.

В фациальном отношении в строении базальт-риолитовой формации принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные образования разной генетической принадлежности. Вулканические образования представлены корневыми, лавовыми, пирокластическими и метасоматическими группами (Абдуллаева и др., 1988).

К группе генетических типов корневых зон эти исследователи включают экструзивные, жерловые и субвулканические образования, которые во многих работах перечисляются как фации. В каждой толще, наряду с эффузивно-эксплозивными (лавовые покровы, вулканические брекчии, разнообломочные туфы, игнимбриты), экструзивными (купола, некки и др.) и субвулканическими телами (дайки, силлы, штоки и др.) часто встречаются вулканогенно-осадочные (туфоконгломе-

раты, туфопесчаники, туфогравелиты, туфоалевролиты и др.) и осадочные (известняки, граувакковые песчаники и др.) отложения, которые замещают друг друга по латерали и вертикали. Важной особенностью среднеюрских отложений является резкое преобладание вулканогенных пород, представленных пирокластическими, лавовыми покровами и субвулканическими образованиями, слагающими два комплекса – нижний вулканогенный и верхний – вулканогенно-осадочный. Первый из них, отвечающий нижнему байосу, сложен в основании преимущественно эффузивами среднего и основного состава с подчиненными горизонтами пирокластических и туфогенно-осадочных пород. Эта толща, впервые названная К.Н.Паффенгольцем (1932) «нижней вулканогенной толщей», обладает мощностью от 1500 до 2500 м, причем наибольшую мощность она приобретает в центральной части Шамкирского поднятия и западной части Дашкесанского прогиба, однако непосредственно на площади Кедабекского месторождения она далеко не обнажается на полную мощность, составляя до 200 м.

Раннебайосские вулканы в разной степени метаморфизованы и довольно часто обнаруживают эпидотизацию, хлоритизацию, кальцитизацию, окварцевание, гематитизацию, пиритизацию, в меньшей степени альбитизацию. Наиболее сильно эти процессы в сочетании с прожилками кварца и карбонатов развиты там, где резко преобладают лавовые фации.

Нижнюю вулканогенную толщу с небольшим угловым несогласием перекрывает толща кислых вулканогенных пород, получивших название кварцевых порфиритов или кварцевых плагиопорфиров. Отметим, что в большинстве случаев состав кислых вулканических (так называемых кварцевых плагиопорфиров) отвечает риолитам. Тем самым, по литологическому составу эта толща существенно отличается от подстилающих и перекрывающих отложений, будучи представленная двумя фациальными разновидностями: лавовой, развитой в нижней части разреза и сложенной преимущественно потоками и покровами плагиориолитов и пирокластической – верхней части разреза, представленной разнообломочными (от тонкообломочных до глыбовых) агломератовыми туфами риолитов и риодацитов. Р.Н.Абдуллаев и др. (1988), эту особенность объясняет тем, что в позднем байосе происходит изменение геотектонического режима в Лок-Карабахской зоне и в пределах Шамкирского поднятия начинают господствовать геоантиклинальные тенденции, приведших к положительным вертикальным движениям и оказавших влияние на характер проявления вулканизма, кислого по составу. Извержение кислой магмы представлено в лавовой (преимущественно), субвулканической и вулканокластической фациях

и венчается внедрением плагиогранитовых интрузий (Геология Азербайджана, 2004). Для позднебайосских кислых вулканогенных образований весьма характерны процессы метаморфизма, проявляющиеся в окварцевании, серицитизации, каолинизации, менее – хлоритизации и т.д. Возраст толщи кислых вулканогенных пород, являющейся вместилищем подавляющего большинства колчеданных месторождений Малого Кавказа, определяется как позднебайосский (164 ± 4 млн. лет и 157 ± 6 млн. лет) (Абдуллаев и др., 1979).

Толща кислых вулканогенных пород трансгрессивно, часто с базальными конгломератами в основании, перекрываются эффузивными и пирокластическими образованиями *базальт-андезит-дацит-риолитовой формации* с редкими прослоями туфогенно-осадочных пород, завершающий среднеюрский вулканизм Малого Кавказа (рис.1). Возраст этого комплекса, названного «верхней вулканогенной толщей», датируется как батский. По данным Р.Н.Абдуллаева и др. (1988) батские отложения принимают участие в строении крупных структурных единиц Лок-Карабахской зоны и характеризуются вулканогенной и вулканогенно-осадочной фациями. В пределах Дашкесанского синклинория, Шамкирской, Гейгельской и Агдамской структур в строении батских отложений развиты преимущественно породы вулканогенно-осадочной фации, представленные агломератовыми туфами, туфобрекчиями, туфоконгломератами, туфопесчаниками и туфоалевролитами с маломощными покровами эффузивов, составляющими не более 20% объема батской толщи.

Отложения средней юры со значительным размывом перекрываются верхнеюрской толщей, в составе которой констатированы почти полностью размытые келловей-оксфордские туфогенно-осадочные отложения (мощность не более 20-25 м) и карбонатные отложения лузитанского яруса, слагающие «Везувиановую горку» в Кедебекском рудном районе.

Петрографическая характеристика. Байосская базальт-риолитовая формация, как отмечалось выше, сложена пестрым и разнообразным комплексом лавовых, субвулканических, пирокластических и вулканогенно-осадочных пород, состав которых варьирует от базальта и базальтового андезита до дацита и риолита. Промежуточные члены (андезиты, андезидациты) имеют ограниченное распространение.

По внешнему виду *базальты и базальтовые андезиты* представляют собой массивные, редко миндалекаменные породы темно-зеленого, темно-серого цвета, с преимущественно порфировой, иногда гломеропорфировой структурой. Вкрапленники состоят из плагиоклаза не-

скольких генераций (An_{55-65}), оливина и пироксена (авгит, пижонит-авгит) и составляют 10-40% объема пород. Кроме того, породы содержат до 0,5-1% магнетита. Имеют место и вторичные минералы – хлорит, цоизит, эпидот, карботаты, халцедон, цеолит и др. Основная масса (60-80%) имеет гиалопилитовую, пилотакситовую, микролитовую структуру.

Андезиты и андезидациты в рассматриваемой формации распространены крайне незначительно, в частности в небольших субвулканических штоках, дайках и редко лавовых потоках. Они состоят из плагиоклаза ($An_{50-52} - An_{30-32}$), и опациitized цветных минералов. Все разновидности этих пород имеют афировую и порфиловую структуру с характерной гиалопилитовой, пилотакситовой, микролитовой и микрофельзитовой структурами основной массы.

Дациты, риодациты, риолиты являются наиболее распространенной группой пород в пределах верхнебайосской вулканогенной толщи.

Дациты состоят из плагиоклаза ($An_{42-45} - An_{28-30}$), кварца, опациitized темного минерала. Сумма фенокристаллов достигает 20-25%. Структура пористая, афировая или порфиловая, основной массы - микролитовая, микрофельзитовая.

Риодациты и риолиты пользуются широким развитием. Они встречаются в виде лавовых покровов, разнообломочных туфов и в обломках вулканических брекчий. Порода белого, серовато-розоватого или светло-серого цвета, порфиловая, зернистая. Она редко встречается в свежем виде и чаще других пород претерпевает изменения – пропилитизацию и кислотное выщелачивание. Фенокристаллы принадлежат кварцу, плагиоклазу, КПШ-у, реже биотиту и рудному минералу. Структура основной массы – гиалопилитовая, фельзитовая, сферолитовая или перлитовая. Она сложена КПШ, зернами кварца и плагиоклаза. По количеству КПШ преобладает над плагиоклазом. Между зернами кварца и КПШ часто развиты гидроокислы железа. Стекло основной массы пелитизировано, хлоритизировано, цеолитизировано. Акцессорные минералы представлены редкими зернами магнетита и сфеном.

Во многих риодацитах и риолитах вкрапленники состоят только из кварца, в других – кварца и полевого шпата. Из-за этого породам было дано название «кварцевые порфиры».

Материалы и методы. Основу данной статьи составляют петрогеохимические анализы пород байосской базальт-риолитовой формации Малого Кавказа. Использовано 20 рентгеноспектральных, 16 микроэлементов, 12 редкоземельных элементов. Байосские вулканы (в особенности верхнебайосские образования) подвергались гидротермально-метасоматическому изменению. Поэтому для использования были

взяты те образцы, в которых $ppr < 5,0\%$. Сильно измененные породы исключены. Петрогенные элементы определялись ретгено-спектральным флюоресцентным (XRF) методом, элементы-примеси, редкоземельные элементы – масс-спектральным методом с использованием индуктивно-связанной плазмы (ICP-MS). Все анализы выполнены в лаборатории ACME (Vancouver, Canada) с использованием внутренних стандартов.

Петрогеохимические особенности байосского вулканизма Малого Кавказа. Состав вулканитов байосского вулканизма приведен в табл. 1. Для классификации этих вулканитов использована диаграмма TAS (Le Bas et al., 1986), а также $SiO_2 - Zr/TiO_2$ и $Zr/TiO_2 - Nb/Y$ (Winchester & Floyd, 1977). При этом преобладают базальты и базальтовые андезиты и дацит-риолиты, которые составляют контрастную формацию, что отмечено ранее Р.Н.Абдуллаевым и др. (1988, 2004). Как видно из рис. 2 фигуративные точки всех вулканитов в основном располагаются в поле нормальной щелочности и в составе вулканитов выделяются базальты, базальтовые андезиты, андезиты, дациты, риодациты и риолиты. На диаграммах $SiO_2 - Zr/TiO_2$ и $Zr/TiO_2 - Nb/Y$ (рис.3) фигуративные точки анализированных пород находятся в поле субщелочной базальт, базальтовый андезит, андезит и одна точка в поле риодацита. Согласно Р.Н.Абдуллаевым и др. (1988, 2004) в составе можно выделить два комплекса – нижнебайосскую базальтовую и верхнебайосскую дацит-риолитовую. При этом нижнебайосские вулканиты относятся к толеитовой, а верхнебайосские к известково-щелочной серии на диаграммах AFM, $FeO^*/MgO-SiO_2$, $K_2O/Yb - Ta/Yb$ (рис.4).

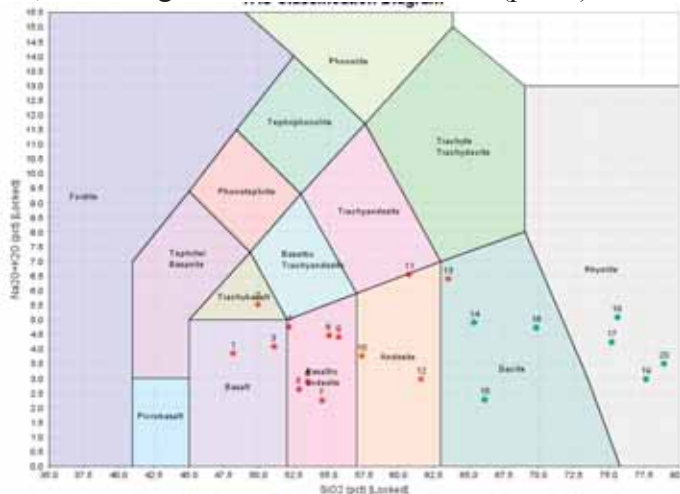


Рис. 2. Положение составов пород байосской вулканической формации Малого Кавказа на диаграмме TAS (Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., et al., 1986).

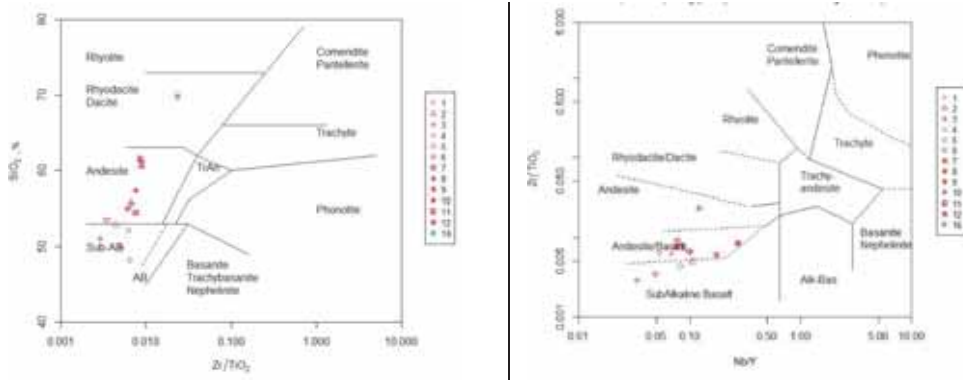


Рис. 3. Положение составов пород байосской вулканической формации Малого Кавказа на диаграммах $\text{SiO}_2 - \text{Zr}/\text{TiO}_2$ и $\text{Zr}/\text{TiO}_2 - \text{Nb}/\text{Y}$ (Winchester & Floyd, 1977).

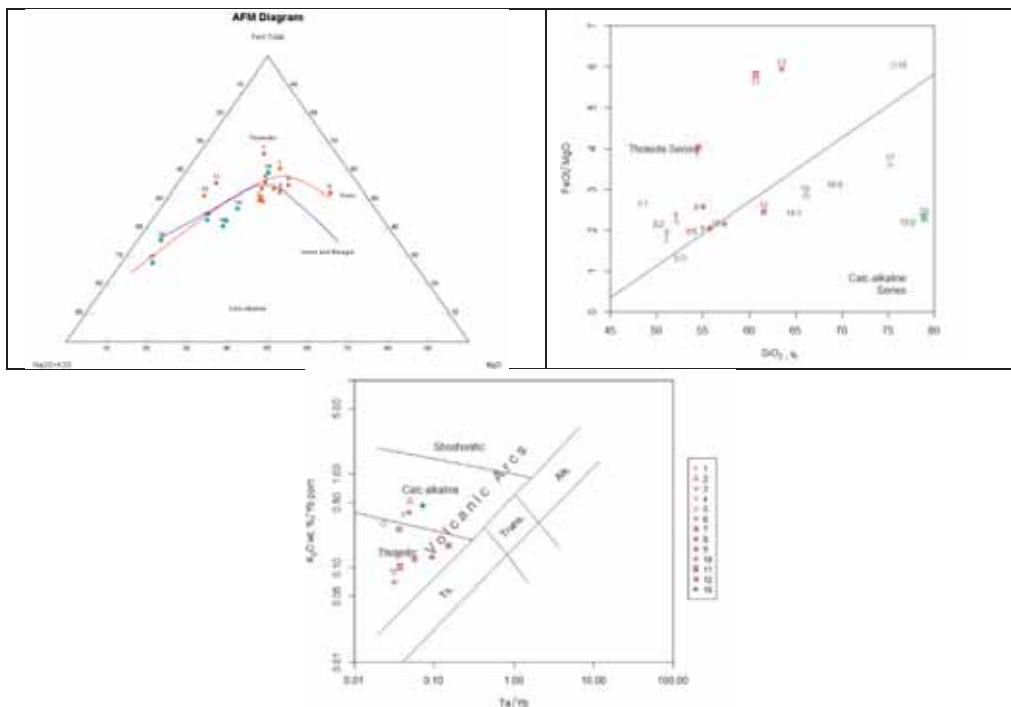


Рис.4. Положение фигуративных точек изученных вулканических пород на диаграммах AFM, $\text{FeO}^*/\text{MgO} - \text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O}/\text{Yb} - \text{Ta}/\text{Yb}$

Таблица 1

**Химический состав нижнебайосских (1-13)
и верхнебайосских (14-20) вулканитов Малого Кавказа**

N/N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	48,15	49,93	51,08	52,14	52,85	53,49	54,51	55,01	55,70	57,35
TiO ₂	1,41	0,80	0,52	0,61	0,50	0,70	0,49	0,71	0,60	0,52
Al ₂ O ₃	18,87	17,68	17,46	19,00	14,02	16,80	16,49	16,02	18,00	16,00
FeO*	14,05	10,06	10,36	9,28	16,35	9,05	8,25	10,98	8,20	9,26
MnO	0,20	0,18	0,18	0,11	0,35	0,08	0,12	0,12	0,24	0,14
MgO	5,28	4,71	5,31	4,19	12,39	4,60	2,04	4,27	4,02	4,30
CaO	8,00	6,00	8,25	8,39	1,04	8,69	11,04	8,35	5,80	5,08
Na ₂ O	3,40	4,50	4,00	4,13	2,23	2,70	1,82	4,19	4,20	3,04
K ₂ O	0,45	1,04	0,09	0,64	0,39	0,18	0,43	0,28	0,20	0,73
P ₂ O ₅	0,09	0,18	0,03	0,09	0,07	0,24	0,05	0,09	0,09	0,08
N/N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	60,74	61,58	63,51	65,38	66,14	69,82	75,20	75,6	77,67	78,94
TiO ₂	0,92	0,64	0,55	0,47	0,5	0,49	0,22	0,35	0,3	0,19
Al ₂ O ₃	16,86	18,08	14,77	15,29	11,75	13,92	11,9	10,78	9,76	8,25
FeO*	10,41	6,45	8,2	6,71	6,68	4,63	1,80	3,08	2,97	3,83
MnO	0,29	0,13	0,14	0,09	0,14	0,05	0,06	0,04	0,08	0,06
MgO	1,79	2,64	1,38	2,76	2,34	1,49	0,50	0,51	1,36	1,67
CaO	4,05	6,02	2,12	2,73	4,37	0,87	2,82	1,3	2,3	0,67
Na ₂ O	6,15	2,59	6,24	4,51	2,27	3,25	1,90	4,88	2,85	3,37
K ₂ O	0,39	0,38	0,16	0,39	0,02	1,48	2,34	0,22	0,13	0,13
P ₂ O ₅	0,21	0,20	0,15	0,05	0,07	0,1	0,06	0,06	0,07	0,03

На диаграмме K₂O-SiO₂ (Pescirillo, Teylor, 1976) фигуративные точки байосских вулканитов находятся в поле низкокалийевых пород, а некоторые составы верхнебайосских вулканитов тяготеют к полю среднекалийевых пород (рис.5).

Таким образом, в среднеюрское время толеитовый нижнебайосский вулканизм сменился верхнебайосским известково-щелочным магматизмом, что является отражением начальной стадии развитие островодужного вулканизма.

В изученных вулканитах сумма редкоземельных элементов различается в различных типах пород. Так, в нижнебайосских основных породах сумма РЗЭ составляет 12,83-51,66. Максимальное значение имеют андезиты, где сумма РЗЭ доходит до 80,42. В риолитах это значение составляет 67,54. Можно заключить, что сумма РЗЭ увеличивается от основных пород к кислым. При этом это увеличение происхо-

дит за счет увеличение концентраций легких и тяжелых РЗЭ.

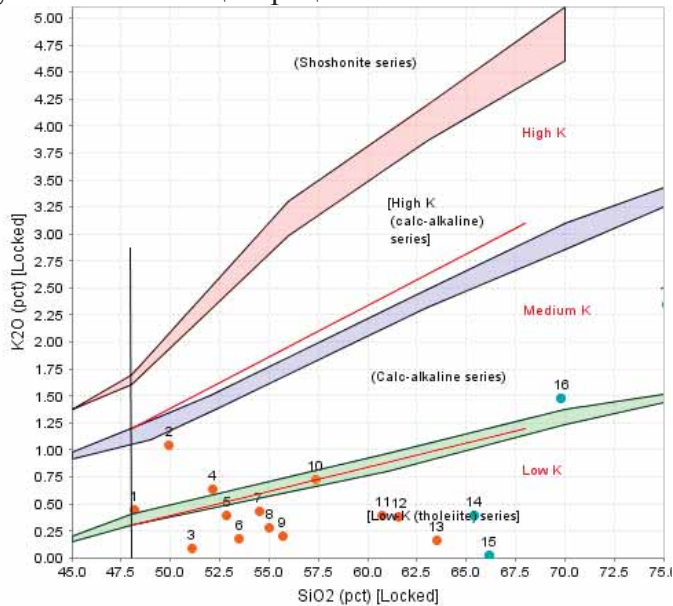


Рис.5. Положение составов пород байосской вулканической формации Малого Кавказа на диаграмме K_2O-SiO_2 (Peccherillo A., Taylor S.R., 1976).

Как видно из рис.6 на нормированных диаграммах относительно хондрита в целом легкие РЗЭ слабо преобладают над тяжелыми и образуют почти плоские линии. Поэтому на нормированных графиках наблюдается хондритовый характер и спектры параллельны линии MORB. В этих породах $(La/Yb)_n$ и $(La/Sm)_n$ отношение колеблется в пределах 0,56-2,33 и 0,74-1,98 соответственно, т.е. они характеризуются слабым обеднением, редко обогащением легкими редкоземельными элементами (табл.2). В таких породах европиевое отношение $(Eu/Eu^*=0,81-1,22)$ приближается к единице. В анализированном единственном образце риолита наблюдается отрицательная Eu аномалия $(Eu/Eu^*=0,56)$. В некоторых более основных породах увеличивается содержание тяжелых РЗЭ. Поэтому в таких породах наблюдается низкие La/Yb отношений (табл. 2). Такой характер распределение РЗЭ в изученных вулканитах обычен для основных пород толеитовой серии в типичных островных дугах (Камчатка, Тонго-Кермадек и др.) (Фролова, Бурикова, 1997).

Таблица 2

**Содержание редких и редкоземельных элементов
в нижнебайосских (1-13) и верхнебайосских (14-18)
вулканитах Малого Кавказа**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rb	9	23	3	15	1	5	12	6	4
Sr	160	90	110	253	100	210	120	90	175
Ba	75	240	130	200	2	30	70	60	33
Cr	190	30	40	92	580	80	40	60	27
V	269	250	188	260	185	280	220	351	160
Ni	100	30	31	50	142	45	24	40	35
Co	40	23	32	16	43	28	23	27	16
Cu	28	15	44	94	220	100	90	105	82
Zn	120	113	94	230	134	72	70	95	78
Pb	0,72	32	2,5	2,9	0,57	2,4	2,0	3,5	19
Y	33,9	19	12,0	16	11,0	20	13,8	18,3	14,0
Zr	90,0	40	15,0	38	22,0	24	37,0	43,0	40
Nb	1,8	2	0,4	1,09	0,9	0,98	1,2	3,2	1,4
Ta	0,12	0,1	0,04	0,07	0,03	0,06	0,06	0,20	0,09
Hf	2,50	1,12	0,48	1,05	0,65	0,8	1,14	1,30	1,1
Th	0,4	0,40	0,3	0,60	0,18	0,30	0,30	0,70	0,7
U	0,09	0,12	0,07	0,21	0,15	0,50	0,16	0,32	0,3
La	4,3	4,4	1,0	3,4	0,9	3,3	1,7	2,6	4,0
Ce	10,7	10,0	2,4	7,2	2,0	7,4	4,9	6,3	8,3
Pr	1,90	1,40	0,40	1,02	0,38	1,08	0,68	0,94	1,20
Nd	9,70	6,32	2,14	4,9	2,0	5,2	3,54	4,42	5,3
Sm	3,35	2,0	0,87	1,60	0,81	1,80	1,22	1,58	1,52
Eu	1,18	0,7	0,40	0,61	0,28	0,72	0,44	0,59	0,58
Gd	4,80	2,40	1,32	2,06	1,20	2,70	1,80	2,38	2,0
Tb	0,83	0,43	0,28	0,4	0,21	0,45	0,33	0,42	0,31
Dy	5,58	3,0	1,82	2,61	1,77	3,03	2,21	2,94	2,23
Ho	1,28	0,68	0,43	0,7	0,41	0,71	0,50	0,70	0,52
Er	3,52	2,00	1,24	1,8	1,19	2,03	1,52	2,0	1,50
Tm	0,54	0,30	0,20	0,25	0,20	0,30	0,22	0,32	0,24
Yb	3,44	2,0	1,28	1,70	1,30	1,94	1,66	2,14	1,60
Lu	0,54	0,31	0,20	0,26	0,18	0,31	0,27	0,34	0,25
Ba/Rb	8,33	10,43	43,33	13,33	2	6	5,83	10	
Rb/Sr	0,056	0,026	0,027	0,059	0,01	0,024	0,1	0,067	
REE	51,66	35,94	13,98	28,51	12,83	30,97	20,99	27,67	29,55
La/Yb	1,25	2,2	0,78	2	0,69	1,70	1,02	1,21	
Eu/Eu*	0,9	0,98	1,14	1,03	0,87	1	0,91	0,93	1,02
(La/Sm) _N	0,83	1,42	0,74	1,37	0,72	1,18	0,9	1,06	1,7
(La/Yb) _N	0,9	1,58	0,56	1,43	0,5	1,22	0,73	0,87	1,79

Продолжение табл.2

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Rb	17	6	8	10,8	21,5	44,0	61	54,7	27,7
Sr	140	100	250	277	90,6	84,6	30	49,6	92,8
Ba	124	80	160	170	130	380	160	80	930
Cr	30	53	8	2	13	8	40	24	9
V	186	32	90	135	23	20	1,4	9	27
Ni	18	50	5	3,2	2,0	3,0	19	1,5	1,3
Co	23	10	7	15,3	2,3	1,3	1,6	0,8	4,6
Cu	190	18	33	72,7	2,6	6,9	18	3,8	8,3
Zn	80	115	72	62	28	8	42	4	71
Pb	2,7	2,0	1,8	29,9	8,8	11,1	3	12,8	4,6
Y	16,2	36,3	19,1	13,0	27,6	10,0	29	9,8	23,3
Zr	39,0	81,0	54,0	63,0	91,2	56,5	115	41,7	72,7
Nb	1,2	2,8	5,2	2,5	3,1	2,3	3,5	1,6	2,6
Ta	0,09	0,14	0,33	0,14	0,18	0,13	0,23	0,10	0,15
Hf	1,14	2,50	1,54	2,0	2,8	1,7	3,2	1,3	2,2
Th	0,4	1,50	0,79	1,5	2,2	1,2	2,3	1,0	1,6
U	0,27	0,57	0,32	0,5	0,7	0,4	0,8	0,4	0,5
La	2,0	12,3	5,9	4,4	8,4	2,8	10,6	4,5	7,8
Ce	5,0	23,3	13,4	9,92	18,90	6,22	21,4	10,85	17,90
Pr	0,77	3,11	1,84				2,9		
Nd	3,84	14,27	8,28				12,09		
Sm	1,39	4,01	2,32				3,29		
Eu	0,42	1,8	0,84				0,63		
Gd	1,83	5,08	2,64				3,6		
Tb	0,38	0,81	0,49				0,63		
Dy	2,50	5,69	3,09				4,3		
Ho	0,58	1,33	0,70				1,0		
Er	1,67	3,75	2,04				2,9		
Tm	0,28	0,59	0,34				0,5		
Yb	1,87	3,78	2,19				3,2		
Lu	0,30	0,60	0,32				0,5		
Ba/Rb	7,29	13,33	20	15,74	6,05	8,64	2,62	1,46	33,57
Rb/Sr	0,12	0,06	0,03	0,04	0,24	0,52	2,03	1,1	0,3
REE	22,83	80,42	44,39	14,32	27,3	9,02	67,54	15,35	25,7
La/Yb	1,07	3,25	2,69				3,31		
Eu/Eu*	0,81	1,22	1,03				0,56		
(La/Sm) _N	0,93	1,98	1,64				2,08		
(La/Yb) _N	0,77	2,33	1,93				2,38		

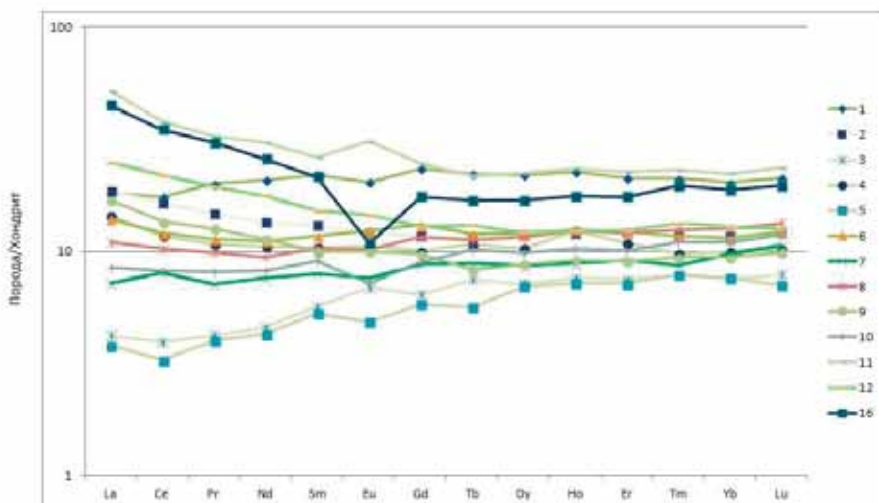


Рис.6. Распределение редкоземельных элементов в породах байосской вулканической формации Малого Кавказа (данные для хондрита по Sun S.S., McDonough W.F., 1998).

Итак, по геохимическим особенностям составы байосских вулканических пород приближаются к островодужным (табл.2). Вулканические породы на нормированной к примитивной мантии мультиэлементной диаграмме характеризуются объединенностью Ta, Nb и обогащенностью флюидомобильными крупноионными литофильными элементами – Rb, Ba, Pb, U, Th характерных для надсубдукционных островодужных образований (рис.7). В них наблюдается высокие Ba/Rb и низкие Rb/Sr отношения (табл.2). Породы также обеднены титаном, калием, фосфором. Можно предположить, что в процессе магмообразования принимали участие надсубдукционные флюиды (Pearce, 1982).

Обсуждение результатов. Таким образом, редкие и редкоземельные элементы, особенно высокозарядные элементы играют индикаторную роль для определения первичного состава пород и магматического очага. Различные концентрации этих элементов в вулканических комплексах свидетельствуют о том, что эти комплексы формировались самостоятельно из различных расплавов. Хондритовое распределение РЗЭ в основных вулканитах, приближение Eu/Eu^* к единице, дефицит ее в средних породах показывает, что исходный базальтовый расплав имеет мантийный источник (Балашов, 1976; Imamverdiyev, 2003), подвергающийся слабой фракционной кристаллизации в промежуточных очагах. А кислые же породы верхнебайосского комплекса, по-видимому, имеют палингенное происхождение, выплавившихся из кварц-полевошпатовых пород фундамента. Содержание литофильных эле-

ментов во много раз превышают их содержания в MORB. Можно предположить, что в процессе магмогенерации существенную роль играли флюиды (Садыхов, 2019). Возможно, при образовании этих вулканитов кроме мантийных и коровых компонентов определенная роль играла также пелагические осадки. Однако, в связи с тем, что в основных породах нижнебайосского комплекса Eu/Eu^* отношение приближается к единице, вероятно коровая контаминация не играла существенную роль при их образовании. По всей вероятности, благодаря мантийному диапиру этих образований выплавлялся коровый субстрат, что и привело к образованию верхнебайосских кислых комплексов.

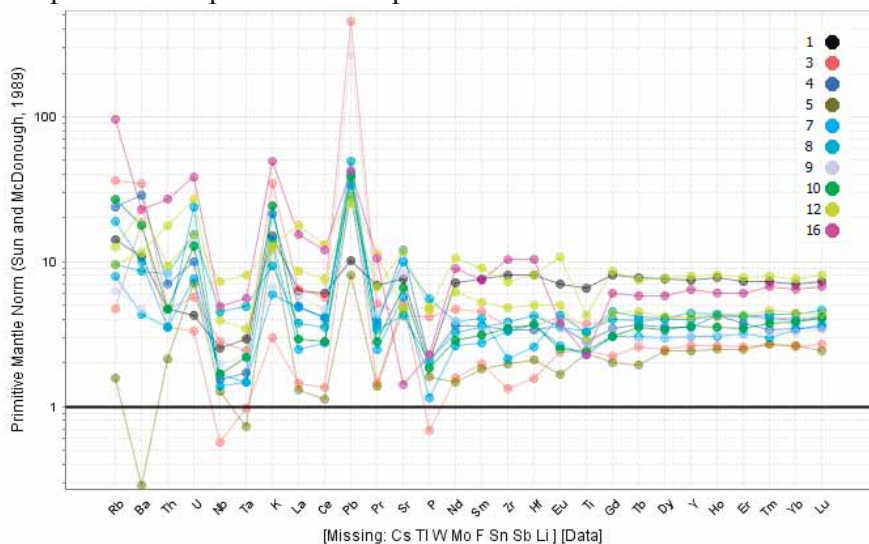


Рис. 7. Распределение редких элементов в породах байосской вулканической формации Малого Кавказа (данные для примитивной мантии, по Sun S.S., McDonough W.F., 1989).

Можно предположить, что на Малом Кавказе на раннем этапе развития островной дуги благодаря выдавливанию астеносферы произошел локальный рифтогенез и подъем мантийного диапира над зоной субдукции (Gill, 1981). В раннеюрском периоде благодаря флюидам в мантийном клине температура снижается и выплавляются относительно низкомагнезиальные базальты, подвергающиеся слабой кристаллизационной дифференциации с образованием в малом количестве известково-щелочных андезитов.

По мнению многих ученых, на геохимическую особенность островодужных магматических пород влияют образованные при дегидратации слэба флюиды в результате воздействия на ультраосновные породы мантийного клина. Содержащиеся в большом количестве в

субдукционных флюидах крупноионные литофильные элементы (K, Rb, Sr, Ba, La, Ce) метасоматизируют ультрабазиты мантийного клина, в результате чего обогащают этими элементами мантийный субстрат и его выплавки (Gill, 1981; Пирс и др., 1987).

Присутствие толеитовых базальтов, а также породы марианит-бонинитовой серии батского возраста (Остроумова, Центр, 1986), отсутствие высококалийевых андезитов, шошонитов, высокощелочных магматических пород свидетельствует о том, что среднеюрские магматические породы образовались в энсиматических островных дугах, что являлся началом развития островодужной обстановки и продолжением субдукции уже в верхнеюрском периоде на континентальной коре. Это доказывается с помощью вариационных диаграмм Th/Nb - La/Yb, Nb/La - La/Yb (рис.8) (Hollocher et al., 2012). На этих диаграммах составы основных вулканитов располагаются в поле океанической дуги и в поле MORB, более кислые породы же тяготеют к полю континентальной дуги.

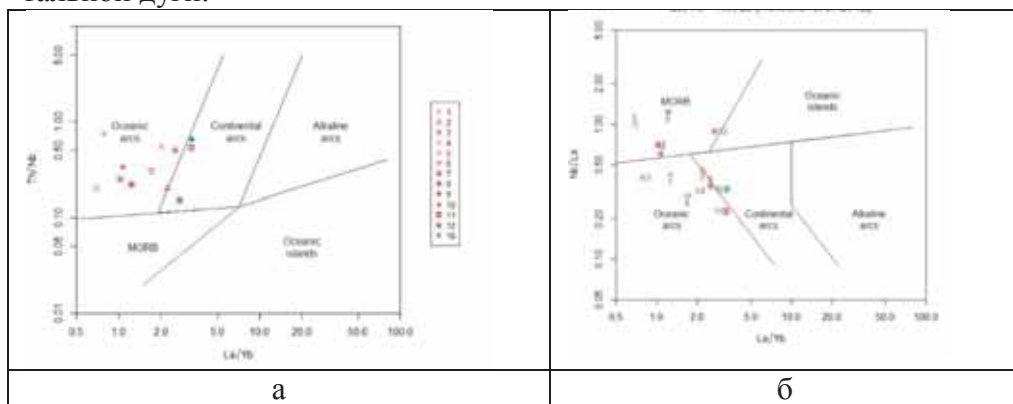


Рис.8. Дискриминантные диаграммы для байосских вулканических пород Малого Кавказа. а – вариации отношений Th/Nb - La/Yb, б- вариации отношений Nb/La - La/Yb.

Выводы. 1. В составе байосских вулканитов Малого Кавказа выделяются нижнебайосский базальтовый и верхнебайосский риолитовый комплексы. В составе нижнебайосского комплекса преобладают породы вулканокластической фации, в составе верхнебайосского – породы лавовой и субвулканической фаций.

2. Породы байосского вулканизма характеризуются максимальным петрогеохимическим сходством, с ассоциациями пород, характерными для островных дуг.

3. В основных породах нижнебайосского комплекса Eu/Eu* отношение приближается к единице, и наблюдается низкие La/Yb отно-

шений – вероятно, коровая контаминация не играла существенную роль при их образовании. В риолите наблюдается отрицательная Eu аномалия ($Eu/Eu^*=0,56$). Разные количество этих элементов в вулкани-тах комплексов свидетельствует о том, что эти комплексы формиро-вались самостоятельно из различных расплавов.

4. Вулканиды формации характеризуются обедненностью Ta, Nb и обогащенностью крупноионными литофильными элементами - Rb, Ba, Pb, U, Th – что характерно для надсубдукционных островодужных образований. Породы также обеднены титаном, калием, фосфором.

5. По геохимическим особенностям среднеюрские магматические породы образовались в энсиматических островных дугах, что является начальным этапом развития островодужной обстановки, продолжение субдукции уже в верхнеюрском периоде происходило на континен-тальной коре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Р.Н., Исмет А.Р., Багирбекова О.Д., Абдуллаев И.А. Возрастное уве-личение магматических образований северо-восточной части Малого Кавказа по данным К-Аг методом». – Баку: Элм, - 1979, - 146 с.
2. Абдуллаев Р.Н., Мустафаев Г.В., Мустафаев М.А. Мезозойские магматические образования Малого Кавказа и связанное с ними эндогенное оруденение. – Баку: Элм, - 1988, - 157 с.
3. Баба-заде В.М., Мусаев Ш.Д., Ахмедов А.З., Абдуллаева Ш.Ф. Вещественный состав минерального сырья Човдарского золоторудного месторождения. Вестник Бакинского Университета, серия естественных наук, 2015, № 1, с.87-120.
4. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. – Москва: Наука, - 1976, - 265 с.
5. Геология Азербайджана. т. III, Магматизм. - Баку: Нафта-Пресс, - 2003, - 524 с.
6. Мустафаев М.А. Петрология и геодинамические условия формирования мезозойских магматических комплексов кавказской окраины тетис (Азербайджан). Вестник Ба-кинского университета, серия естественных наук, - 2007, - № 4, - с.139-152.
7. Остроумова А.С., Центнер И.Я. Аналогия марианито-бонинитовой серии в юр-ских вулканидах Карабахского хлеба (Малый Кавказ). Известия АН СССР, вып. 290, - 1986, - № 2, - с.441-445.
8. Паффенгольц К.Н. "Кедабек". Государство. наука и технология геол.-разв. - Лен-инград-Москва, -1932, - 64 с.
9. Пирс Дж.А., Липпард С.Дж., Робертс С. Особенности состава и тектоническое значение офиолитов над зоной субдукции. Геология окраинных бассейнов. – Мо-сква: Мир, - 1987, - с.134-165.
10. Садыхов Э.А. Мезозойские плутонические комплексы Лок-Карабахской зоны Малого Кавказа: геохимическая характеристика, возраст и магматические источ-ники: Авт. дисс... канд. геол. - мин. наук. Всероссийский научно-исследователь-ский геологический институт им. А.П.Карпинского. - Санкт-Петербург, - 2019, - 25 с.
11. Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические форматы современных геотек-тонических обстановок. Изд-во Московского университета, - 1997, - 319 с.

12. Gill, J.B. Orogenic andesites and plate tectonics. N.Y.-L. Berlin: Springer-Verlag, 1981, 396 p.
13. Hollocher, K., Robinson, P., Walsh, E. & Roberts, D. Geochemistry of amphibolite facies the Støren Nappe in extensions southwest and west from the Trondheim region, western Gneiss volcanics of Region, Norway: A key to correlations and paleotectonic settings. American Journal of Science 312, 2012, p.357–416
14. Imamverdiyev, N.A. Geochemistry of rare-earth elements of the Late Cenozoic volcanic series of the Lesser Caucasus. Geochemistry International, “Springer” Pleiades Publishing, Ltd, 2003, vol.4, No.4, p.379-394.
15. Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., et al. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica (TAS) diagram. J. Petrol., 1986, 27, p.745-750.
16. Pearce, J.A. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries // Thorpe R. S. (ed.) Andesites. Wiley, Chichester, 1982, p.525-548.
17. Peccerillo A., Taylor S.R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contrib. Miner. Petrol., 1976, vol. 58, No. 1, p.63-81.
18. Sun, S.S., McDonough, W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Eds. A.D. Saunders, M.I.Norry. Magmatism in the ocean basin. Geol. Soc. Spec. Publ., 1989, 42, 313-345.
19. Valiyev Anar, Bayramov Aydin, Ibrahimov Javid et al. Geological Setting and Ore Perspective of the New Discovered Gadir Low Sulfidation Epithermal Deposit, Gedabek NW Flank, Lesser Caucasus, Azerbaijan // Universal Journal of Geoscience, 2018, 6(3), 78-101.
20. Winchester & Floyd. Geochemical magma type discrimination; application to altered and metamorphosed basic igneous rocks. Earth Planet. Sci. Lett. 1977, v. 28, 325-343.

KIÇİK QAFQAZIN BAYOS VULKANİZMİNİN FORMALAŞMASININ PETROGEOKİMYƏVİ ASPEKTLƏRİ (AZƏRBAYCAN)

N.Ə.İMAMVERDİYEV, A.İ.ORUCOV, A.Ə.VƏLİYEV, S.S. MURSALOV

XÜLASƏ

Məqalədə Kiçik Qafqazın Azərbaycan hissəsində Bayos vulkanizminin petrogeokimyəvi xüsusiyyətlərindən bəhs edilir. Lök-Qarabağ zonasında müxtəlif intensivliklə özünü göstərən Yura vulkanizmi müxtəlif geodinamik şəraitdə - ada qövsünün ayrılma və sıxılma proseslərinin bir-birini əvəz etməsi ilə davam etmişdir. Bu şəraitdə Orta Yurada Kiçik Qafqazda iki vulkanik formasiya əmələ gəlmişdir: Bayos yaşlı bazalt-riolit və Bat yaşlı bazalt-andezit-dasit-riolit. Müəyyən edilmişdir ki, Aşağı Bayos kompleksinin vulkanik süxurları toleit, Yuxarı Bayos kompleksinin süxurları isə kalsiumlu-qələvili seriyaya aiddir. Formasiya süxurlarında yüngül REE ağır REE-dən zəif üstünlük təşkil edir və demək olar ki, düz spektrlər əmələ gətirir, normallaşdırılmış diaqramlarda nadir torpaq elementlərinin xondrit paylanması ilə xarakterizə olunur və xətlər MORB-də nadir torpaq elementlərin paylanma spektrinə paraleldir. Belə süxurlarda normallaşdırılmış yevropium nisbəti ($Eu/Eu^*=0,81-1,21$) vahidə yaxınlaşır və aşağı La/Yb nisbətləri müşahidə olunur. Bəzi daha əsas süxurlarda ağır REE-nin miqdarı artır. Tədqiq olunan vulkanik süxurlarda REE paylanması bu nümunəsi tipik ada qövslərindəki toleit seriyasının mafik süxurları üçün ümumdür. Analiz edilən tək riolit nümunəsində mənfi Eu anomaliyası müşahidə olunur ($Eu/Eu^*=0,56$). Primitiv mantiyaya görə normallaşdırılmış çoxelementli spay-

derdiaqramında vulkanik süxurlar Ta və Nb ilə tükənmiş və iri ionlu litofil elementlərlə - Rb, Ba, Pb, U, Th ilə zənginləşdirilmişdir ki, bu da suprasubduksiya ada qövsü şəraiti üçün xarakterikdir. Süxurlarda titan, kalium və fosfor da tükənir. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, geokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə Orta Yuranın maqmatik süxurları ensimatik ada qövs-lərində əmələ gəlmişdir ki, bu da ada qövsü şəraitinin inkişafının başlanğıcını və artıq Üst Yurada kontinental qabıqda subduksiyanın davam etməsini göstərir.

Açar sözlər: Bayos vulkanizmi, ada qövsü, petrogeokimyəvi xüsusiyyətlər, nadir torpaq elementlərinin paylanması, yevropium nisbəti, çöxelementli diaqramlar, Kiçik Qafqaz.

PETROGEOCHEMICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF BAYOSIAN VOLCANISM OF THE LESSER CAUCASUS (AZERBAIJAN)

N.A.IMAMVERDIYEV, A.I.ORUDZHOV, A.A.VALIYEV, S.S.MURSALOV

SUMMARY

This article discusses the petro-geochemical features of the Bajocian volcanism in the Azerbaijan Lesser Caucasus. Jurassic volcanism, manifested with varying intensity in the Lok-Karabakh zone, took place in various geodynamic settings, depending on the alternation of extension and compression processes in the island arc. Under these conditions, in the Lesser Caucasus during Middle Jurassic Epoch, two volcanic associations were formed: the Bajocian basalt-rhyolite and the basalt-andesite-dacite-rhyolite of the Bathonian age. It was found that the volcanic rocks of the Lower Bajocian complex belong to the tholeiitic series, and the Upper Bajocian rocks belong to the calc-alkaline series. In the rocks of the association, light REE slightly prevail over heavy ones and form almost flat spectra, the normalized plots are characterized by the chondritic nature of the distribution of rare earth elements, and the lines are parallel to the spectrum of the distribution of rare earth elements in MORB. In such rocks particularly the europium ratio ($Eu / Eu^* = 0.81-1.21$) approaches 1 and low La / Yb ratios are observed. In some samples of more basic rocks, the content of heavy REE increases. Such a distribution of REE in the studied volcanic rocks is common for basic rocks of the tholeiitic series in typical island arcs. In the analyzed single rhyolite sample, a negative Eu anomaly is observed ($Eu / Eu^* = 0.56$). The volcanic rocks on the primitive mantle normalized multi-element plots are characterized by depletion in Ta, Nb and enrichment in LILE (Rb, Ba, Pb, U, Th), which is characteristic of island arc-related volcanic rocks of supra-subduction zones (SSZ). The rocks are also depleted in titanium, potassium, and phosphorus. It was concluded that, in terms of geochemical features, the Middle Jurassic igneous rocks were formed at the ensimatic island arc, which was the initial stage of the development of the island arc tectonic setting, replaced in the Upper Jurassic by ensialic subduction.

Keywords: Bajocian volcanism, island arc, REE distribution, Eu/Eu^* ratio, multi-element plots, Lesser Caucasus

UOT 552.326; 552.163**SERPENTİNLƏŞMƏ PROSESİNİN HƏCM FAKTORU**

**Z.B.ABDULLAYEV, S.F.HÜSEYNOVA,
G.A.MURADXANOVA, M.Y.HƏSƏNQULİYEVA**
Azərbaycan MEA Geologiya və Geofizika İnstitutu
Zakir_qaraca@mail.az

Kiçik Qafqazın Göycə-Qarabağ qırıxıqlıq zonasında geniş yayılmış ultrabazitlərin çoxsaylı analitik dəlillərinin riyazi üsulla tədqiqi sayəsində müəyyən edilmişdir ki, serpentinləşmə prosesi izokimyəvi yolla – həcm genişlənməsi, elementlərin miqdarca sabitliyi şəraitində baş vermişdir.

Açar sözlər: serpentinit, izokimyəvi, Sarıbaba, ultrabazitlər.

Kiçik Qafqazın Göycə-Qarabağ qırıxıqlıq zonasında ultraəsasli süxurlar geniş yayılmışlar. Digər regionlarda olduğu kimi, onlar da güclü serpentinləşmə prosesinə məruz qalmışlar ki, bu da süxurun ilkin mineraloji tərkibini müəyyən etməyə çətinlik törədir. Bir sıra qeyri-filiz faydalı qazıntılar (maqnezit, talk, asbest və s.) genetik olaraq bu proseslərə bağlıdır. Ultrabazitlərin tədqiqi tarixində həcm faktoru və onunla sıx bağlı olan elementlərin gətirilib-çıxarılması faktı xüsusi yer tutur. Bəzi alimlər belə güman edirlər ki, serpentinləşmə prosesinin nəticəsində yeni törəyən süxurların həcmi dəyişmişdir. Bu vəziyyət əsas etibarilə onunla əsaslandırılır ki, petroqrafiki nəzarət zamanı ilkin mineralların sərhədlərində heç bir dəyişiklik müşahidə edilmir. Digərlərinin fikrincə geniş yayılmış şistləşmə prosesi həcm genişlənməsi deməkdir. Bir sıra tədqiqatçılar kimyəvi reaksiya bərabərliyinin sağ və sol tərəflərini müqayisə edərək həmin fikrə gəlirlər. Lakin məlum olduğu kimi, bir mineralın digərinə çevrilməsi reaksiyasının bərabərliyinin qiymətini eyni, yaxud fərqli qiymətdə tərtib etmək mümkündür. Serpentinləşmə prosesinə həsr edilmiş çoxsaylı tədqiqat işlərində serpentinitlərin əmələgəlmə reaksiyalarını müxtəlif formada təqdim etmək olar – istər açıq, istərsə də bağlı sistemlərdə. Bağlı sistem şəraitində həcm 70%-ə qədər böyüdüyü halda, açıq sistemdə, xeyli aparıcı elementlərin məhlula keçməsi nəticəsində həcm dəyişməz qalır. Təbiətdə bu reaksiyalardan hansının real baş verməsini müəyyən etmək mümkün deyil. D.S.Şteynberq

(1960) çox miqdarda müxtəlif dərəcədə serpentirlənmiş süxurların analizlərini müqayisə edərək serpentirləşmənin izokimyəvi baş verməsi nəticəsinə gəlmişdir. Si-Fe-Mg baş elementlərin əks olunduqları (üçminerallı brusit-maqnetit-serpentin) süxurların əmələ gəlməsi də ultrabazitlərin metamorfizləşməsinin izokimyəviliyini təsdiq edir. Bununla yanaşı sulu məhlulların sirkulyasiyası boyunca allokimyəvi serpentirləşmə baş verə bilər ki, bunun da nəticəsində xeyli miqdarda maddələrin çıxarılması (brusitin tamamilə) baş verir. Serpentinləri ilkin mineral tərkibinə çevirdikdə, normativ enstatitin 10% artması SiO₂-nin gətirilməsinə müvafiq gəlir ki, bu da serpentirləşmə prosesində baş elementlərin nisbətində dəyişməsi deməkdir.

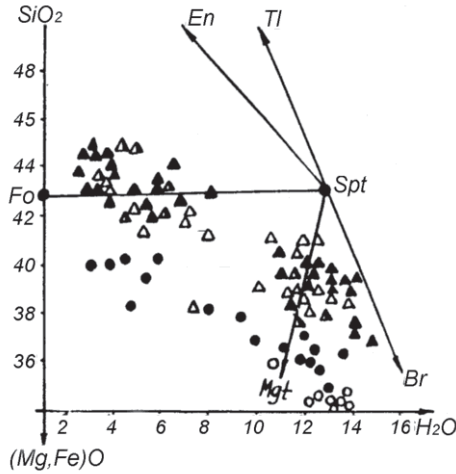
Əksər tədqiqatçılar belə nəticəyə gəlirlər ki, serpentirləşmə prosesi iki mərhələdə: regional-həcmə genişlənməsi və komponentlərin nisbətində sabitliyi və lokal-həcmə sabitliyi, komponentlərin çıxarılması şəraitində baş verir. Regional serpentirləşmədə suyun mənbəyi dərin sirkulyasiyada olan yeraltı suları, lokal serpentirləşmədə isə qranit maqmasıdır.

Bəzi alimlər (Zoloyev, 1976) serpentirləşmənin xarakterinin, əsasən ilkin süxurun tərkibindən asılı olduğunu mülahizə edir. Dunitlərin və olivinlə zəngin olan, peridotitlərin serpentirləşməsi zamanı əsas elementlərin nisbi münasibətində heç bir dəyişiklik baş vermir. Piroksenlərlə (əsasən monoklinlə) zəngin olan süxurlarda isə bu kəmiyyət xeyli dəyişir. Bu zaman mənfə balans süxurun məsələliliyi ilə kompensasiya olunur.

Ultraəsasi süxurların serpentirləşməsi zamanı serpentinin də MgO·2SiO₂·2H₂O daxil olması ilə sadə mineral – brusit MgO·H₂O, maqnetit Fe₃O₄ toplumu yaranır. Digər petrogen elementlər sərbəst minerallarını yaratmırlar. Rast gələn talk, xlorit və karbonatlar isə daha aşağı temperatur şəraitində əmələ gəlirlər.

Serpentirləşmə reaksiyasını 1-ci şəkildə göstərilən sistemin vasitəsilə təsvir etmək mümkündür. Müxtəlif dərəcədə serpentirlənmiş ultrabazitlərin tərkibini əks etdirən nöqtələr qrupu, reaksiyanın xarakteri barədə keyfiyyətli təsəvvür verə bilər. Təmiz serpentindən talk istiqamətində toplanmış nöqtələr qrupu SiO₂-nin gətirilməsini, yaxud (Mg, Fe)O-in çıxarılmasını, brusit tərəfə istiqamətlənənlər isə SiO₂-nin çıxarılmasını, (Mg, Fe)O-in gətirilməsini göstərir.

Diagrama (şək.1) Kiçik Qafqazın ultrabazitlərinin tərkibi yerləşdirilmişdir. Göründüyü kimi, serpentin-maqnetit xətti boyu güclü serpentirlənmiş və təmiz serpentin süxurları yerləşir. Bu onu göstərir ki, tədqiq olunan süxurların serpentirləşməsi zamanı əsas komponentlərin nisbəti dəyişməz qalır. İkivalentli dəmir oksidləşib, üçvalentliyə keçərək, maqnetiti əmələ gətirir. Serpentirləşmənin ilkin mərhələsində maqnetitin ayrılması müşahidə edilmir. Yəni nöqtələr forsterit serpentin xətti boyu qruplaşırlar.



Şəx. 1. Kiçik Qafqazın ultrabazitlərinin tərkibi SiO_2 -(Mg,Fe)O- H_2O koordinatlarında

L.V.Dmitriyev və A.V.Qaranin (1971) tərəfindən təklif edilən metodun məğzi belədir. Serpentinləşmiş süxurda SiO_2 -nin ümumi miqdarı onun serpentinləşməmiş ilkin süxurundakı payı ilə cəmindən ibarətdir. Bu iki payın nisbəti yalnız suyun gətirilməsi və petrogen elementlərin gətirilməsi-çıxarılması ilə baş verəninki müxtəlif olmalıdır. Bu müxtəliflik aşağıdakı kimi müəyyən edilir. Nəzərə alsaq ki, süxurda H_2O -nin (serpentinləşmə dərəcəsi) çoxalması ilkin mineralarda kvarsın müvafiq miqdarının azalmasına gətirib çıxarır, SiO_2 -nin serpentinləşməmiş ilkin süxurundakı miqdarını asan təyin etmək mümkündür. Bu miqdarı hidrogenin atom miqdarı ilə ifadə etmək olar. SiO_2 üçün bu qiymət $0,5\text{H}$ -a bərabərdir. Silisiumun ilkin mineralarla əlaqədar olan miqdarı $\Delta \text{Si} = \text{Si} - 0,5\text{H}$. Burada Si – silisiumun süxurdakı ümumi miqdarı; H – süxurdakı miqdarına müvafiq gələn atom miqdarıdır. Bu qayda ilə alınmış ΔSi -mun miqdarı ordinat oxuna, H_2O -nun çəki miqdarı isə absis oxuna çəkilir. Burada iki paralel sərhəd xətt (**ab** yuxarı) və (**vq** aşağı) ΔSi -un izokimyəvi yolla serpentinləşməsi zamanı nəzəri hesablanmış dəyişməsinə göstərir. Burada **ab** və **vq** xətləri arasındakı sahədə serpentinləşmə nəticəsində tərkibində əsas elementlərin miqdarında heç bir dəyişiklik baş verməyən süxurların dəlilləri yerləşir.

Kiçik Qafqazın 300-dən artıq ultrasəsi süxurlarının kimyəvi tərkibi 2-ci diaqramda yerləşdirilmişdir. Aydın görünür ki, burada serpentinləşmə prosesi izokimyəvi yolla baş vermişdir (Abdullayev və b. 2001).

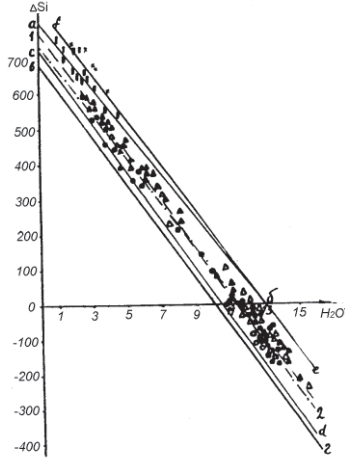
Süxurların serpentinləşməsi prosesinin izokimyəviliyini riyazi əsaslandırmaq məqsədilə lazımdır ki: a) nomogramın koordinatlarında analizlərin nəticələrinin paylanması xətti tənliklə təsvir edilsin və b) bu tənliyin bucaqlı əmsalı izokimyəvi serpentinləşmənin nəzəri xəttinin bucaqlı əmsalı

lına kifayət qədər yaxındır.

Ən kiçik kvadratlar üsulu ilə analizlərin nəticəsini əks etdirən düz mütənasıblıq tapılmışdır.

$$\Delta \text{Si} + 63,48 \text{H}_2\text{O}^+ - 751,28 = 0 \quad (1)$$

Şəkil 2-də bu xətt punktirlə göstərilmişdir (1-2). Oxşarlığın keyfiyyətini qiymətləndirmək məqsədi ilə ΔSi və H_2O arasında korrelyasiya əmsalı hesablanmışdır: $R = -0,97$ ($n=330$). Bu əmsal göstərir ki, ΔSi -lə H_2O arasındakı asılılıq xəttiliyə çox yaxındır.



Şəkil 2. Kiçik Qafqazın ultrabazitlərinin kimyəvi tərkibi ΔSi - H_2O koordinatlarında

İzokimyəvi serpentirləşmə tənliyinin yuxarı nəzəri xətti (ab) aşağıdakı kimidir:

$$\Delta \text{Si} + 61,23 \text{H}_2\text{O} - 796 = 0 \quad (2),$$

$$\text{aşağı nəzəri xətt (vq) isə: } \Delta \text{Si} + 65,03 \text{H}_2\text{O} - 676 = 0 \quad (3)$$

(2) və (3) tənliklərinin orta küncəmsalı 63,13-dür, (1) tənliyinki isə 63,48-dir. Bu ədədlər arasındakı fərq çox cüzdür. Bu tədqiq olunan ultrabazitlərin serpentirləşməsi prosesinin, yalnız suyun gətirilməsi ilə baş verməsinin riyazi sübutudur. Baş elementlərin nisbətini daimiliyini $\text{RO}:\text{SiO}_2$ peridotitlər üçün 1,49, serpentinitlər üçün 1,50 bu fikri sübut edir.

Serpentirləşmə prosesində komponentlərin miqdarca dəyişməsini göstərməyə bir sıra alimlər cəhd etmişlər. Alınan nəticələr müxtəlifliyi ilə fərqlənir. Bunun səbəbi aşağıdakılarla izah edilir. Birincisi, hətta ən sadə tərkibə malik olan (olivin + piroksen) harsburgit, massivlərinin müxtəlif hissələrindən götürülən sınaqlar fərqli mineraloji tərkibə malik olduqları kimi, onların kimyəvi tərkibləri də müxtəlif olur. Bu hal hec də komponentlərin gətirilməsi-çıxarılması demək deyil. İkincisi, hesablamalar vahid həcmə görə aparılırsa, ilkin və sonrakı həcmələr də eyni olmalıdır. Bu hal serpentirləşmə prosesində müşahidə olunmur, həcm genişlənməsi baş verir.

Lersolitlərdə elementlərin götürülib-çıxarılmasının hesablanması

Komponentlər	d = 3,04		d = 2,95		d = 2,59		d = 2,57		d = 2,56									
	1		2		3		4		5									
	oksidlər	atomlar	oksidlər	atomlar	oksidlər	atomlar	oksidlər	atomlar	oksidlər	atomlar	oksidlər	atomlar	oksidlər	atomlar	Balans, %			
SiO ₂	44,69	20,89	44,69	20,89	39,55	18,49	39,52	18,47	39,42	18,43	39,42	18,43	39,42	18,43	-0,62	-5,14	-5,27	-5,37
Al ₂ O ₃	1,44	0,76	1,15	0,61	0,92	0,49	1,59	0,84	1,52	0,80	1,52	0,80	1,52	0,80	-0,17	-0,35	-0,05	-0,09
Fe ₂ O ₃	2,44	1,71	2,77	1,94	4,94	3,46	5,46	3,82	3,56	2,49	3,56	2,49	3,56	2,49	0,18	1,45	1,80	0,46
FeO	5,40	4,20	5,55	4,31	2,00	1,56	1,80	1,40	2,01	1,56	2,01	1,56	2,01	1,56	-0,01	-2,87	-3,02	-2,88
MgO	35,50	21,41	36,25	21,86	34,25	20,66	31,28	18,87	34,75	20,96	34,75	20,96	34,75	20,96	-0,20	-3,81	-5,46	-3,76
CaO	5,75	4,11	4,40	3,15	3,70	2,64	3,86	2,76	3,23	2,31	3,23	2,31	3,23	2,31	-1,06	-1,86	-1,78	-2,17
Na ₂ O	0,19	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	-0,06	-0,09	-0,09	-0,09
K ₂ O	0,05	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	-0,01	0,01	0,01	0,01
P ₂ O ₅	0,04	0,02	0,05	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01
SO ₃	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,30	0,12	0,10	0,04	0,10	0,04	0,10	0,04	-0,01	0,05	0,11	0,03
H ₂ O ⁻	0,35	0,04	0,27	0,03	0,60	0,07	1,98	0,22	0,25	0,03	0,25	0,03	0,25	0,03	-0,01	0,02	0,18	-0,02
H ₂ O ⁺	2,66	0,30	3,61	0,40	13,22	1,48	13,78	1,54	14,03	1,57	14,03	1,57	14,03	1,57	0,10	1,13	1,19	1,22
O	0,00	44,91	0,00	45,58	0,00	50,36	0,00	51,58	0,00	50,74	0,00	50,74	0,00	50,74	-0,68	-2,00	-1,31	-2,19
Σ	98,53	98,53	98,92	98,92	99,37	99,37	99,74	99,74	99,05	99,05	99,05	99,05	99,05	99,05				
															0,28	2,66	3,28	1,72
															-2,85	-16,12	-17,03	-16,63
															-2,96	-14,80	-15,46	-15,79

Serpentinləşmə prosesində maddələrin miqdarca dəyişmə balansını hesablamaq məqsədilə, biz dəyişməmiş süxurdan serpentinlərə doğru istiqamətdə profillərdən nümunələr götürmüşük. Bu hal özü də prosesin bütün mərhələlərini əks etdirir. Bu cür hesablamaların əsasında ilkin tərkibin və serpentinləşmə prosesində alınan məhsulun vahid mineraloji tərkibə malik olması durur. Baxmayaraq ki, bu, təbiətdə həmişə belə olmur. Bütün nümunələrin kimyəvi tərkibləri ilə yanaşı xüsusi çəkiləri də təyin edilir. Gətirilib-çıxarılma balansı Ç.M.Kaşqay və B.V.Mustafazadə (1972) tərəfindən verilmiş metodla hesablanmışdır. Metodun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, izokimyəvi serpentinləşmədə mövcud olan həcm effekti nəzərə alınır. Əldə edilən ədədlər fantastik qiymətlərə malik olan faizlərlə deyil, mütləq qiymətlərlə təqdim olunur. Lersolitlərdə aparılmış hesablamaların nəticəsi birinci cədvəldə verilmişdir. Hesablamanın nəticəsi göstərir ki, serpentinləşmənin dərəcəsi yüksəldikcə süxurun xüsusi çəkisi qanunauyğun yöndə azalır. Burada aparıcı elementlərdə (Si, Mg, Fe) bütün hallarda mənfi balans alınır. Onun qiyməti serpentinləşmənin dərəcəsinin artması ilə çoxalır. Qalan elementlər üçün daimilik xas deyil. Yüksək müsbət balans üçvalentli dəmir üçün xarakterikdir.

Cədvəl 2

Serpentinləşmənin dərəcəsiindən asılı olaraq maddənin balansının (k) dəyişilməsi

P o r o d a	Piroksenli dunitlər		Harsburgitlər		Lersolitlər	
	H ₂ O ⁺	K	H ₂ O ⁺	K	H ₂ O ⁺	K
Zəif serpentinləşənlər	3,76	-3,52	3,59	-2,61	2,66	-2,81
Serpentinləşənlər	5,90	-5,44	4,18	-3,36	3,61	-2,96
Güclü serpentinləşənlər	9,86	-8,50	10,09	-10,07	10,26	-11,01
Serpentinlitlər	12,38	-11,57	13,27	-12,08	13,78	-13,46

Müxtəlif tip süxurlarda aparılmış hesablamalar göstərir ki, mineral tərkibinin müxtəlifliyi elementlərin özünü aparmalarına təsir göstərmir.

Suyun miqdarı ilə elementlərin ümumi balansının müqayisəsi 2-ci cədvəldə verilmişdir. Burada görünür ki, cəmi elementlərin mənfi balansı gətirilmiş suyun miqdarı ilə tam kompensasiya edilir. Bu hal serpentinləşmə prosesinin gedişində elementlərin sistemdən çıxarılması deyil, müvafiq miqdarda suyun gətirilməsi baş verir ki, bu da burada vahid həcmdə komponentlərin azalmasına səbəb olur.

Bir sıra alimlər serpentinləşmə prosesinin gedişində Mg – Si nisbətinin sabit qalmasını müvafiq miqdarda bu elementlərin çıxarılması kimi qiymətləndirirlər. Bizim hesablamalar göstərir ki, bu kəmiyyət hec də komponentlərin çıxarılmasını əks etdirə bilməz.

Beləliklə, təqdim edilən materialların hərtərəfli araşdırılması göstərir ki, ultrasəsi süxurların serpentinləşmə prosesi izokimyəvi yolla baş verir.

Nəticələr

1. Kiçik Qafqazın Göycə-Qarabağ qırışıqlıq zonası – Touraqaçay və Sarıbaba sinklinoriumlarında geniş yayılmış ultrabazitlər güclü serpen-

tinləşmə prosesinə məruz qalmışlar.

2. Xüsusi çəkinin nəzərə alınması şərtilə, istifadə edilən metodla aparılan hesablamaların nəticəsində aşkar olunmuşdur ki, serpentinləşmə prosesi izokimyəvi yolla – elementlərin miqdarca dəyişməməsi və həcmnin genişlənməsi şəraitində baş vermişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Штейнберг Д.С., Чашухин И.С. О серпентинизации ультрабазитов / Ежегодник-1969 Института геологии и геохимии УФАИ СССР, Свердловск, - 1970, - с.30-34.
2. Золоев К.К. Петрогенетические аспекты процесса серпентинизации альпинотипных гипербазитов // Тр. Свердловского горн. Ин-та, 1967, - вып. 127, - с.38-44.
3. Дмитриев Л.В., Гаранин А.В. Кремнекислотность океанических гипербазитов и их серпентинизация // Геохимия, - 1971, - №3, - с.274-281.
4. Кашкай Ч.М., Мустафазаде Б.В. Экспресс-метод расчета привноса-выноса компонентов при метаморфизме. // Изв. АН Азерб.ССР, серия наук о Земле, - 1972, - №1, - с.19-24.

ФАКТОР ОБЪЕМА В ПРОЦЕССЕ СЕРПЕНТИНИЗАЦИИ

**З.Б.АБДУЛЛАЕВ, С.Ф.ГУСЕЙНОВА,
Г.А.МУРАДХАНОВА, М.Я.ГАСАНГУЛИЕВА**

РЕЗЮМЕ

Выделено два этапа процесса серпентинизации. Региональная, где источником серпентинизирующих растворов преимущественно является вода, обсорбированная из вмещающих пород непосредственно при становлении гипербазитовых массивов в условиях континентальной коры. Локальная же серпентинизация, где основную роль играли флюиды более молодых интрузий, сопровождается количественным изменением компонентов. Рассчетами линейных уравнений и количественного определения привноса-выноса элементов при серпентинизации устанавливается, что процесс происходит изохимически, с увеличением объема исходных пород без изменения содержания элементов.

Ключевые слова: серпентинит, изохимически, Сарыбаба, ультрабазиты.

VOLUME FACTOR IN SERPENTINIZATION PROCESS

**Z.B.ABDULLAYEV, S.F.HUSEYINOVA,
G.A.MURADKHANOVA, M.Y.HASANGULIYEVA**

SUMMARY

There are two stages of serpentinization process. Regional, here water is mainly a source of serpentinized solutions which absorbed from enclosing rocks while ultrabasic massives forming under continental crust conditions. Local serpentinization where fluids of younger intrusive play a basic role is provided with quantitative changes of components. By estimations of linear equations and quantitative definition of elements addition - subtraction while serpentinization was determined – the process occurs isochemically due to increase of source rocks volume without unchanged content of elements.

Keywords: serpentinite, isochemically, Sarybaba, ultrabasic rocks.

УДК 55:502.55

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И
ЛОКАЛИЗАЦИИ МОЛИБДЕН-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ
ГЕЙДАГСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ
(МИСХАНО-ЗАНГЕЗУРСКАЯ ЗОНА, МАЛЫЙ КАВКАЗ)**

А.М.ИСМАЙЛОВА

Бакинский Государственный Университет

Aygun46@mail.ru

Охарактеризованы некоторые особенности формирования и локализации молибден-порфинового оруденения Гейдагского рудного поля. Исследованы геология и структурно-морфологические особенности руд. Руды прожилковые, прожилково-вкрапленные, представленные. Главными минералами руд являются галенит, сфалерит, менее халькопирит, молибденит; из жильных-кварц. Отмечается роль дайковых тел. Руды локализуются в дайках, особенно диорит-порфиритовых. Анализ содержания рудогенных элементов показывает высокие значения меди, которые связаны с туфами андезитов и андезидацитов, а молибдена- аргиллитами.

Ключевые слова: Месторождение, рудное поле, порода, структура, дайка, минерал, штокверк, интрузив.

Гейдагское медно-молибден порфириновое рудное поле расположено в междуречье рр. Алинджачай и Гилянчай в их среднем течении. В рудное поле, кроме одноименного месторождения, располагающегося в центральной его части, входит также ряд перспективных рудопроявлений, практически не оцененных полностью [2, 6].

В тектоническом отношении район охватывает отдельные фрагменты Зангезурской антиклинали и Ордубадской синклинали, разбитых разломными структурами северо-западного, субширотного, северо-восточного и близмеридионального направлений, превративших, по существу, площадь рудного поля в отдельные микроблоки и служивших каналами для внедрения разновозрастных магматических масс, локализирующих эндогенное оруденение [1].

В рудном поле обнаружены эоценовые вулканические аппараты,

среди которых выделяются расположенные в междуречье Башкендчай и Даргамелик аппараты трещинного типа с жерловыми и прижерловыми фациями. Отмечаются также многочисленные выходы штокообразных, дайкообразных андезидацитовых (реже андезитовых и дацитовых) субвулканических тел олигоценового возраста.

В структуре рудного поля немаловажное значение придается граносиенитовому интрузиву нижнеолигоценового возраста сателлиту Мегри-Ордубадского массива, занимающего площадь около 1,0 кв.км. В центральной его части порода представлен среднекрупнозернистыми граносиенитами, постепенно сменяющимися к периферии среднезернистыми кварцевыми сиенит-диоритами. Вмещающие интрузив породы, а также андезидациты, интенсивно переработаны вплоть до образования на контактовой полосе (ширина 50-250 м) ороговикованных, грейзенизированных, эпидотизированных, окварцованных и пиритизированных пород [1, 6].

Выделяются также дайкообразные тела гранодиорит – порфиоров позднеолигоцен-раннемиоценового возраста. Протяженность дайковых тел 450-500 м, мощность – от 5 – 6 до 40 – 50м. Порода средне-крупнозернистая, представлена диорит-порфирами и гранодиорит - порфирами. Необходимо отметить, что эти дайкообразные тела, с которыми работающие в области геологи увязывают медно-молибденовое оруденение, простираются вдоль близширотного Гейгель - Гейдагского разлома целой полосой, начиная от района Гейгельского месторождения до Гейдагского и далее уходят за пределы территории.

В рудном поле, особенно в Гейдагском месторождении, занимающем центральную его часть, довольно интенсивно развиты разрывные нарушения. По мнению большинства геологов здесь прослеживаются четыре системы разрывных нарушений и зон трещиноватости: 1) северо-западные ($290-340^0$); 2) субширотные (с. в. 80^0 - ю.-в. 110^0); 3) северо-восточные ($40-70^0$) и 4) близмеридиональные (с.-з. 350^0 – с.в. 30^0).

Наибольшим развитием пользуются нарушения северо-западного направления, неоднократно обновляющиеся, начиная от эоцена до послеолигоценового времени. Наиболее характерным является Диахчай-Гейдагский разлом, прослеживающий вдоль через гг. Гейдаг и Глынджурт и вмещающие вулканические постройки (Даргамелик, Башкендчай). Это же нарушение отбивает контакт Гейдагского и Гюмушдаринского интрузивов. Мощность зоны контакта, сопровождающегося окремнением, ожелезнением и хлоритизацией пород, составляет 100 – 250 м.

Среди субширотных разломов самым протяженным является Гейгель-Гейдагский. Он прослеживается, начиная от Зангезурского хребта (гг. Давабойну, Сарыдаг, Агдаг) на востоке через гг.Гейдаг, Гылынд-

журт и Бердык на западе, далее уходя за пределы рудного поля. Именно к узлу пересечения вышеупомянутого Дихай-Гейдагского и Гейгель-Гейдагского разломов приурочивается Гейгель – Гейдагского разломов приурочивается Гейдагское месторождение. Северо-восточные дизъюнктивные нарушения представлены фрагментами Башкентчай-Айридагского разлома, вмещающего субвулканические и дайковые образования (Ханагадагский, Ортакендский, Эшекмейданский субвулканы андезит-дацитов, дайковое поле диорит-порфиринов и андезит-порфиринов по р. Башкентчай и Эйридаг и т.д.). Разлом интересен тем, что к узлу пересечения его с разрывами других направлений приурочены проявления различных полезных ископаемых (Ханагадагское, Ортакендское, Парадашское, Сапдаринское). В геологическом развитии рудного поля близмеридиональные разломы, несомненно, играли более важную роль, чем все вышеупомянутые разрывные системы а приуроченность к ним гранито-гнейсов в районе Агюрта, гранито-гнейсов и метаморфических сланцев в верховьях р. Парагачай и т.д. свидетельствует об их древнем возрасте. С другой стороны, контроль ими в верховьях р. Гилянчай и на южном склоне г. Гейдаг вулканических построек и лампрофировых даек говорит об их неоднократном омоложении. Близмеридиональные дизъюнктивные нарушения отмечаются также в районе г. Гылынджурт, в ущельях руч. Мурадханлы, Гюмушдара и других местах. Однако все они являются отрезками Гилянчайского разлома.

В Гейдагском рудном поле наиболее значительным объектом является одноименное месторождение и ряд перспективных, но в недостаточной степени оцененных проявлений (Ханагадагский, Башкентчайский и др.).

На месторождении установлены штокверковые рудные тела. Таких чуть вытянутых медно-порфировых штокверков на месторождении четыре – Джаджихлинский, Дикюртский, Мурадханлинский и Гюмушдаринский. Кроме того, установлено рудное тело (Дайковое) со свинцово-цинковой минерализацией. Все они локализованы среди интенсивно переработанных андезитдацитовых порфиринов, кварцевых сиенит-диоритов, туфопесчаников, туфогравелитов и других пород [4, 5].

Джаджыхлинское рудное тело расположено в северо-западной части месторождения. Оно изучено в двух сечениях: на поверхности и на глубину. Длина рудного тела – 500 м, ширина – около 300 м. Вертикальный размах медно-молибденового оруденения, судя по данным, полученным скважиной № 14, составляет 500 м. В рудном теле средневзвешенное содержание меди – 0,34%, молибдена – 0,011 %. Дикюртское рудное тело расположено в центральной части месторождения.

Оно изучено тремя сечениями на поверхности и на глубину. В локализации оруденения важное место отводится гранодиорит-порфировой дайке, которая приурочена к лежащему ее боку. Размеры рудного тела по длине 450 м, ширине 470 м. Вертикальный размах медно-молибденового оруденения, изученного скважинами №№ 43 и 46, более 680 м. Средневзвешенное содержание меди в рудном теле составляет 0,42 %. В центральной части месторождения расположено также Мурадханлинское рудное тело площадью 400х 200 м. Оно изучено на поверхности и на глубину в пяти сечениях. Вертикальный размах оруденения, по данным скважины № 48 «бис», составляет 426,0 м. Средневзвешенное содержание меди в рудах – 0,66%, молибдена – 0,0045%. Гюмушдаринское рудное тело расположено в восточной части месторождения. Протяженность его – 390 м, ширина – 220 м. Глубина распространения медно-молибденового оруденения, по данным скважины № 73, составляет 400 м при средневзвешенном содержании меди 0,28 %.

Мощность интенсивно минерализованных пород, вскрытых скважинами № 57, 58, составляет 50,5 и 26,0 м соответственно. По данным разведки, на мощность 26 м (интервал 210,0 – 226,0 м, скв. № 58) средневзвешенное содержание свинца составляет 0,345%, цинка – 1,19%.

Геохимические особенности пород Гейдагского месторождения исследованы по данным геохимического опробования керн буровых скважин по первичным ореолам. В таблице 1 приведено среднее содержание элементов-индикаторов медно-порфирового оруденения в породах, местное фоновое, а также кларковое содержание их в соответствующих породах по А.П.Виноградову (1961).

Туфогенные образования, представленные туфоаргиллитами, туфопесчаниками, туфогравелитами и туфоконгломератами, характеризуются вышекларковым и вышефоновым содержанием меди ($9,0 \cdot 10^{-3}\%$) и молибдена ($2,7 \cdot 10^{-4}\%$). Содержание меди почти в два раза превышает их кларковое ($4,0 \cdot 10^{-3}$) и фоновое ($5,2 \cdot 10^{-3}\%$) содержание. Вышекларковым, но ближе к фоновому, иногда и ниже, содержанием характеризуются свинец, цинк, серебро и олово.

Песчаники и аргиллиты слагают незначительную часть месторождения. Содержание меди в них составляет $10,4 \cdot 10^{-3}\%$ и почти в 100 раз превышает их кларковое и 3 раза местное фоновое содержание. В этих породах значительно превышают кларковое содержание и другие элементы – молибден, свинец, цинк и серебро. Так, в 10-15 раз выше кларковое содержание молибдена ($3,4 \cdot 10^{-4}$), примерно в столько же раз свинца. Однако это содержание находится ближе к фоновому и не образует заметные аномалии.

Таблица 1

**Распределение рудогенных элементов
в породах Гейдагского месторождения**

Разновидности пород	Среднее содержание элементов					
	Cu (п. $10^{-3}\%$)	Mo (п. $10^{-4}\%$)	Pb (п. $10^{-3}\%$)	Zn (п. $10^{-2}\%$)	Ag (п. $10^{-4}\%$)	Sn (п. $10^{-3}\%$)
Туфогенные образования (n = 30)	<u>9,0 (5,2)</u> 4,0	<u>2,7 (1,9)</u> 1,1	<u>7,0 (7,8)</u> 1,2	<u>1,1 (1,0)</u> 0,8	<u>0,44 (0,81)</u> 0,07	<u>0,21 (1)</u> 0,02
Песчаники, аргиллиты (n=26)	<u>10,4 (3)</u> 0,1	<u>3,4 (2,9)</u> 0,2	<u>11,0 (12,5)</u> 0,7	<u>1,2 (0,9)</u> 0,2	<u>0,44 (0,3)</u> п. 10^{-6}	<u>0,15 (0)</u> п. 10^{-5}
Диорит-порфириты, гранодиорит-порфиры (n = 28)	<u>9,2 (8,4)</u> 4,0	<u>2,8 (1,8)</u> 1,1	<u>5,6 (6,1)</u> 1,2	<u>0,75 (0,6)</u> 0,8	<u>0,33 (0,3)</u> 0,07	<u>0,21 (0,1)</u> 0,02
Туфы андезитов, андезидацитов (n = 30)	<u>11,3 (5,4)</u> 4,0	<u>2,1 (1,5)</u> 1,1	<u>7,1 (7,4)</u> 1,2	<u>1,7 (0,4)</u> 0,8	<u>0,4 (0,4)</u> 0,07	<u>0,21 (0,1)</u> 0,02
Андезидацитовые порфириты (n = 30)	<u>8,0 (6,5)</u> 4,0	<u>2,5 (1,6)</u> 1,1	<u>4,5 (5,6)</u> 1,2	<u>0,6 (0,35)</u> 0,8	<u>0,33 (0,6)</u> 0,07	<u>0,18 (0,06)</u> 0,02
Кварцевые сиенит-диориты, граносиениты, диориты (n = 33)	<u>10,1 (7,9)</u> 2,6	<u>2,2 (0,8)</u> 1,2	<u>5,0 (3,5)</u> 1,0	<u>1,0 (0,8)</u> 0,6	<u>0,4 (0,2)</u> 0,05	<u>0,3 (0,2)</u> 0,02

Примечание. Среднее содержание (фоновое содержание). Кларковое содержание в соответствующих породах.

Диорит-порфириты и гранодиорит-порфиры в районе Гейдагского месторождения встречаются в виде протяженных даек северо-западного и широтного направлений. Содержание рудогенных элементов в этих породах мало чем отличается от предыдущего. Содержание главных компонентов – меди и молибдена в них соответственно составляет $9,2 \cdot 10^{-3}\%$ и $2,8 \cdot 10^{-4}\%$. Это содержание в два раза выше кларкового и незначительно превышает фоновое.

Несмотря на выше – и близкларковое содержание и остальных элементов, значение их находится на уровне фонового, нередко и ниже (свинец).

Максимальное содержание меди ($11,3 \cdot 10^{-3}\%$), при местном фоне $5,4 \cdot 10^{-3}\%$, соответствует содержанию туфов андезитов, андезит-дацитов. Содержание молибдена несколько ниже ($2,1 \cdot 10^{-4}\%$) по сравнению с содержанием предыдущих пород. Тем не менее оно превышает как кларковые, так и фоновые значения. Остальные рудогенные элементы характеризуются вышекларковым, но близфоновым содержанием.

Андезит-дацитовые порфириты, часто образующие достаточно выдержанные дайки, отличаются наименьшим содержанием меди ($8,0 \cdot$

$10^{-4}\%$), ($4,0 \cdot 10^{-4}\%$) и в 1,5 раза ($6,5 \cdot 10^{-3}\%$) местного фоновых значения. В вышекларковом и фоновом содержании присутствуют также молибден ($2,5 \cdot 10^{-4}\%$) и олово ($0,18 \cdot 10^{-3}\%$). Остальные рудогенные элементы (свинец, цинк, серебро) находятся ниже фонового уровня. В вышекларковом и фоновом содержании элементы присутствуют лишь в интрузивных образованиях, сложенных из кварцевых сиенит-диоритов, граносиенитов и диоритов. Несмотря на относительно высокое значение меди ($10,1 \times 10^{-3}\%$) в них, содержание ее лишь незначительно превышает фоновое значение ($7 \cdot 10^{-3}\%$). В то же время молибден почти в три раза превышает свое фоновое значение. Для остальных элементов резкое колебание от фоновых значений не установлено.

Как показывает анализ содержания рудогенных элементов, наиболее высокие значения меди связаны с туфами андезитов и андезит-дацитов, а молибдена - с и аржиллитами. В последних в максимальном содержании присутствует также свинец ($11,0 \cdot 10^{-3}\%$). Интрузивные образования характеризуются высоким местным фоном меди и молибдена, и поэтому среднее содержание их в этих породах, в отличие от других пород, незначительно превышает фоновое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азизбеков Ш.А. Геология Нахичеванской АССР. – Москва: Гостехгеоиздат, - 1961, - 502 с.
2. Баба-заде В.М., Махмудов А.И., Рамазанов В.Г. Медно-и молибден-порфиновые месторождения. – Баку: Азернешр, - 1990, - 367 с.
3. Исмаилова А.М. Условия локализации медно-молибденового оруденения Ордубадского рудного района. *Azərbaycanın faydalı qazıntıları, perspektiv sahələrin proqnozlaşdırılması və yeni tədqiqat üsulları. III Respublika elmi konfransının materialları.* - Bakı, -2000.
4. Исмаилова А.М. Модельные типы рудно-магматических систем медно-порфировых месторождений Кедабекского рудного района. Актуальные проблемы современной науки. – Москва: - Спутник, - 2012, - с.219-222.
5. İsmayilova A.M. Qaradağ fliz-maqmatik sistemi və mis-porfir yataqlarının yerləşmə xüsusiyyətləri, zonallığı (Kiçik Qafqaz). – Bakı: Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya MMC, - 2019, - 192 s.
6. Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. Под редакцией В.М.Баба-заде. Медь, Молибден. – Баку: Озан, - 2005, - с. 160-191; 224-290.

**GÖYDAĞ FİLİZ SAHƏSİNDƏ MOLİBDEN-PORFİR FİLİZLƏŞMƏSİNİN
FORMALAŞMASININ VƏ LOKALLAŞMASININ BƏZİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**
(Misxana-Zəngəzur zonası, Kiçik Qafqaz)

A.M.İSMAYILOVA

XÜLASƏ

Məqalədə Göydağ filiz sahəsində molibden-porfir filizləşməsinin formalaşmasının və lokallaşmasının bəzi xüsusiyyətləri xarakterizə olunur. Yataqla molibden-porfir filiz kütlələrinin struktur-morfoloji xüsusiyyətləri araşdırılıb. Müəyyən olunub ki, filiz kütlələri damarcıq, damarcıq-möhtəvi tiplidir və əsas etibarilə diorit-porfirit daykasının zalbandına bitişib, qalenit, sfaleritlə təmsil olunub. Analizlərin nəticəsi misin yüksək miqdarının andezit-tuflarla, molibdenin isə argillitlərlə bağlı olduğunu göstərir.

Açar sözlər: yataq, filiz, filiz sahəsi, süxur, struktura, dayka, mineral, ştokverk, intruziv

**SOME FEATURES OF THE FORMATION AND LOCALIZATION
OF THE GEYDAG ORE FIELD MOLYBDENUM-PORPHYRY
MINERALIZATION**

(Miskhan-Zangezur zone, Lesser Caucasus)

A.M.ISMAILOVA

SUMMARY

In the article, localization and formation features of molybdenum-porphyry mineralization of Goydag ore field are characterized. The geology and structural-morphological characteristics of the ores were studied. The ores are of vein and veinlet disseminated (interspersed) type. The main ore minerals are galena, sphalerite, minor amounts of chalcopyrite and molybdenite. Vascular minerals include quads. The role of dike-type ore masses is noted. Ores are mainly localized in diorite-porphyrite dykes. The analysis of ore-bearing elements shows that high amounts of copper are associated with andesite tuffs and andesidasites, while molybdenite is associated with argillites.

Key words: field, ore, ore field, breed, structure, dike, mineral, stockwork, intrusive

UOT 552.3, 552.11, 552.13, 553.08

**KİÇİK QAFQAZIN MUROVDAĞ ANTİKLİNORİSİNİN PİKİRİT
VƏ PİKROBAZALTLARININ FORMALAŞMASININ
PETROLOJİ-GEOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ****F.H.SARIYEV***Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutu
Bakı Dövlət Universiteti
ferrux.sariyev.2018@mail.ru*

Məqalədə yeni geokimyəvi məlumatlar əsasında Kiçik Qafqazın Murovdağ antiklinorisinin pikrit və pikrobazaltlarının əmələ gəlməsinin petroloji və geokimyəvi xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, pikritlər və pikrobazaltlar yetkin adalar qövsü şəraitində üst mantiya bünövrəsinin 25-30% əriməsi nəticəsində diferensiasiya olunmuş ilkin adalar qövsü olivin-bazalt maqmasının akkumulyativləri olub, bazalt elementləri ilə kasıb olub restit təbiətlidir.

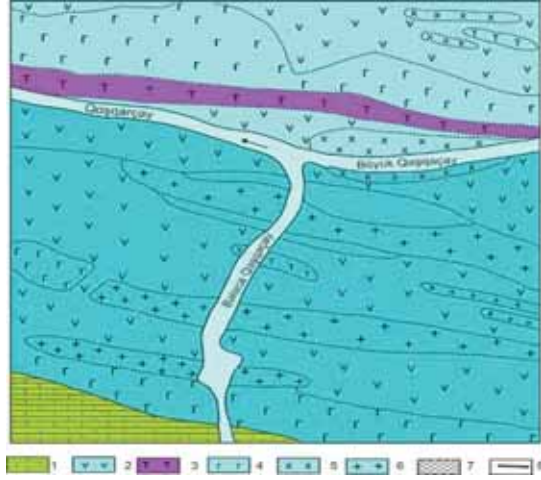
Açar sözlər: Kiçik Qafqaz, Murovdağ antiklinorisi, pikrit və pikrobazaltlar, akkumulyasiya, qismən ərimə modeli

Pikritlər digər maqmatik süxurlardan fərqli olaraq, ilkin mantiya mənbələrinin tərkibini xarakterizə edirlər. Pikritlərin əmələ gəlməsi, öz növbəsində, mantiya maddəsinin yüksək dərəcədə əriməsini asanlaşdıran xüsusi geodinamik şəraitdən asılıdır. Pikritlərin petroloji fərqləri, ehtimal ki, başlanğıc mənbələrinin tərkibindəki dəyişikliklər və bu mənbələrin qismən ərimə dərəcəsidir.

Məlumdur ki, pikritlər öz ilkin tərkiblərinə görə üst mantiya bünövrəsinin əriməsi nəticəsində əmələ gəlir (Izokh, 2010). Bununla yanaşı, istər dünya okeanları şəraitində, istərsə də kontinentlərdə pikritlər əksər hallarda tərkibcə bircins olurlar. Bəzi hallarda kristallaşma diferensiasiyasının bir-başə nəzarəti ilə formalaşırlar.

Müxtəlif petrokimyəvi seriyalı pikritlər Azərbaycan Respublikasının ərazisində Kiçik Qafqazın Murovdağ antiklinorisinin, Xocavənd sinklinorilərinin və Talış zonasının geoloji quruluşlarında aşkar olunmuşdur (Mamedov, Бабаева, 2013).

Normal qələvili möhtəvivari pikritlər Murovdağ antiklinorisinin şimal-şərq yamacında, onun Daşkəsən sinklinorisi ilə qovuşan hissəsində Bayos-Bat yaşlı vulkanitlərin içərisində yerləşir (sək. 1).



Sək.1. Qaşqaçay hövzəsinin sxematik-geoloji xəritəsi

1. Kampan-Maastrixt yaşlı mergellər və lövhəli əhəngdaşları; 2. Bayos və Batın vulkanogen çökmə süxurları (tuflar, tuf brekçiyalar, az qalınlıqlı müxtəlif porfirilərin örtüklərinə malik tuflu konqlomeratlar); 3. Pikritlər; 4. Orta Yuranın diabaz və qabbro-diabazları; Orta Yuranın kvarsli və kvarsız dioritləri; 6. Neokomun kvarsli diorit porfiridləri; 7. Törəmə kvarsitləri; 8. Baş Kiçik Qafqaz üstəgəlməsi xətti.

Murovdağ antiklinorisi Ə.Ş.Şıxəlibəyliyə (1994) görə Lök-Qarabağ struktur-formasiya zonasına daxildir. Gəncəçayın şərq yuxarı axarında Murovdağ silsiləsinin suayrıcı boyunca uzanan bu struktur şimal-şərq doğru (40-45°) zərif enmə bucaqlarına malikdir. Meydançayın şərq yuxarı axarında dayaq müstəvisi tədricən düzlənir, silsilədən uzaqlaşır və cənub-şərq istiqamətində Torağaçay çayına doğru uzanır, burada 60°-ə yaxın enmə bucaqlarına malik olan yuxarı yura əhəngdaşlarını kəsir (Paffenhols, 1948).

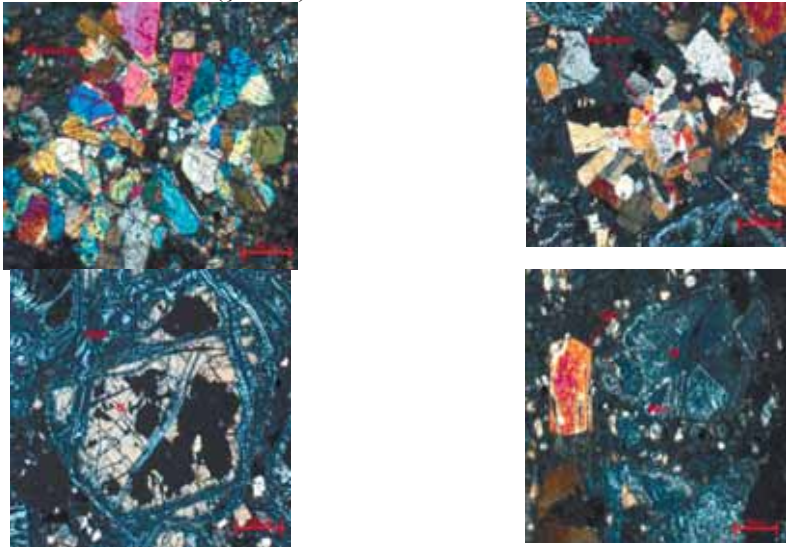
Murovdağ antiklinorisinin geoloji quruluşuna Orta, Üst Yura və Tabaşir yaşlı komplekslər daxildir. Bu strukturda Bayos, Bat, Kimmeric və erkən Tabaşir yaşlı vulkano-plutonik kompleksləri inkişaf etmişdir. Bimodal formasiyanın bir hissəsi olan erkən Bayosun bazalt kompleksi Murovdağın antiklinorisinin zirvəsini təşkil edir. Qeyd olunan kompleksin qalınlığı 1500-1700 metr olan, növbələşən piroklastik, lava və vulkanogen-çökmə birləşmələrindən ibarətdir. Sahədə nisbətən piroklastik fasiyaların süxurları nəzərə çarpacaq dərəcədə üstünlük təşkil edir (70%).

Maqmatik süxurlar arasında pikritlər və pikrobazaltlar xüsusi olaraq maraqlıdır. Balaca və Böyük Qaşqaçay çaylarının qovuşduğu nöqtə-

lərdə pikritlər və pikrobazaltlar ştokvari və daykavari cisimlər şəklində aşkar olunmuşdur (Abdullayev, 1994; Babazadə və b., 2008, Məqribi, 1965, Mustafayev, 2007, Rəcəbov, Məqribi, 1966). Bundan əlavə olaraq Murovdağ antiklinorisinin Bayos vulkanitləri içərisində lay formalı çıxışlar da meydana gəlir. 15-20 m qalınlığındakı bu çıxışlar şimal-qərb istiqamətində 40-50 m-dən çox uzanır.

Müəyyən edilmişdir ki, Elbəkdaş və Qaşqaçay filiz yataqlarının pikritləri, pikrobazaltları, Murovdağ antiklinorisində vulkanizmin inkişafının Kimmeric mərhələsinə uyğundur (Баба-заде и др., 2008).

Bu pikritlər tünd qara rəngli olub, makroskopik olaraq biricinsdir. Pikritlərdə adi gözlə yaşılımtıl-boz rəngli olivin fenokristalları seçilir. Təmas zonanın vulkanitləri ilə zəif termiki həşiyə qeyd olunur. Pikritlər mikroskop altında xarakterik porfir strukturludurlar (şək.2). Fenokristallar arasında olivin tam üstünlük təşkil edir (25-30%). İri səciyyəvi dipiramidal dənələr əmələ gətirirlər. Serpentin ilgəkləri olivini ayrı-ayrı hissələrə bölmüşdür. İlğəklərin aralarında olivin təmiz dəyişməmiş qalmışdır. Tərkibcə olivin fenokristalı forsterit-xrizolitə ($Fe_{8-14\%}$) uyğun olmaqla, əksər hallarda xromşpinellə qarşılıqlı bitişmələr əmələ gətirir. Rombik və monoklinik piroksenlər olivinə nisbətən qismən ksenomorf olub, olduqca məhdud yayılmışlar. Pikritlər təmas zonalarında intensiv xloritləşmişlər. Murovdağ antiklinorisinin pikritlərini petroloji nöqtəyi-nəzərdən təsvir etsək, onların akkumulyasiya yolu ilə formalaşmasını söyləmək olar. Belə ki, mafik və ultramafik mineralların akkumulyasiya olunaraq çökməsini şliflərdə müşahidə etmək mümkündür (şək. 2).



Şək. 2. Murovdağ antiklinorisinin pikritlərinin mikroskopik təsviri (Cpl, x5)

Pikritlət petrokimyəvi nöqtəyi-nəzərdən silisium oksidi ilə kasıb olub, təsnifat diaqramında normal pikritlərin sahəsində toplanırlar (cədvəl 1, şəkil 3).

Cədvəl 1

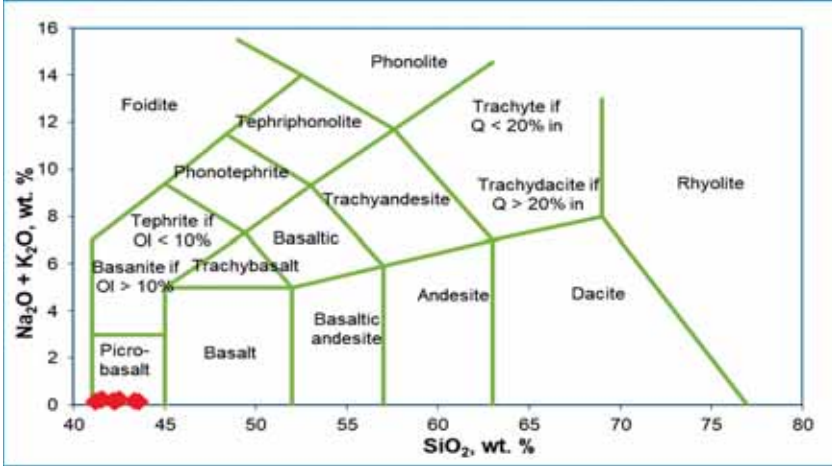
Murovdağ antiklinorisinin pikritlərinin kimyəvi və normativ-mineraloji tərkibi

	3	5	10	72	73	74	76	79
SiO ₂	41,45	42,50	41,60	41,21	42,28	42,15	43,36	43,60
TiO ₂	0,16	0,26	0,24	0,11	0,11	0,15	0,18	0,16
Al ₂ O ₃	7,12	6,70	6,23	9,56	7,46	9,12	9,11	8,78
Cr ₂ O ₃	0,38	0,34	0,24	0,46	0,38	0,42	0,58	0,46
Fe ₂ O ₃	3,42	4,56	3,64	3,92	3,75	3,89	3,42	3,95
FeO	5,53	6,14	6,04	6,49	6,79	6,40	5,60	6,51
MnO	0,18	0,19	0,22	0,17	0,18	0,16	0,20	0,16
MgO	31,78	28,80	28,81	28,85	29,36	27,42	25,20	25,70
CaO	5,53	5,66	8,26	4,23	5,28	6,20	7,30	6,40
Na ₂ O	0,18	0,11	0,10	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12
K ₂ O	0,05	0,14	0,15	0,09	0,08	0,08	0,08	0,04
P ₂ O ₅	0,04	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04
itgi	4,15	4,46	4,39	4,43	4,12	3,64	4,25	3,75
Σ	99,97	99,91	99,96	99,64	99,90	99,77	99,41	99,67
Ap	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Il	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Mt	5,5	7,1	5,6	6,4	6,0	6,3	5,8	6,4
Or	0,3	0,8	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2
Ab	1,5	0,9	0,8	0,5	0,6	0,8	0,8	1,0
An	18,5	17,4	16,1	20,6	19,8	24,2	24,2	23,3
Di	3,6	4,3	10,3	-	2,6	2,6	5,0	3,4
En	2,9	3,5	8,2	-	2,0	2,1	3,9	2,7
Fs	0,3	0,3	0,9	-	0,3	0,2	0,4	0,4
Fo	44,4	31,8	39,7	32,8	34,8	32,4	24,4	23,9
Fa	4,4	3,5	4,8	4,2	4,8	4,3	3,0	3,4
En	12,9	22,8	6,9	25,1	21,5	20,0	24,0	27,3
Fs	1,1	2,3	0,8	2,9	2,7	2,4	2,7	3,5
Σ	95,8	95,3	95,6	93,3	95,9	96,2	95,1	95,9

3, 73 – olivinli pikrit; 5, 10, 72, 74, 76, 79 – olivinli-piroksenli pikrit.

Qeyd olunan təsnifat diaqramında nöqtələrin bir yerdə toplanması zəif təkamül prosesinin baş verməsi ilə izah olunur.

Aparılan petroloji, geokimyəvi və mineraloji tədqiqatların nəticəsi göstərir ki, həqiqətən pikrit maqması yer qabığı şəraitində zəif təkamülə uğramışdır.



Səkk.3. Kiçik Qafqazın Murovdağ antiklinorisinin pikritlərinin tərkiblərinin TAS diaqramında yeri (Le Bas et al., 1986)

Geokimyəvi baxımdan bu süxurlar kalium-natrium mülayimqələvi seriyasına aid edilir (şək. 4), ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}=0,83-0,71$), (Irvine & Baragar, 1971). Bütün süxurlar aşağı titan ($\text{TiO}_2=0,11-0,26\%$) və yüksək alüminium oksidlidir ($\text{Al}_2\text{O}_3=6,23-9,56\%$).

Tərkibinə görə bu intruziv fasiyaların süxurlarına uyğundur. Təsvir edilən zonaların paylanması daxilində müxtəlif ərazi nisbətlərində metasomatik formasiyalar inkişaf edir. Onlar epidotlardan, ikinci dərəcəli kvarsitlərdən və az miqdarda kaolinit və serititlərdən ibarətdir. Burada pikrobazaltlar kimmeric vulkanitlərinin arasında nazik subvulkanik cisimlər şəklində yerləşir. Qeyd etmək lazımdır ki, burada kimmeric vulkanları və pikrobazaltları əhəngli qələvi seriyası ilə təmsil olunur.

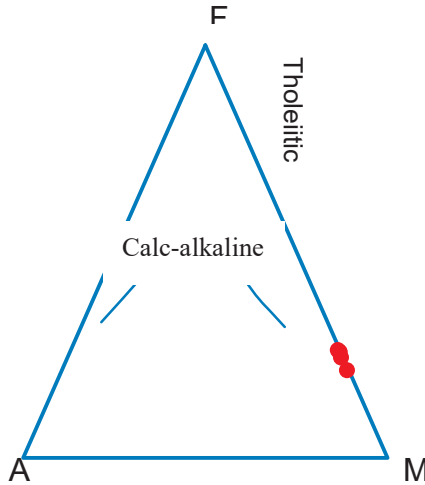
Geokimyəvi məlumatlara görə, bu süxurlarda qələvilərin miqdarı 7,4-9,0% arasında dəyişir. Tərkibinə görə (MgO 25,20-31,78% ; K_2O - 0,04-0,15% ; Na_2O 0.06-0.18 Ni – 321-597 q/t; Cr -1260-2360 q/t) bu pikrit və pikrobazaltlarda maqneziumun yüksək konsentrasiyası ilə səciyyəlidir. Bununla bərabər xromun konsentrasiyası nikkələ nisbətdə üstünlük təşkil edir. (cəđ. 1). Həmçinin natrium və kalium oksidlərinin miqdarı kifayət qədər azdır (cəđ.1).

Murovdağ antiklinorisinin intruziv kompleksləri R.N.Abdullayev (1988) və bir çox başqa alimlərin fikrincə, Qızıllağac, Qoşqardağ, Ocaqdağ-Qaşqaçay və başqa intruziyalarla təmsil olunur.

Ocaqdağ-Qaşqaçay qrupunun intruziyaları orta yura dövrünün qapalı tuf-çökmə süxurlarının təması boyunca yerləşən üç kəsikli açılışlarda yerləşir. Onların eni 10-50 m və 50-100 m-ə çatan laylı morfolojiyalrı vardır. Böyük Qaşqaçayın sağ yamacında bu intruziyaların çoxsaylı nazik

açılışları qeyd olunur. Tərkibinə görə bu intruziyalar kvars dioritləri və kvars qabbro-dioritlərindən ibarətdir. İntрузiyaların daha kiçik açılışları dioritlər, qabbroidlər və qabbro-doleritlərdən ibarətdir.

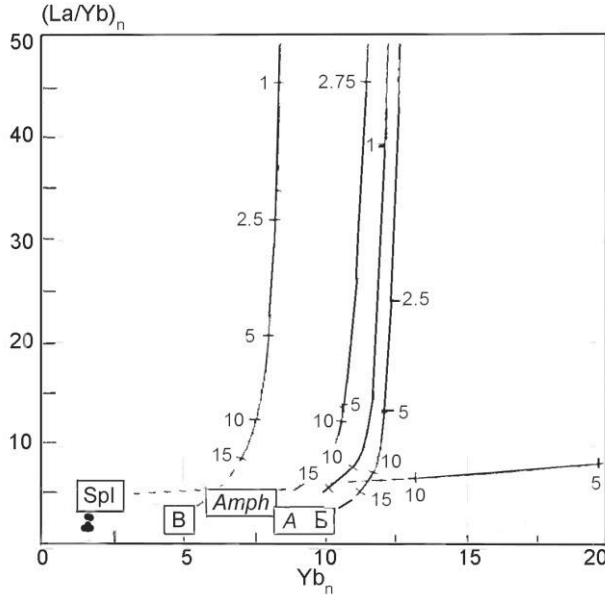
Qaşqaçay intruziyaları bu çayların vadisində və yamaclarında yerləşir. Burada əsas kütlə kimi bat və bayos vulkanik süxurları da lava axınlarından və vulkanoklastlardan ibarətdir. Bu intruziyaların areollarında dayka kompleksləri geniş şəkildə inkişaf etmişdir. İntрузiyalar həmçinin diorit və onun kvars analoqlarından ibarətdir.



Şək 4. Murovdağ antiklinorisinin pikritlərinin seriya mənsubiyyəti (Irvine & Baragar, 1971)

Murovdağ antiklinorisinin pikritlərini petroloji-geokimyəvi nöqteyi-nəzərdən təsvir etsək, onlar yetkin adalar qövsü şəraitində üst mantiya bünövrəsinin 25-30% əriməsi nəticəsində diferensiasiya olunmuş ilkin adalar qövsü olivin-bazalt maqmasının akkumulyatları hesab olunurlar (şək. 5). Bununla bərabər qeyd etmək olar ki, Murovdağ antiklinorisinin pikritləri bazalt elementləri ilə kasıb olub, restit təbiətlidir.

5 sayılı şəkil kömürlü xondritə görə normallaşdırılmış $(La/Yb)_N - Yb_N$ nisbətini əks etdirir. Şəkildən görüldüyü kimi ərimənin miqdarı 25%-dən çoxdur. Bütün bunlarla bərabər, qeyd etmək olar ki, özülün tərkibi şpinelli fasiyaya yaxınlaşır. Özülün tərkibi şpinelli, mikalı harsburgit və lersolite yaxındır (şək.5). Həmin özüllərdə fosforun və flüorun daşıyıcısı olan apatit də iştirak edir. Təqdim olunmuş materialların təhlili göstərir ki, həqiqətən əriməyə məruz qalan özül bir yerdə rast gəlməyən elementlərlə xeyli kasıblaşmışdır. Bu proses bir çox məqamların açıqlanmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.



Şək.5. Murovdağ antiklinorisinin pikritlərinin xondritə görə normallaşdırılmış $(La/Yb)_n$ - Yb_n konsentrasiyaları koordinatlarında üst mantiya özülünün qismən ərimə modeli

Tədqiqatlar göstərir ki, pikritlərlə bir çox filiz minerallaşmaları əlaqədardır. Xüsusi olaraq bu süxurlar mis, qızıl, nikel, xromla potensial filizli hesab olunurlar. Lakin bununla bərabər, son zamanlar bu süxurların platinə potensial filizli olması mövzusu geniş tədqiqat obyektinə çevrilmişdir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, bu süxurların əmələgəlmə şəraiti həqiqətən onların platin filizləşməsinin potensial mənbələri olmasına zəmin yaradır.

Nəticə

-Yeni məlumatlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, Kiçik Qafqazın Murovdağ antiklinorisinin pikritləri yetkin adalar qövsü şəraitində üst mantiya bünövrəsinin 25-30 % əriməsi nəticəsində diferensiasiya olunmuş adalar qövsü ilkin olivin-bazalt maqmasının akkumulyativ əmələgəlmələri hesab oluna bilər. Bu proses petroloji nöqteyi-nəzərdən mafik və ultramafik mineralların akkumulyasiyası ilə təsdiqlənir.

-Müəyyən olunmuşdur ki, Kiçik Qafqazın Murovdağ antiklinorisinin pikritləri bazalt elementləri ilə kasib olub, zəif diferensiasiyaya uğramış və restit təbiətlidir.

-Metallogenik cəhətdən qeyd olunan ərinti mis, nikel, xrom və qızıl minerallaşmaları üzrə ixtisaslaşmışdır. Pikritlər və pikrobazaltlar platin minerallaşmasının əsl mənbələri hesab oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Абдуллаев Р.Н. и др. Мезозойские магматические формации Малого Кавказа и связанное с ними эндогенное оруденение. – Баку: Элм, - 1988, - 158 с.
2. Магриби А.А. О новых минералах медно- и серноколчеданных руд бассейна р. Кашкачай Дашкесанского района. Изв. АН Азерб.ССР, серия геолого-географическая, №4, 1965.
3. Мустафаев М.А. Петрология и геодинамические условия формирования мезозойских магматических комплексов Кавказской окраины Тетиса (Азербайджан). Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук. - №4, - 2007, - с.139-152.
4. Раджабов М.М., Магриби А.А. Новые данные о Кашкачайских интрузивах. Ученые записки АГУ, серия геолого-географическая, - №1, - 1966, - с.20-26.
5. Паффенгольц К.Н. Нижне-среднеюрские отложения Восточного Закавказья. В кн. Геология СССР, т.10, ч.1. - М-Л.: Гостеолиздат, - 1941.
6. Шихалибейли Э.Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. - Баку: Элм, - 1968, - т. II, - 222 с.
7. Irvine T.N. and Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Earth Sci. – 1971, - № 8, - p. 523-548.
8. Баба-заде В.М., Мамедов М.Н., Рамазанов В.Г., Имамвердиев Н.А. и др. Петролого-геохимические особенности формирования юрских пикритов и пикробазальтов Муровдагского антиклинория (Малый Кавказ). Вестник Бакинского Университета, серия естественных наук, 2008, - №1, - с.105-116
9. Izokh A.E. et al. The Ureg Nuur Pt-bearing volcanoplutonic picrite-basalt association in the Mongolian Altay as evidence for a Cambrian-Ordovician Large Igneous Province // Russian Geology and Geophysics. 2010. Vol.51. Iss. 5 p.p.521-533.
10. Мамедов М.Н., Бабаева Г.Д., Садыгов Н.М. Минеральные парагенезисы трахибазальт-трахидолеритового и тефрит-тешенитового комплексов Ходжавендского прогиба Малого Кавказа. АМЕА Хəбərlər. Yer elmləri. - №2, - 2013, - s.26

ПЕТРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПИКРИТОВ И ПИКРОБАЗАЛЬТОВ МУРОВДАГСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ МАЛОГО КАВКАЗА

Ф.Х. САРИЕВ

РЕЗЮМЕ

В статье на основе новых геохимических данных рассмотрены петролого-геохимические особенности формирования пикритов и пикробазальтов Муровдагского антиклинория Малого Кавказа. Установлено, что пикриты и пикробазальты являются аккумулятивными образованиями дифференцированной островодужной первичной оливин-базальтовой магмы, которые образуются при 25-30% плавления основания верхней мантии в условиях зрелых островных дуг. Пикриты обеднены базальтовыми элементами и могут считаться реститовыми по своей природе.

Ключевое слово: Малый Кавказ, Муровдагский антиклинорий, пикрит и пикробазальты, аккумуляция, модель частичного плавления

**PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF THE FORMATION
OF PICRITE AND PIKROBASALTS IN THE MUROVDAGH ANTICLINORIUM
OF THE LESSER CAUCASUS**

F.H.SARIYEV

SUMMARY

Based on new geochemical data, the article considers the petrological and geochemical features of the formation of picrites and picrobasalts of the Murovdag anticlinorium of the Lesser Caucasus. It has been established that picrites and picrobasalts are accumulative formations of differentiated island-arc primary olivine-basaltic magma, which are formed during 25-30% melting of the upper mantle base under mature island arc conditions. Picrites are poor in basaltic elements and can be considered restite in nature.

Keywords: Lesser Caucasus, Murovdag anticlinorium, picrite and picrobasalts, accumulation, partial melting model

UOT 550.38

**İŞLƏNİLMƏ OBYEKT LƏRİNİN NEFTVERMƏ ƏMSALLARININ
MÜXTƏLİF XARAKTERLİYİNİN QIYMƏTİNƏ DAİR**

F.F.MƏHƏRRƏMOV, C.C.ŞƏRİFOV
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
fuadabid@mail.ru; sherifov.1958@mail.ru

Azərbaycanın dəniz yataqları üzrə toplanmış və sistemləşdirilmiş geoloji-mədən materialı əsasında onların ehtiyatlarının müxtəlif istifadə dərəcəsinin səbəbləri təhlil edilmişdir. Bu məqsədlə neftverməyə təsir edən, kompleks amil kimi, təbii rejimi üzrə yataqların identifikasiyası aparılmışdır. Əsasən iki tip: qarışıq və neftdə həll olmuş qaz rejimlərində drenaj olunan dəniz yataqları üçün neftvermə modelləri alınmışdır. Bu reqressiya tənlıkların və geoloji-mədən təhlili əsasında neftverməyə təsir edən amillərin müqayisəli analizi aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, neftvermə əmsallarının geniş dəyişmə diapazonu yataqların daxili quruluşu, layların enerjisi və onları doyduran flüidlərin müxtəlif aktivlik dərəcəsi ilə bağlıdır. Məlumdur ki, hər bir geoloji-texnoloji parametr bu və yaxud digər dərəcədə neftverməyə təsir edir. Bu təsir kompleks xarakter daşıyır və yatağın işlənilmə prosesində müəyyən dəyişikliyə məruz qalır. Parametrlərin neftverməyə təsirinin tədqiqi məqsədlə qarışıq və neftdə həll olmuş qaz rejimlərində drenaj olunan dəniz yataqlarının bir sıra parametrlərinin ortalanmış qiymətlərinin matrisləri tərtib olunmuşdur. Çoxölçülü korrelyasiya-reqressiya analizi və müvafiq proqram təminatının təbiiqi ilə yuxarıda qeyd olunan hər bir rejim üçün modellər alınmışdır. Bu modellərin müqayisəli təhlili və eləcə də alınmış reqressiya tənlıklarına daxil olan parametrlərin geoloji-mədən tədqiqatları neft hasilatı prosesini vaxtında korreksiya etməyə imkan verir və bu obyektlərin işlənilməsinin başa çatdırılması layihələrin tərtib edilməsi zamanı istifadə oluna bilər.

Açar sözlər: korrelyasiya-reqressiya analizi, neftdə həll olmuş qaz rejimi, qarışıq rejim, layların neftverməsi, balans və cari ehtiyatlar.

Praktiki olaraq neft və qaz yataqlarının hətta ən rəsonal tərtib olunmuş ilk işlənilmə layihəsi də, sonrakı mərhələlərdə dəqiqləşdirmə, müəyyən korreksiyaların daxil edilməsi və neftçıxarma prosesinin tənzimlənməsini tələb edir. Bu, karbohidrogenlərin hasilatına təsir edən çox amillərlə, prosesin özünün dinamikası, yataqların daxili quruluşunun dəqiqləşdirilməsi ilə bağlıdır. Bu amillər yataqların təbii şəraitləri və işlənilmə sistemləri ilə müəyyən edilir, bununla belə onların əhəmiyyətliyi texnoloji zamanda daim dəyişir (Bağırov və b., 2007; Yefimova və b., 2010; Muslimov, 2014).

İşlənilmə prosesinə və son nəticədə layların neftveriminə təsir göstərən parametrlərin tədqiqini bütün neft yataqları üçün yox, lakin identik təbii xassələrlə səciyyələnən obyektlər üzrə həyata keçirilməsi məqsədə uyğundur. Bu cür qoyuluş məhsuldar laylardan neftin çıxarılma dərəcəsinə amillərin təsiri məsələsinin müfəssəl və adekvat həlli şərtləri ilə uzlaşır. Bu məqsədlə, bizim nöqtəyi-nəzərə görə, yataqları ilk növbədə məhz təbii rejim üzrə (neftverməyə bilavasitə təsir göstərən komplek amil kimi) identifikasiya edilməsi vacibdir. Sonra obyektlərdə ehtiyatların müxtəlif realizə dərəcəsinin səbəb xarakterinin müfəssəl tədqiqatını həyata keçirmək lazımdır.

Bizim tədqiqat obyektlərimiz əsasən yataqların iki drenaj növü ilə (neftdə həll olmuş qaz və qarışıq rejimləri) səciyyələnən Azərbaycanın dəniz yataqlarıdır (Bağirov, 1986; Bağirov və b., 2012).

Neftdə həll olmuş qaz rejimində layda neftin süzülməsi lay təzyiqinin qazın neftdə doyma təzyiqindən aşağı düşdükdə neftdən ayrılan yalnız qaz qabarcıqlarının enerjisi hesabına təmin olunur. Təbii ki, bu mexanizm ehtiyatların uğurlu realizəsinə gətirib çıxara bilməz və kiçik son neftvermə əmsalları ilə səciyyələnir (Çan və b., 2006; Tü və b., 2009).

Qarışıq rejimlə səciyyələnən yataqlarda lay enerjisinin təzahürü konturaxası sahələrin və neftdə həll olmuş və yatağın məhsuldar hissəsinin məsamələrində akkumulyasiya olunmuş qaz resurslarının enerjisi hesabına baş verir. Qeyd etmək lazımdır ki, qarışıq rejimin təzahürü məkan və eləcə də zaman xarakteri daşıyır. Birinci növ obyektlər strukturların hündür hissələrinin işlənilməsi zamanı ilk əvvəl əsasən qaz resursları təsiri ilə, halbuki strukturun kənar hissələri yalnız kənar suların təzyiqi hesabına işlənir. İkinci növ qarışıq rejimli yataqların təzahür mexanizmi bir qədər başqadır: ilk əvvəl rezervuarın əsas həcmi başlıca olaraq qaz resurslarının hesabına drenaj olunur, sonra isə lay təzyiqi düşdükcə tədricən kontur axması sahələrin təsiri daha da aktivləşir.

Qarışıq rejimlə səciyyələnən yataqlar, dinamik sistemlər kimi, laya vurulan suyun həcmnin və istiqamətinin dəyişilməsi, mayenin çıxarılması və b. yolu ilə işlənilmədə nisbətən yaxşı tənzim olunurlar.

Neftverməyə amillərin təsirinin və başa çatdırılmasının rəasional yollarının müəyyən edilməsi məqsədilə Azərbaycanın işlənilmədə olan dəniz yataqlarından neftdə həll olmuş qaz rejimi üçün 49 istismar obyekti və qarışıq rejimli 75 yataq seçilmişdir. Neftdə həll olmuş qaz rejiminə, əsasən, Azərbaycanın məhsuldar qatının (alt pliosen) qırmakı lay dəstəsi obyektləri, lakin balaxanı lay dəstəsinin V və VII horizontları, QÜQ və QAD lay dəstələri çox hallarda qarışıq drenaj rejiminə aid edilir (cədvəl 1). Sonra onların ehtiyatlarının müxtəlif realizə dərəcələrinin səbəb xarakterinin müfəssəl öyrənilməsi aparılmışdır (Bağirov və b., 2013; Dışın və b., 2018).

Cədvəl 1

Azərbaycanın neftdə həll olmuş qaz və qarışıq rejimləri ilə səciyyələnən dəniz yataqlarının işlənilmə nəticələri

Rejimlər	Obyektlərin sayı	İlk ehtiyatlar, mln t.		İşlənilmənin əvvəlindən toplanmış neft hasilatı, mln t.	Neftvermə əmsalları		Qalıq ehtiyatlar, mln t.	
		balans	çıxarılabılən		cari	son	balans	çıxarılabılən
Həll olmuş qaz	49	260,4	87,1	59,9	0,23	0,33	200,5	27,2
Qarışıq rejim	75	421,9	226,7	200,6	0,48	0,54	221,3	26,1

Aparılan tədqiqatların elementlərindən biri müqayisəli təhlilin həyata keçirilməsidir. Bu da, müxtəlif təbii şəraitlərə mənsub olan dəniz yataqlarının ehtiyatlarının realizə xüsusiyyətlərini aşkar etməyə imkan verir.

Müqayisəli təhlil proseduru geniş aprobeasiya olunan statistik müqayisəli üsul əsasında yerinə yetirilmişdir. Bu üsul Stüdent və Fişer parametrik meyarlarının cəlb olunmasını nəzərdə tutur.

Ayrılmış eynitipli yataqlar qruplarının hüdudlarında müvafiq statistik meyarlar əsasında dəniz yataqlarının cari və son neftvermə əmsallarının müqayisəli təhlili keçirilmişdir. Təhlil hər bir rejim üçün ayrılmış yataqlar qrupunda ehtiyatların realizəsinin müxtəlif xarakterliliyi və onların fərqlilik dərəcəsinin aşkar edilməsi məqsədilə yerinə yetirilmişdir (Bağirov və b., 2010; Abdullayeva, 2010; Altunina və b., 2020).

Cədvəl 2

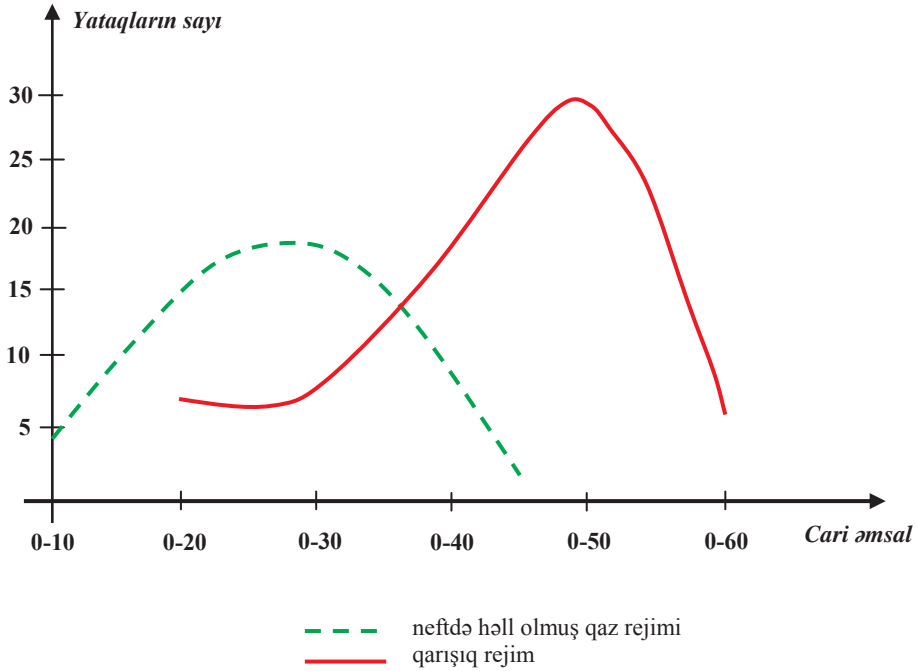
Neftdə həll olmuş və qarışıq rejimlərlə səciyyələnən obyektlərin neftvermə əmsallarının müqayisə nəticələri

	Təbii drenaj rejimləri				Meyarlar			
	Qarışıq		Neftdə həll olmuş qaz		Stüdent		Fisher	
	orta qiymət	dispersiya	orta qiymət	dispersiya	$t_{hesab.}$	$t_{cadv.}$	$F_{hesab.}$	$F_{cadv.}$
K_{cari}	0,48	0,03	0,19	0,01	9,73	1,97	2,60	1,56
K_{son}	0,50	0,03	0,28	0,02	8,50	1,98	1,62	1,56
Meyarlar $\alpha = 0.05$ əhəmiyyətlik dərəcəsi ilə hesablanmışdır.								

Beləliklə, rejimlərin əmsallarını bir-biri ilə müqayisə edərək əhəmiyyətli fərqlər aşkar edilmişdir. Bu da onu göstərir ki, bu obyektlər lay enerjisinin təzahürü səciyyəsinə görə tamamilə bir-birindən seçilirlər (cədvəl 2). Yuxarıda verilənlərdən görüldüyü kimi, drenaj rejiminin təzahür xarakterinə görə qruplaşdırılmış hər iki növ yataqlar üzrə cari neftvermə əmsallarının qiymətlərinin əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməsi səciyyəvidir. Belə ki, dəniz yataqlarında neftdə həll olmuş qaz rejimi üçün bu qiymət 0,10 – 0,44

hüdüdlərində dəyişir, qarışıq rejim üçün bu qiymət 0,20 – 0,60 arasında dəyişir (şəkil 1).

Təbiidir ki, digər bərabər şəraitlərdə (o cümlədən işlənilmə sistemlərində) hər iki rejimin yataqları neftvermə əmsalları kiçik olduqda layın passiv enerjisi, neftvermə əmsalları yüksək olduqda isə aktivlikdən xəbər verir. Məlumdur ki, qarışıq rejim öz təbii təşkilinə görə həll olmuş qaz rejiminə nisbətən daha aktiv hesab olunur. Aktivlik dərəcəsinin paylanma sahəsini müəyyən etmək məqsədilə cari neftvermə əmsallarının birləşdirilmiş qrafiki tərtib olunmuşdur (şəkil 1).



Şəkil 1. Neftdə həll olmuş qaz və qarışıq rejimləri ilə əlaqəli obyektlər üçün cari neftvermə əmsalının paylanmasının qrafiki.

Yataqların neft hasilatının fərqləndirici əsas xüsusiyyətlərdən biri odur ki, işlənilmə sisteminin mükəmməlliyindən və onun intensiv tətbiqinin davamlılığından asılı olmayaraq bu yataqların ehtiyatlarını tam realizə etmək mümkün olmur. Bu təzahür, kollektorların özlərinin təbii təqdim olunması ilə əlaqələndirilir, bu da işlənilmə prosesinə fərqli təsir edir. Bununla belə lay parametrləri özlərini sərbəst yox, mürəkkəb qarşılıqlı təsir şəklində büruzə verir. Bundan başqa onların işlənilmə prosesində əhəmiyyəti sabit deyil və texnoloji zamanda müəyyən dəyişmələrə məruz qalır. Beləliklə, işlənilmədə olan lay, hidrodinamik sistem kimi, olduqca mürəkkəb məcmu-

dur. Onun daxili strukturunun aydın edilməsi həm elmi və həm də praktiki baxımdan aktualdır. Bu məsələləri araşdırmadan dəniz yataqlarının neft ehtiyatlarının ləng, yaxud sürətli realizəsinin səbəblərini müəyyənləşdirmək mümkün olmur.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq, biz neftdə həll olmuş qaz və qarışıq rejimləri ilə səciyyələnən dəniz yataqlarının tərtib etdiyimiz neftvermə modellərinin müqayisəsini etmişdik. Neftvermənin modelləşdirmə məsələsi kompüter texnologiyası cəlb olunmaqla çoxölçülü korrelyasiya-reqressiya təhlilinin istifadəsilə həll edilmişdir. Bunun üçün, qarışıq rejimli yataqların matrisinə 11 əlamətlərin orta qiymətləri daxil edilmişdir: layların effektiv qalınlığı (x_1), süxurların məsaməliyi (x_2), kollektorların keçiriciliyi (x_3), süxurların qumluluğu (x_4), neftin sıxlığı (x_5), neftin özlülüyü (x_6), çöküntülərin bölünməsi (x_7), sement maddəsinin miqdarı (x_8), məhsulun sulaşması (x_9), işlənilmənin əvvəlində olan neftçıxarma tempi (x_{10}), quyu şəbəkəsinin sıxlığı (x_{11}). Lakin neftdə həll olmuş qaz rejimi ilə drenaj olunan yataqlar üçün matrisə əlavə olaraq aşağıdakı əlamətlərin orta qiymətləri daxil edilmişdir: obyektlərin işlənilmə müddətində təzyiqin düşküsü (x_{12}), doyma təzyiqi (x_{13}), neftin həcm əmsalı (x_{14}), layın temperaturu (x_{15}) və qaz amili (x_{16}) (Магерамов и др., 2021).

Proqramın realizəsi nəticəsində neftvermənin aşağıdakı modelləri və cəm korrelyasiya əmsalları alınmışdır:

neftdə həll olmuş qaz rejimi ilə səciyyələnən obyektlər üçün

$$y_1 = 0,13378 + 0,05735(x_1) + 0,1487 \sqrt{(x_2)} + 0,015(x_3) - 0,00706(x_6) - 0,0839(x_7) + 0,0342(x_{11}) - 0,01344(x_{12})/3$$

$$R_{\text{cəm}} = 0,72$$

qarışıq rejimlə səciyyələnən obyektlər üçün

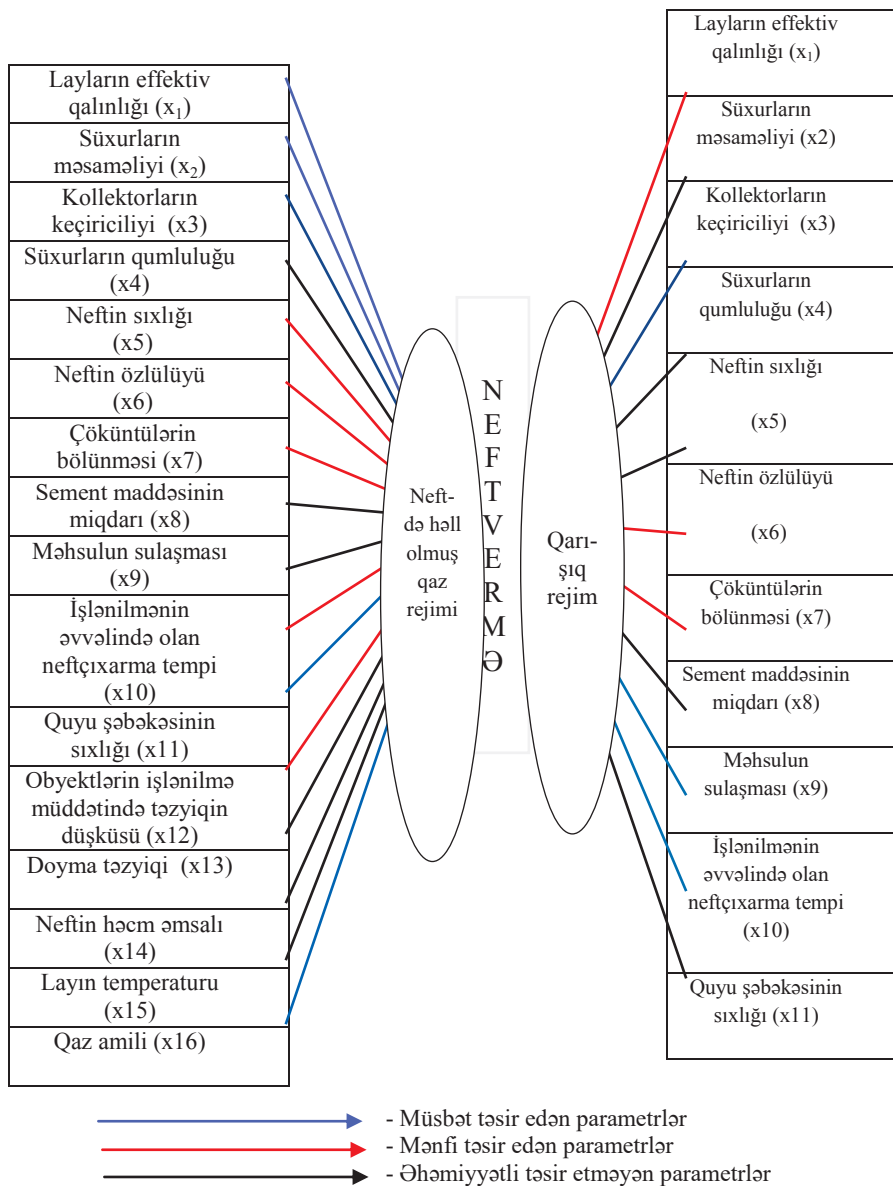
$$y_2 = 1,024 - 0,655(x_1) + 5,334 \frac{1}{e^{x_3}} + 0,212(x_6)^{-1} - 0,457(x_7) +$$

$$3,126(x_9) + 1,714(x_{10})$$

$$R_{\text{cəm}} = 0,76$$

Qeyd etmək lazımdır ki, tənliklərin strukturuna yalnız o əlamətlər daxil edilmişdir ki, onların neftverməyə əhəmiyyətli (müsbət, yaxud mənfi) təsiri qeyd olunmuşdur. Qalan əlamətlər az əhəmiyyətli kimi tənlikdə öz əksini tapmamışlar.

Müxtəlif rejimlər üçün işlənilmədə olan yataqların parametrlərin təsirinə (müsbət, yaxud mənfi) xarakterinin əyani təsviri üçün sxem tərtib olunmuşdur (şəkil 2).



Şəkl.2. Müxtəlif rejimlərdə yataqların işlənilməsinə təsir edən parametrlərin sxemi.

Yuxarıdakı şəkildən görüldüyü kimi, neftdə həll olmuş qaz rejimli yataqların ehtiyatlarının çıxarılmasına müsbət təsir edən parametrlər bunlardır: layların effektiv qalınlığı, süxurların məsaməliyi, kollektorların keçiriciliyi və quyu şəbəkəsinin sıxlığı. Mənfi təsir edənlər isə - çöküntülərin bölünməsi, neftin özlülüyü, obyektlərin işlənilmə müddətində təzyiqin düşküsüdür. İstismarı qarışıq rejimlə müşayiət olunan yataqlar üçün işlənilməyə

müsbət təsir göstərən aşağıdakı parametrlər olmuşdur: kollektorların keçiriciliyi, məhsulun sulaşması, obyektlərin işlənməsinin əvvəlində neftçıxarma tempi. Bu yataqlar üçün mənfi təsir edən əlamətlər kimi layların effektiv qalınlığı, neftin özlülüyü və çöküntülərin bölünməsi qeyd olunmuşdur. Effektiv qalınlıq, əhəmiyyətli parametr kimi, reqressiya tənliklərinin ikisinə daxildir, baxmayaraq ki, onun neftverməyə təsiri hər iki baxılan rejimlər üçün birmənalı deyil. Əgər onun qiymətinin artımı neftdə həll olmuş qaz rejimi ilə drenaj olunan yataqlardan ehtiyatların çıxarılmasına müsbət təsir etmişdirsə, qarışıq rejimli obyektlər üçün bu artım özünü mənfi göstərir. Uzun müddət işlənilmədə olan yataqların geoloji-mədən təhlili göstərir ki, neftdə həll olmuş qaz rejimi zamanı işlənilmə prosesində quyu debitlərin aşağı düşməsi neftdə həll olmuş qaz resurslarının azalması ilə bağlıdır və bu da lay təzyiqinin doyma təzyiqindən aşağı düşməsi ilə əlaqələndirilir.

İşlənilmə təcrübəsi göstərir ki, əlavə dəşiklərin açılması yolu ilə süzgəcin uzunluğunun artırılması hər dəfə müsbət nəticələr vermişdir. Buna misal kimi, Mərkəzi Abşeron yataqlarının qırməki lay dəstəsi obyektlərini göstərmək olar, hətta işlənilmənin son mərhələsində effektiv qalınlığın əlavə intervalının qoşulması neftin orta gündəlik debitini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan vermişdir. Qarışıq rejimli yataqlarına gəldikdə isə, süzgəcin artırılması burada həmişə sulu laycıqların işlənilməyə daxil edilməsi riski ilə müşayiət olunur və onlar adətən belə yataqlarda daha da aqressiv olurlar. Bundan başqa belə yataqlarda böyük süzgəclər ilə layın açılması çox vaxt tıxac əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunmuşdur ki, bu da süzgəcin bütün əlavə perforasiya intervalının drenajını çətinləşdirmişdir (Мареппамов и др., 2021; Манжай и др., 2021).

Süxurların məsaməliyi, neftverməyə müsbət təsir edən parametr kimi, yalnız neftdə həll olmuş qaz rejimli yataqların modelində öz əksini tapmışdır, amma süxurların keçiriciliyi reqressiyanın iki tənliyinə daxil olmuşdur və, gözlənilməsi kimi, neftverməyə müsbət təsir edir. Güman etmək çətin deyil ki, layın keçiriciliyinin artırılması məsaməli mühitdə neftin hərəkətini təmin edir, baxmayaraq ki, onun əhəmiyyəti müxtəlif rejim təzahürlərində fərqli qeyd edilmişdir.

Neftin özlülüyü, hər bir lay şəraitində neftverməyə mənfi təsir edən amil kimi çıxış edir. Aydındır ki, neftin özlülüyü nə qədər çox olduqca onun lay şəraitlərində süzülməsi bir o qədər çətinləşir (Мареппамов, 2021; Вершинина и др., 2015; Калинина и др., 2002).

Layların bölünməsi, özlülük kimi, iki modelə daxildir və neqativ xarakterlidir. Qeyd etmək vacibdir ki, işlənilmə prosesində obyektlərin hər bir təbii şəraitlərində layın bölünməsi onun həcmi boyu enerji resurslarının bərabər paylanmasını mürəkkəbləşdirir, su-neft kontaktının frontal hərəkətini, yaxud qaz qabarcıqlarının genişlənməsi hesabına quyu dibinə flüidlərin

sıxışdırılmasını təmin etməyə imkan vermir. Buna görə istismar obyektinin laylaşma tezliyinin mənfi təzahürünün xüsusi izah olunması tələb olunmur.

Baxmayaraq ki, layın sulaşması yalnız qarışıq rejiminin tənliyində öz əksini tapmışdır, ehtiyatların mənimsənilməsinə onun müsbət təsiri bütün təbii şəraitlərdə müşahidə olunur, əgər sulaşma müntəzəm və bərabər getsə. Azərbaycanın, neftdə həll olmuş qaz rejimi ilə səciyyələnən yataqlarında işlənilmə prosesində suyun faizi əhəmiyyətlidir və bu da neftin layda sıxışdırılması zamanı müsbət təsir edir.

Qarışıq rejimli yataqlarda işlənilmənin əvvəlində yüksək neftçıxarma templəri lay təzyiqinin düşməsi ilə əlaqədar kontur arxası sahələrin təsirinin aktivləşməsinə kömək edir. Bu yataqlarda işlənilmənin əvvəlində neftçıxarılma nə qədər çox olsa, III və IV mərhələlərdə neft hasilatı dinamikasının əyrisinin uzunluğu bir o qədər böyük olur və beləliklə də neftvermə əmsalları böyük olur. Neftdə həll olmuş qaz rejimində, işlənilmənin əvvəlində çıxarılma nə qədər çox olsa, bir o qədər də neftvermə aşağı olur. Bu onunla izah olunur ki, son dərəcə yüksək neftçıxarılma lay enerjisinin səmərəsiz qabaqlayıcı sərfi hesabına təmin olunurdu. İşlənilmənin artıq ilk mərhələsində həll olmuş qazın enerjisinin tükənməsi son mərhələdə məsaməli mühitdə neftin hərəkətinə mənfi təsir göstərir.

Quyu şəbəkəsinin sıxlığı neftdə həll olmuş qaz rejimi ilə səciyyələnən yataqların neftveriminə müsbət təsir etmişdir, bununla belə qarışıq rejim üçün əhəmiyyətli rol oynamamışdır. Həll olmuş qaz rejimli yataqlar üzrə bu təzyiqlər düşküsünün ümumi qıfının işlənilmə prosesində yaradılmasının mümkünsüzlüyü ilə bağlıdır – hər bir istismar quyusuna neft uyğun radiusla yatağın yalnız müəyyən hissəsindən daxil olur. Beləliklə, layda işlənilmə ilə toxunulmamış zonalar qalır, bu da sahə üzrə tərtib olunmuş neftlədoyma xəritələrində öz əksini tapır. Bununla əlaqədar quyu şəbəkəsinin sıxlığı layın müxtəlif hissəsindən neftin müəyyən həcmnin çıxarılmasına kömək edir. Geoloji-mədən təhlili və belə yataqların işlənilmə təcrübəsi onu təsdiq etməyə imkan verir ki, yeni quyuların əlavə qazılması olmasaydı neftvermənin cari səviyyəsi xeyli aşağı olardı. Lakin qarışıq rejimli yataqlarda obyekt işlənilməyə əsas fondun quyuları ilə daxil olduğdan sonra təzyiq düşküsünün ümumi qıfı əmələ gəlir, bu da qanunauyğun dəyişərək genişlənir. Burada istismardan çıxmış quyunun əvəzinə qazılmış hər bir yeni quyu neftin ilkin itkilərini yalnız kompensasiya edə bilər. Quyu şəbəkəsinin sonrakı sıxlığı isə, bir qayda olaraq, bütün quyular arasında ümumi hasilatın yenidən paylanmasına gətirir, çünki bu kimi təbii şəraitlərdə quyuların arasında qarşılıqlı təsir olduğca tez əmələ gəlir.

İşlənilmə müddətində təzyiq düşküsü və işlənilmənin əvvəlində çıxarılma tempi faktiki olaraq qarşılıqlı əlaqəli parametrlərdir və buna görə ehtiyatların mənimsənilməsinə onların təsiri eynidir. Qarışıq rejimli yataq-

ların işlənməsinə təzyiqli düşkünlüyü əhəmiyyətli təsir etməmişdir, halbuki həll olmuş qaz rejimli yataqlara mənfi təsir etmişdir. Həqiqətən, işlənmənin əvvəlində lay enerjisindən nə qədər çox istifadə olunmuşdur (bu, lay təzyiqinin miqyaslı düşməsinə gətirib çıxarmışdır), bir o qədər neft ehtiyatlarının ilk ehtiyatlarının işlənmənin artıq son mərhələsində realizəsi çətinləşmişdir (Багиров, 2003; Калинина и др., 2002; Жданов, 2017).

Kollektor süxurların qumluluğu, sement maddəsinin miqdarı, doyma təzyiqi, neftin həcm əmsali, layın temperaturu kimi əlamətlər iki tip obyektlərin işlənməsi zamanı heç bir əhəmiyyətli rol oynamamışlar.

Baxmayaraq ki, neftin sıxlığı neftin hərəkət edilməsinə təsir göstərə bilən parametrdir, tənliliklərin strukturunda iştirak etməmişdir. Bu halın səbəbi ondadır ki, əvvəla, neftin sıxlığı neftin özlülüyü ilə sıx müsbət qarşılıqlı əlaqədədir (qeyd edildiyi kimi özlülük iki tənlilikdə də iştirak edir) və ikinci, bu parametrin neftverməyə təsiri digər vilayətlərdə də əhəmiyyətli olmamışdır.

Onu da qeyd etmək vacibdir ki, qaz amili, hərçənd ki, neftvermənin hesablanmış modellərində iştirak etmir, lakin həll olmuş qaz rejimli yataqların işlənmə zamanı qaz resurslarının həcmələri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu parametr qarışıqlı rejimli yataqlar üçün belə əhəmiyyətli rol oynamamışdır.

Nəticələr

1. Qarışıqlı və neftdə həll olmuş qaz rejimlərində drenaj olunan Azərbaycanın dəniz yataqları üzrə material toplanmış və sistemləşdirilmişdir.

2. Stüdent və Fişer parametrik meyarları istifadə edərək müxtəlif rejimlərdə istismar olunan dəniz yataqlarının cari və son neftvermə əmsallarının kompleksli müqayisəli təhlili həyata keçirilmişdir.

3. Ayrılmış yataqlar qrupları üçün ehtiyatların realizəsinin fərqlilik dərəcəsi və müxtəlif xarakterliliyi aşkar edilmişdir.

4. Təzahür olunan lay enerjilərinin pasivliyi və aktivliyi dərəcələrinin hədd qiymətləri müəyyən edilmişdir.

5. Qarışıqlı rejim və eləcə də neftdə həll olmuş qaz rejimləri üçün dəniz yataqlarının obyektləri üçün neftvermə modelləri alınmışdır ki, bu da onların neft verməsini daha obyektiv proqnozlaşdırmağa imkan vermişdir.

6. Dəniz yataqlarının onların təzahür edən rejimlərinin tipinə görə obyektlərinin neftverməsinə lay parametrlərinin təsirinə müqayisəli təhlili həyata keçirilmişdir. Bu neftçıxarılma prosesinin vaxtında korreksiya edilməsinə imkan verir və bu obyektlərin işlənməsi və başa çatdırılması layihələrin tərtib olunmasında istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Абдуллаева Л.А. Графо-аналитическая модель нефтеотдачи залежей // Актуальные вопросы современного профессионального образования. Тюмень, Екатеринбург, Варшава, 2010, - с. 471-472. (in Russian).
2. Altunina L.K., Kuvshinov V.A., Stasieva L.A., Kuvshinov I.V. 2020. Enhanced oil recovery for deposits of high viscosity oils using multifunctional systems based on surfactants // Journal of Physics: Conference Series. – V. 1611. – 1-5. – 012033. DOI:10.1088/1742-6596/1611/1/012033
3. Багиров Б.А., Салманов А.М., Назарова С.А. Оценка эффективности методов применения нефтеотдачи пластов путем геолого-математического моделирования кривых динамики добычи нефти // Материалы Международной Научной Конференции «Актуальные проблемы геологии». Санкт-Петербург, 2007, - с. 261-267. (in Russian).
4. Багиров Б.А. 1986. Геологические основы разработки месторождений нефти и газа // Баку: ЭЛМ. - 162 с. (in Russian).
5. Багиров Б.А., Магеррамов Ф.Ф., Шарифов Д.Д. Методика определения свойств тектонических разрывов пластов. // *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy*. 2021. - № 3. - Vol. 13. pp.45-54. (in Azerb.).
6. Багиров Б.А., Магеррамов Ф.Ф. Перспективы разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти // Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург, - 2016, - № 6, - с. 9-14. (in Russian).
7. Багиров Б.А., Магеррамов Ф.Ф., Алекперов Ф.Ф. Прогнозирование конечного коэффициента нефтеотдачи залежей на начальном этапе разработки // Геолог Азербайджана. 2012, - № 16. - с. 53-60. (in Russian).
8. Багиров Б.А., Магеррамов Ф.Ф., Шарифов Д.Д. Выявление изменений показателей залежей в процессе нефтеизвлечения // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана» Ақтау. 2013, - с. 73-75. (in Russian).
9. Багиров Б.А., Гарагезов Е.Ш., Абдуллаева Л.А. Сравнительный анализ моделей нефтеотдачи пластов, характеризующихся различными природными режимами // Материалы международной конференции «Новые технологии в нефтедобыче». – Баку, - 2010, - 73 с. (in Russian).
10. Багиров Б.А. Геолого-математические модели в нефтяной геологии // Ученые записки АГНА. 2003. (in Russian).
11. Вершинина С.В., Руденок О.В., Кулакова Н.С. Тарасова О.В. В37. Статистические методы обработки данных // учебное пособие. С.В. Вершинина, О.В. Руденок, Н.С.Кулакова, О.В.Тарасова. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2015, - 160 с. (in Russian).
12. Дышин О.А., Магеррамов Ф.Ф. Стохастическое интерполирование водоносных свойств неоднородных геологических сред на основе фрактальных процессов // Известия УГГУ, 2018, - № 2(50) – с. 72-78 (in Russian). DOI:10.21440/2307-2091-2018-2-72-78
13. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики: // Учебник. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва: Инфра-М, 2010, - 416 с. (in Russian).
14. Жданов С.А. Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки месторождений // Вестник Российской академии естественных наук, - 2017, - Т. 17. - № 5. – С. 8-10. (in Russian).
15. Иванов Е.Н., Кононов Ю.М. 2012. Выбор методов увеличения нефтеотдачи на основе аналитической оценки геолого-физической информации // Известия Томского Политехнического Университета. Инжиниринг георесурсов. –Т. 321. № 1. С. 149-154. (in Russian).
16. Ibragimov Kh.M., Abdullayeva F., Guseynova N.I. Experience of microbial enhanced oil

- recovery methods at Azerbaijan fields // *Petroleum Science and Technology*. – 35. – 2017, - v. 18. – pp. 1822-1830. DOI:10.1080/10916466.2017.1360910
17. Калинина В.Н., Панкин В.Ф. Математическая статистика // Учебник, 4-е изд., испр. - Москва: Дрофа, - 2002, - 336 с. (in Russian).
18. Магеррамов Ф.Ф., Шарифов Д.Д. Анализ остаточных запасов залежей нефти с применением динамической модели // Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. - Москва: - 2021, - с.130-136.
DOI: 10.34755/IROK.2021.68.85.069 (in Russian).
19. Магеррамов Ф.Ф., Шарифов Д.Д. Моделирование нефтеотдачи залежей, разрабатываемых на режиме растворенного в нефти газа // Уральский геологический журнал. 2021, - № 4. - С. 35-41. (in Russian).
20. Манжай В.Н., Ульянюк М.П., Рождественский Е.А. Перспективная технология увеличения нефтеотдачи на месторождениях с разной проницаемостью пластов // Известия Томского Политехнического Университета. Инжиниринг георесурсов. 2021, -Т.332.-№9.-С.92-99. DOI: 10.18799/24131830/2021/9/3356 (in Russian).
21. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее // учебное пособие. - Казань: Фян Академии наук РТ, - 2014, - 798 с. (in Russian).
22. Тю В.Л., Нгуен Х.Н. Особенности распределения и изменения пластовых давлений в гранитоидных коллекторах месторождения «Белый Тигр» // Нефтегазовое дело. 2009, - С. 1-9. (in Russian).
23. Чан Л.Д., Чан В.Х., Фунг Д.Х., Хоанг В.К., Северинов Э.В., Иванов А.Н. Особенности геологии и разработки залежи фундамента месторождения «Белый Тигр» // Нефтяное хозяйство. 2006, - № 6. - С. 24–26. (in Russian).

К ОЦЕНКЕ РАЗНОХАРАКТЕРНОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕФТЕОТДАЧИ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Ф.Ф.МАГЕРРАМОВ, Д.Д.ШАРИФОВ

РЕЗЮМЕ

На основании собранного и систематизированного геолого-промыслового материала по морским месторождениям Азербайджана рассмотрены причины различной степени использования их запасов. С этой целью проведена идентификация залежей по природному режиму, как комплексному фактору, влияющему на нефтеотдачу. Получены модели нефтеотдачи для морских залежей, дренирующихся в основном на двух типах режимов: смешанном и растворенного в нефти газа. На основании полученных уравнений регрессии и геолого-промыслового анализа проведен сопоставительный анализ факторов, влияющих на нефтеотдачу. С применением многомерного корреляционно-регрессионного анализа и соответствующего программного обеспечения были получены модели для каждого из вышеуказанных типов режимов. Сравнительный анализ этих моделей, а также геолого-промысловые исследования параметров, входящих в полученные уравнения регрессий, позволяют своевременно корректировать процесс нефтедобычи, а также могут быть использованы при составлении проектов доработки этих объектов.

Ключевые слова: корреляционно-регрессионный анализ, режим растворенного в нефти газа, смешанный режим, нефтеотдача пластов, балансовые и текущие запасы.

TO ASSESS THE DIVERSITY OF THE CURRENT OIL RECOVERY FACTORS OF THE DEVELOPED OBJECTS

F.F.MAHARRAMOV, J.J.SHERIFOV

SUMMARY

Based on the geological and commercial material collected and systematized by the offshore fields of Azerbaijan, the article discusses the reasons for the varying degrees of use of their reserves. For this purpose, the identification of deposits was carried out according to the natural regime, as a complex factor affecting oil recovery. Oil recovery models have been obtained for offshore reservoirs, draining mainly in two types of regimes: mixed gas and gas dissolved in oil. Using multivariate correlation-regression analysis and appropriate software, models were obtained for each of the above types of modes. A comparative analysis of these models, as well as geological and field studies of the parameters included in the obtained regression equations, make it possible to correct the oil production process in a timely manner, and can also be used in drawing up projects for the additional development of these objects.

Keywords: correlation-regression analysis, mode of gas dissolved in oil, mixed mode, oil recovery, balance and current reserves.

COĞRAFIYA

UOT 551.48

WATER RESOURCES OF AZERBAIJAN
AND THEIR MANAGEMENTF.A.IMANOV¹, Sh.B.HUSEYNOV²¹*Baku State University*²*Azerbaijan Construction Association*
farda_imanov@mail.ru

The water resources of the Republic of Azerbaijan and the current state of their use, impact of anthropogenic factors and climate change on the annual river runoff, water legislation, water policy and institutional structure of water sector have been analyzed in the article. It shows, that the water resources of the country are limited and distributed unevenly both by area and by season. Transboundary rivers account for 70% of the river's water resources and these rivers enter the country in a contaminated condition. Over the last 20 years the amount of water withdrawn from the natural water sources are at the level of the water resources of local rivers. The existing water resources of the country are on the decrease in the face of climate change. It is noted that after the collapse of the former USSR, a separate political document encompasses the water sector of Azerbaijan, aimed at the implementation of state policy in the field of water resources - a national program or strategy has not been adopted. The water policy in the country is being implemented through the Water Code of the Republic of Azerbaijan, as well as National and State Programs and Action Plans in this field. Azerbaijan builds its transboundary water policy on the basis of the Helsinki Convention and bilateral agreements with neighboring countries. Due to inefficient water management the water resources are used irrationally and poor attention is paid to their protection. There are multiple gaps in each of the technical, legislation and institutional issues necessary for effective water resources management. These shortcomings have been analyzed and recommendations for improving water management in Azerbaijan have been developed.

Keywords: water resources, transboundary rivers, river flow, anthropogenic factors, climate change, water legislation, water policy, institutional structure

Introduction

One of the global problems of the XXI century is water supply to population and various sectors of economy. Due to the population growth and economic development, the use of water resources around the world is

growing rapidly, and water supply is deteriorating in most regions and countries. There is a tendency to the reduction of available water resources as a result of global warming. Exacerbation of water problem has a direct impact on food security of population and environmental security in the regions. At present, water has become one of the decisive factors of the sustainable development of countries. In order to improve water supply in the future, research and practical work should be speeded up to reduce the use of water, to apply technologies that allow its prudent use paying more attention to the use of non-traditional water sources. In this way, the main goal of Azerbaijan's water policy - to provide the population and all sectors of economy with the required amount and quality of water in line with international standards, and at the same time to achieve a good environmental status in rivers, lakes and reservoirs.

The Republic of Azerbaijan is among the countries with limited water resources with its rapid development and these resources are unevenly distributed both by area and by season. Formation of 70% of surface water resources outside the country, inefficient use of water resources, their reduction in the context of climate change, the drought that country faced during 2013-2020 have exacerbated this problem.

Effective approaches to water resources management must be applied with the aim to ensure sustainable development of countries and regions. One of the key elements of such water management is technical issues (assessment of existing water resources, identification of demand and supply, infrastructure needs), strategies, legislative framework and institutional structure that are closely related to each other. Water resources management is a dynamic process. Starting from the 50s of the XX century, the impact of human economic activity (human activity), and from the 70s and 80s, the impact of climate change on water resources has become an integral part of this process.

The development of water resources management plays a leading role in ensuring water security in developing countries (Araral & Ratra, 2016). The World Bank defines Water Resources Management (WRM) as the “process of planning, developing and managing water resources in terms of both water quantity and quality, across all water uses”.

Currently, the concept of Integrated Water Resources Management (IWRM) is proving to be more effective practice in Water Resources Management. According to the GWP “Integrated water resources management is based on the equitable and efficient management and sustainable use of water and recognizes that water is an integral part of the ecosystem, natural resource, and social and economic good, quantity and quality of which determine the nature of its utilization.” (GWP, 2009).

There are known numerous IWRM tools (UNCCD, 2016), but the key

management tool in the XXI century is the River Basin Management Plan (River basin management plan, RBMP). The main elements of the RBMP are the water resources of the basin under consideration and the Water Allocation Plan (WAP) (WFD, 2000). As a result of the analysis of 23 RBMPs, it was determined that the structure of all of them was developed in accordance with the guidelines reflecting the best practices. The main difference between these plans is that in developed countries the focus is on water quality and fish management, and in developing countries on hydropower, navigation and overcoming uncertainties (Kazbekov and *et al.*, 2015).

Information on the quantity of available water resources, as well as current and future demand for these resources can be summarized by developing a WAP for river basins. The main purpose of WAP development is to distribute available water resources fairly among users, protect rivers and ensure sustainable use of these resources. Such plans are developed for regions and river basins. WAP is a very effective tool, especially in areas with limited water resources, conflicts between water users and unsatisfactory environmental status of rivers. (Speed and *et al.*, 2013). Along with the experts of the organizations responsible and interested in the process of WAP development, representatives of local population should also be engaged.

There is a lack of experience in developing RBMP and WAP in Azerbaijan. Thus, the country does not yet have a legislative act reflecting the mechanism of application of the principle of basin management. Nevertheless, Azerbaijan seeks to bring its national water legislation in line with the relevant EU directives. EU-supported regional projects in South Caucasus have recently developed RBMPs and WAPs for a number of pilot river basins in accordance with EU WFD (WFD, 2000) requirements (EU, 2016; EUWI+, 2018; EUWI+, 2020). The water resources of local and transboundary rivers, as well as groundwater formed in local river basins are considered in these plans. However, the joint use of transboundary surface and groundwater must be taken into account in preparation of plans that reflect reality (Lautze and *et al.*, 2018).

“National Action Plan of the Republic of Azerbaijan on Integrated Water Resources Management (IWRM) was developed within the framework of the project “Reduction of transboundary degradation in the Kura-Araz river basin” (UNDP/GEF, 2014). In Phase II of this project (2016-2020), the National Action Plan was updated and the document included water use and distribution activities (UNDP/GEF, 2020).

Unfortunately, Azerbaijan's water management cannot be considered effective at present. For example, both surface and groundwater resources were last assessed in the 70s and 80s of the XX century, water resources are not managed in integrated manner, water resources distribution plans are not

developed, environmental flow of rivers is not provided, water losses in irrigation systems are large, water legislation does not meet modern requirements, water management is carried out at the sector level, etc. As a result of all this, there is water stress in various sectors of the economy and aquatic ecosystems are degraded.

In response to the global water challenges of the XXI century, water resources must be thoroughly explored, new technological, cost-effective, political and social action plans must be developed and implemented with the help of science and technology, and thus a more sustainable and secure future must be ensured (Cosgrove & Loucks, 2015).

The main objective of this article is to develop proposals for improving water management based on the analysis of the current state of water resources, water legislation, water policy and institutional structure of Azerbaijan.

1. Geographical position and natural conditions

The Republic of Azerbaijan is located in the south-east of the Caucasus, in the contact zone of the European and Asian continents. Its geographical location is very advantageous, both in terms of natural conditions and geopolitical position. The Republic of Azerbaijan borders with the Russian Federation in the north, the Republic of Georgia in the northwest, the Republic of Armenia and the Republic of Turkey in the west, and the Islamic Republic of Iran in the south (figure 1).



Fig.1.Geographical position of Azerbaijan

First of all, Azerbaijan's favorable position from the natural-geographical point of view is determined by its location in subtropical zone (transition zone of this zone to temperate zone), large plains with abundant heat reserves, fertile lands, wide foothills and mountain systems with rich natural conditions and resources, and finally, existence of Caspian Sea, as the most productive and largest lake in the world. The length of the Azerbaijani coast of the Caspian Sea is more than 800 km.

The area of the Republic of Azerbaijan is 86,600 km². 58% of which is mountainous and 42% is plain (Museibov, 1998).

2. Water resources of Azerbaijan and their use

Arid climatic conditions are typical for about half of the country's territory, which is reflected in the water balance of Azerbaijan: the average long-term precipitation is 427 mm, evaporation is 308 mm and river runoff is 119 mm (Rustamov & Gashgai, 1978).

The country's surface water resources had been calculated last time based on the data from 1989 to 1975. The total surface water resources are 30.9 km³, the main part of which (66.7% or 20.6 km³) falls on transboundary rivers, and the rest (33.3% or 10.3 km³) on local rivers. (Rustamov & Gashgai, 1989). As it can be seen from the figures presented, the structure of Azerbaijan's surface water resources is unfavorable.

The total area of glaciers in Azerbaijan is 5.64 km² and their water reserves are 0.08 km³. The water resources of freshwater lakes are less and amount to only 0.03-0.05 km³ (Rustamov & Gashgai, 1989).

The country's renewable groundwater resources are 4.38 km³ (Imanov & Alakbarov, 2017).

Thus, the country's surface and groundwater resources together amount to 35.28 km³.

If we take into account that the total population of Azerbaijan is 10 million people (April 1, 2019) (National Statistical Committee of the Azerbaijan Republic, 2019), then the total amount of water resources per capita in the country is 3528 m³/year and local water resources is 1468 m³/year.

The largest water consumer in the country is agriculture, and in 2017 its share in total water use was 70.7% and for industry it was 24.7%. Agriculture is the area with the highest loss of non-returnable water users and irrigation systems. Analysis of water use data in the country shows that the total volume of water withdrawn from natural water sources in the last 20 years (1998-2017) ranged between 10.2-12.8 km³, including the amount of groundwater in the range of 0.51-1.54 km³ (National Statistical Committee of the Azerbaijan Republic, 2019). The amount of water loss during water transportation is large and on average it is 28-30 % of the total

volume of water withdrawn from water sources (figure 2). The main water losses occur in main irrigation canals.

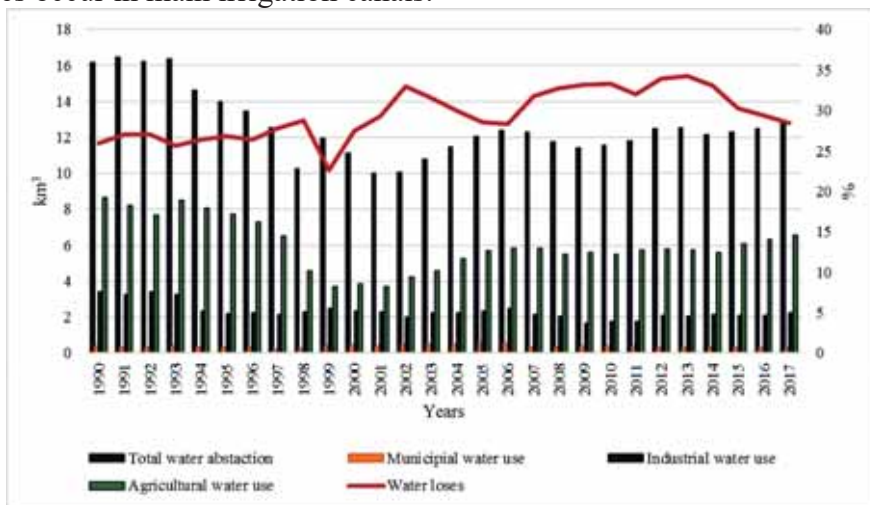


Fig. 2. Water abstraction from natural sources, their use by sectors and the dynamics of losses

3. Impact of anthropogenic factors on water resources

One of the main priority areas of Azerbaijan's non-oil sector is agriculture. However, irrigation is required due to the semi-desert climate in the areas where the country's main arable lands are located. At present, the total area of irrigated lands is 1.43 million hectares, and this figure may reach 1.60-1.65 million hectares if the relevant infrastructure is established (Ahmedzadeh & Hashimov, 2016). Due to this, reservoirs have been built in the country and a network of irrigation canals has been established.

As in the rest of the world, large reservoirs were built in Azerbaijan after 1950. The largest one among them is the Mingachevir reservoir with a total volume of 16 km³. In 2013 and 2014, Takhtakorpu (268 million m³) and Shamkirchay (164 million m³) reservoirs were put into operation, respectively. At present, the total volume of 142 reservoirs in the country is 22.05 km³, and the efficient volume is about 10 km³ (Imanov, 2016).

Studies are showing that the annual river runoff of both transboundary and local rivers of Azerbaijan is declining. Until 2010, the annual runoff at the largest transboundary river not only in Azerbaijan but also in the entire South Caucasus region - Kura River, in Closing Station (Salyan), decreased by 425 m³/s or 49.8% compared to conditional-natural flow (figure 3). A decrease of 325 m³/s was recorded directly in the Kura basin, and a decrease of 100 m³/s was recorded in the transboundary Araz River basin, the main tributary of the Kura River. A comparison of the average annual water

discharge of rivers for the period up to 1972 and covering the years 1973-2010/2011 has shown that as a result of human activity, the annual runoff of local rivers in Azerbaijan decreased by 1.64 km^3 (15.9%) (Imanov, 2016).

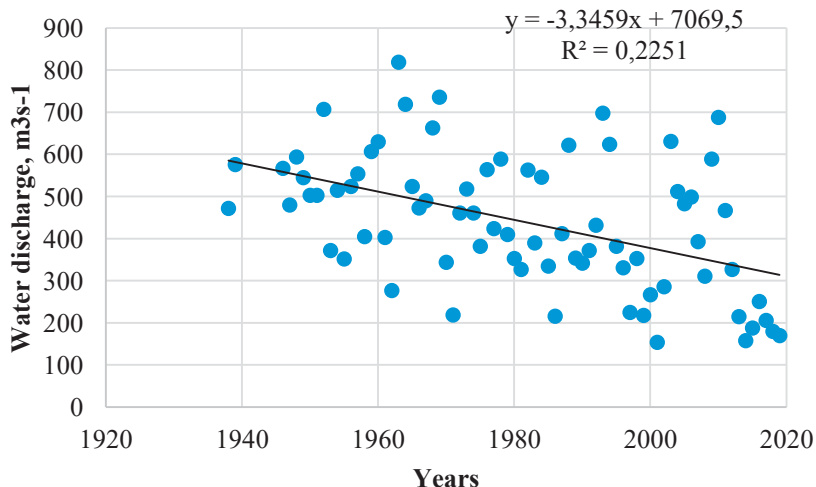


Fig. 3. Dynamics of average annual discharge of the Kura river (Salyan station)

Meteorological and hydrological drought has been observed in Azerbaijan since 2013. It was found that during the period covering 2013-2019, the annual runoff of major transboundary rivers decreased both at the border and within the country. During this period, the annual runoff of the Kura River on the Georgian-Azerbaijani border decreased by an average of 24.9 %, and at the mouth of the river (where it falls into the Caspian Sea) decreased by 58.3 %. This figure is 60.9 % for the Araz River and 24.1 % for the Ganikh (Alazani) River, which enters Azerbaijan from Georgia.

These figures, which show a decrease in the annual runoff of Azerbaijani rivers, in fact reflect the combined effects of both anthropogenic factors and climate change. It is estimated that the share of anthropogenic factors in this decrease is 85-95 %, and the share of the impact of climate change is 5-15 % (Taghiyeva & Verdiyev, 2020).

4. Impact of climate change on water resources

Climate indicators have been changing in Azerbaijan since 1970s and 1980s (MENR, 2010). Compared to 1961-1990, the average annual air temperature in 1991-2015 increased by 0.7°C , and this increase occurred in all altitude zones of the area. There are different data on the change in the amount of annual precipitation during the period under review. According to R.M. Mahmudov (2018), precipitation increased by an average of 11.0

mm. However, a number of reports indicate a 9.9 % decrease in precipitation (MENR, 2010; UNDP / GEF, 2013; ENVSEC, 2016). In 1986-2013, the area of glaciers had been reduced from 0.04 to 0.17 km² (Mahmudov, 2018).

It should be noted that the temperature in the territories of neighboring Georgia and Armenia located in the basins of the main transboundary rivers of Azerbaijan also increases (0.5-1.03°C) and precipitation decreases (8-10 %) (IPCC, 2014).

According to calculations made with the MAGICC / SCENGEN and PRECIS models the air temperature in all three South Caucasus regions (Azerbaijan, Georgia and Armenia) will increase by 1-2°C in 2030-2050 compared to 1980-1999. In 2050-2100, this increase will be 3-5°C and precipitation in Azerbaijan will decrease by 5-23 % (UNDP/GEF, 2011).

The UN report "Water and Climate Change" also predicts a decrease in precipitation in the South Caucasus region, citing the IPCC for drinking water, irrigation, hydropower etc. It is emphasized that the water problem is going to be worsen in these sectors (UNESCO, UN-Water, 2020).

The methods used to assess the impact of climate change on water resources are splitted into two major groups. The first group of methods is empirical and is based on the analysis of hydrometeorological data performed in river basins. The second group of methods uses a combination of hydrological cycle models and global climate models (Gelfan and *et al.*, 2018).

The first group of methods (linear trend analysis, comparison method) is mainly used to assess the impact of climate change on runoff characteristics of rivers in Azerbaijan. It was found that the annual and maximum runoff of rivers decreases mainly, while the minimum winter runoff increases (Verdiyev, 2002; Imanov *et al.*, 2018; Mahmudov, 2018). This is in line with the patterns observed in the rivers of other Caspian countries and is explained by melting of snow cover as a result of rising temperatures in winter and a decrease in precipitation in spring, summer and autumn.

It seems that such a sharp manifestation of water shortages in Azerbaijan in recent years (2013-2019) is a significant reduction in atmospheric precipitation, primarily in the form of snow, in the context of climate change. One of the driest years of recent times was 2014. In the summer of that year, some of the natural springs of medium and large runoff, which had never dried up before, dried up in all regions of the country.

The main principles of management in the field of use and protection of water resources of the country, as well as the main directions of water policy are defined in the Water Code of the Republic of Azerbaijan.

5. Water legislation of Azerbaijan

The country's water issues are reflected in the Constitution of Azerbaijan with several articles and provisions. Article 14 of the Constitution states that natural resources, including water resources, belong to the Republic of Azerbaijan and their protection is ensured by the state (Article 16).

The main document of the country's water legislation is the Water Code of the Republic of Azerbaijan (1997). The Code states that the water legislation of the Republic of Azerbaijan consists of the Code, laws related to water and other normative legal acts adopted by these laws. If the rules established by international conventions to which the Republic of Azerbaijan is a party regarding the use and protection of water bodies do not comply with the rules provided for in this Code, the provisions of international conventions to which Azerbaijan is a party shall be applied (Articles 2 and 3).

The document states that the inland waters of the Republic of Azerbaijan (surface and groundwater) and the section of the Caspian Sea belonging to the Republic of Azerbaijan constitute the country's water fund (Articles 6-9).

The section of the Water Code on forms of ownership over water bodies states that there are three forms of ownership over water bodies: state, municipal and private property (Articles 12-15).

The Code defines the key principles of management in the field of use and protection of water bodies (Article 16):

- economic growth and environmental protection;
- high quality water supply to the population;
- coordination of basin principle with the principle of administrative - territorial structure in management of water resources;
- use of water bodies and separation of water economy functions with management functions on protection of water bodies.

The Code provides separate articles on state water cadastre, state registration and monitoring of water resources (Articles 21-29).

The Code stipulates that the use of water bodies is allowed on the basis of special permits for use, where water use is granted on the basis of contracts. Surface water bodies are allowed for use on condition of allocating areas for water, water intake and wastewater discharge. Groundwater use shall be carried out in accordance with this Code and the Law on the Earth Core. The Water Code also contains provisions restricting, suspending and prohibiting the use of water bodies (Article 42).

Chapter 7 of the Water Code is devoted to the issues of legal regulation of use of water bodies by population for drinking and Chapter 8 for agricultural purposes. These issues are not covered in detail on the Water

Code. This is due to the existence of separate legal acts arising from the provisions of this Code - the Laws of the Republic of Azerbaijan on "Water Supply and Wastewater" (1999) and "Amelioration and Irrigation" (1996).

The Articles 59-63 of the Code stipulate that those who use water bodies for industrial purposes must take appropriate measures to reduce water consumption and prevent wastewater discharge by setting limits on water use, technological norms and improving water supply systems.

Chapter 11 of the Code consists of 8 articles, each of which defines the legal regulations on the use of water bodies for fishing and hunting. It is noted that the rights of water users in reservoirs or their separate parts, which are important for protection and reproduction of valuable fish species, aquatic animals and plants, may be restricted in favor of fisheries.

One chapter of the Water Code covers the protection of water bodies (Articles 81-93). Here, the basic principles of water protection, water protection zones, sanitary protection zones, water protection forest strips, protection of water bodies from pollution, protection of surface and groundwater are reflected in specific framework provisions. One of these articles states that in order to maintain water bodies in accordance with the relevant environmental requirements, environmental water is released from reservoirs and the volume of water withdrawn without recovery is determined. One article is devoted to basin agreements in the field of rehabilitation and protection of water bodies.

The Cabinet of Ministers of the Republic of Azerbaijan has adopted numerous secondary normative-legal acts (regulations, rules, instructions, conditions, norms, etc.) that are considered in the implementation mechanism of the Code. All these normative acts are an integral part of the Water Code.

Despite the adoption of numerous amendments to the Water Code, there are still many gaps in this legal document. For example, the Code states that water balance sheets (a document similar to the WAP) must be compiled for the country, water basins and administrative-territorial units. In reality, water use plans are made not for the river basin, but only for the district (administrative territory) and irrigation systems of national importance. This approach is based on irrigation, not complex water use.

The article entitled "**Environmental** water discharge" stipulates that water is discharged from reservoirs in order to keep water bodies in line with the relevant environmental requirements. It is not allowed to meet the water needs of water users at the expense of ecological water supply. However, general rules for determining the volume of environmental water discharges and possible water intakes from water bodies, including rivers, have not yet been adopted. In the projects implemented by the Amelioration

and Water Economy OJSC, the environmental flow is still calculated by the method proposed in the former USSR (Fashevskiy, 1989) and is accepted as 75% of the minimum water consumption with 95 % of the local river. This is about 20 % of the average annual flow of the river. However, in reality, the amount of environmental flow in the rivers is not provided, and during irrigation, all the water in the rivers is taken away and the river turns into a dry ravine. The only exceptions are the transboundary Samur river. The amount of ecological flow was agreed at the level 30.5% of the annual flow, respectively in inter-governmental agreements regulating the joint use of water resources of Samur river.

The “Rules for compiling water balances for the republic, water basins and administrative territorial units” were approved with the Decision of the Cabinet of Ministers of the Republic of Azerbaijan dated to May 3, 2019. In accordance with these Rules, the water balance of the transboundary Ganikh river basin for 2018 was compiled and submitted to the State Statistics Committee. Unfortunately, it should be noted that there is no "environmental flow" paragraph in the structure of this water balance. However, this balance includes the paragraphs "Water discharged from reservoirs" and "Obligatory water discharge". However, the first paragraph applies only to rivers on which reservoirs are built. The meaning of the second paragraph is not fully clear and the balance sheet is preceded by zero. Thus, these Rules do not refer to the rivers, that make up the vast majority, on which no reservoirs are constructed.

Another gap is the imperfect legal framework for the use of non-traditional water sources - wastewater and collector-drainage water for agricultural needs. In order to eliminate this shortcoming of the legal framework, it is very important to develop and adopt a separate secondary normative legal act.

At the same time, the use of joint management institutions is not considered when using surface and groundwater.

The analysis of the Code shows that the integrated water resources management approach is not reflected in this basic legal document. It would be expedient to add a relevant provision to Article 16 of the Code, entitled “Basic Principles of Water Management” in order to eliminate this shortcoming.

Azerbaijan Amelioration and Water Management OJSC has prepared a new version of the current law on Amelioration and Irrigation at the moment and it is proposed to eliminate many gaps in this document. Examples include the use of collector-drainage water for irrigation purposes (after treatment), the mandatory and mass application of water-saving irrigation technologies, the application of basin management in water management, and others.

A number of other laws related to the water sector have been adopted in Azerbaijan: “On the Earth Core” (1998), “On hydrometeorological activities” (1998), “On safety of hydraulic structures” (2002), Land Code (1999), Forest Code (1997), “On Environmental Protection” (1999), “On Environmental Security” (1999), “On Specially Protected Natural Areas and Objects” (2000), etc.

Azerbaijan has also joined to numerous international conventions on environmental protection, including protection and use of water resources: the Helsinki Convention for Protection of Transboundary Watercourses and International Lakes (2000), its Protocol on Water and Health (2002), and amendments to the Convention (2013), the Framework Convention on Climate Change (1995) and its Kyoto Protocol (2000), the Paris Agreement (2016), the Convention to Combat Desertification (1998), the Aarhus Convention (1999) and others.

The Action Plan of the State Commission for Cooperation of Azerbaijan with the European Union envisages harmonization of Azerbaijan's water legislation with the EU directives in the field of water. However, this action plan has not been fully implemented.

6. Water policy of Azerbaijan

Over the past 30 years since the restoration of Azerbaijan's state independence, a separate political document covering the country's water sector, aimed at implementing the state policy in the field of water resources - the state, national program or strategy has not been adopted. The problems of the water sector and its solutions are reflected as a section in political documents adopted in the economic, social and environmental spheres, and in some cases as a secondary issue.

In 2011-2019, for the first time, international and national experts developed the National Water Strategy (NWS) of the Republic of Azerbaijan in order to ensure sustainable socio-economic development of the country, as well as water security. The main trends of the development of water management complex, protection of water bodies, protection of population and territories from the hazardous effects of water, as well as the formation and implementation of the country's priorities in the field of water resources have been identified on the NWS. Currently, this document is being improved for submission to the Cabinet of Ministers of the Republic of Azerbaijan.

Protection of water resources of transboundary river basins from contamination and depletion, continuous water use and development of the country's economy depend on the level and effectiveness of regional cooperation of the basin states. The aligning of interests of states should be

based on common international legal documents on the joint use of transboundary river waters and a coordinated regional water policy. The most important document among these documents is the UN Convention on Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Azerbaijan ratified the Convention in 2000 and joined its Water and Health Protocol in 2002. More than 20 projects related to the implementation of this Convention have been implemented in the Kura-Aras basin, including Azerbaijan, with the support of international organizations (UNDP / GEF, European Union, OSCE, etc.). Unfortunately, Azerbaijan is the only country in the Kura-Aras basin that has joined the Helsinki Convention.

Azerbaijan builds its transboundary water policy on the basis of this Convention and bilateral agreements with neighboring countries.

In 1963, an agreement on "Technical and Economic Cooperation" had been signed between the former USSR and the State of Iran. This agreement regulated the management and operation of the Aras and Mil-Mughan Water Reservoirs, which were commissioned in 1971 and 1972, respectively. At present, there is an Iran-Azerbaijan commission on joint use of water and energy resources of transboundary River Aras.

Earlier, the water resources of the transboundary River Samur were distributed between Azerbaijan and Russia in accordance with the protocol of 1967. However, in 2010 the two presidents signed a new agreement in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

The use of water resources of transboundary rivers between Azerbaijan and Georgia is regulated on the basis of bilateral negotiations and agreements between the government agencies responsible for this issue. The agreement between the governments of Azerbaijan and Georgia on the use and protection of water resources of transboundary rivers is being finalized with support of the UN Economic Commission for Europe and the OSCE at the moment. The UN Development Program (UNDP) and the Global Environmental Facilities (GEF) Kura II project (2017-2021) implemented in Azerbaijan and Georgia supports this agreement. It should be noted that in 2011-2014, in the first phase of this project ("Reduction of transboundary degradation in the Kura-Aras river basin"), National and Strategic Action Plans for IWRM were developed for both countries.

At present, the Republic of Azerbaijan is not able to carry out cross-border cooperation with only one neighboring country, which is the Republic of Armenia and this is due to the known Nagorno-Karabakh problem. Most likely, bilateral cooperation with Armenia will be possible only after the conflict is solved.

11 transboundary rivers enter Azerbaijan from Armenia. The total water resources of these rivers are 2.54 km³, and the rivers enter Azerbaijan

in a polluted condition. Razdan (Zangi) River which is the left tributary of the Aras, is much polluted due to untreated wastewater from Yerevan (UNDP / GEF, 2013). Today, Azerbaijan faces water shortages from the water resources of Karabakh rivers, including Sarsang water reservoir with a total capacity of 560 mln. m³ from where we cannot use as much water as required. In order to improve the water supply of arable lands, 586 additional subartesian wells were drilled in the areas covered by the Sarsang reservoir. Over the past 20-25 years, the irrigation capacity of these wells has significantly decreased: previously the flow rate of wells was 20-30 liters per second, now this figure is 6-8 liters. Due to very little water released from the reservoir into the Tartar River, groundwater levels have fallen and ecosystems along the river have been degraded. (Ahmedzadeh & Hashimov, 2016).

7. Institutional structure of the water sector in Azerbaijan

There are several governmental and non-governmental organizations in the water sector of Azerbaijan (Ministry of Ecology and Natural Resources, Ministry of Emergency Situations, Azerbaijan Amelioration and Water Economy OJSC, Azersu OJSC, etc.).

Although the Ministry of Ecology and Natural Resources (MENR) is the central executive body implementing the state policy and regulation in water sector, these powers and functions are not fully and clearly reflected in the Regulations governing its activities. The Ministry pays little attention to misappropriation of its water sector powers by other governmental and non-governmental agencies (MES, AAWM OJSC). Only in 2020, the Department of Water Resources Management was established within the Ministry. The Ministry is the national authority of the Helsinki Convention on Transboundary Waters.

The institutional structure of the Azerbaijan Amelioration and Water Economy Open Joint-Stock Company (AAWM OJSC), which manages state-owned land reclamation, surface water management and irrigation facilities and systems, does not meet modern requirements at the moment and the principle of management on the administrative territory prevails in the activity of this OJSC. The integrated management and the principles of river basin management as the key principles of the European Water Law are not used in activities of the AAWM OJSC and international water institutes mark this as a negative situation for Azerbaijan's water sector.

Azersu OJSC is the only operator in the country in the field of drinking water supply and sewerage services and implements water management on the basis of centralized principles. Azersu OJSC is preparing an action plan to transfer a number of its authorities to regional offices.

The State Agency for Water Resources (SAWR) under the Ministry of

Emergency Situations (MES) is responsible for the safety of the country's water bodies and resources.

Azerenergy OJSC determines the water demand of hydropower plants for electricity generation.

The Ministry of Health (MoH) controls the quality of drinking water in the country in accordance with the relevant legislation. The Ministry is also the national authority of the Helsinki Convention's Water and Health Protocol for the country. In this regard, the lack of an appropriate structural unit for water quality in the Hygiene and Epidemiology Center of the Ministry should be considered as an institutional shortcoming.

Thus, at present, water resources in Azerbaijan are managed at the sector level, not integrated. On the other hand, there is a duplication of powers of the relevant agencies in the management of water resources and facilities, and the coordination between these agencies is not at the required level. As a result, limited water resources are used inefficiently and river ecosystems are degraded. The main shortcomings remain to be the lack of integrated water resources management and the weak application of the principles of river basin management in the legal and practical spheres, as well as the lack of involvement of all stakeholders in the water sector in water management.

It is proposed to carry out relevant institutional reforms in water sector of Azerbaijan in order to ensure better implementation of public policy and management in accordance with national legislation, international water law, the EU Water Framework Directive. It would be expedient to establish the State Agency for Water Affairs (SAWA) under the Ministry of Ecology and Natural Resources for this purpose. In such case, the status and scope of SAWR, which operates within the Ministry of Emergency Situations, will be further clarified, and it may become the Water Safety Control Agency.

If the proposed institutional reform is adopted, it is proposed to establish an inter-sectoral institution chaired by the Minister of Ecology and Natural Resources with a high representation of the water sector to coordinate and direct the activities of governmental and non-governmental bodies on water issues. It can be established in the form of the National Water Coordinating Council (National Water Council). In this case, the organization of the work of the Council (the status of the Secretariat of the Council) should be entrusted to the newly established SAWA of the MENR.

In case of amendments to the water legislation of Azerbaijan and the introduction of integrated water resources management, it is proposed to establish an appropriate structural unit (IWRM department or sector) within the SAWA. The establishment of such structural units (for example, the IWRM sector) in the central office of AAWE OJSC and Azersu OJSC

would serve to boost the institutional capacity in this field.

It would also be expedient to establish a structural unit namely "Water and Health" at the Republican Center for Hygiene and Epidemiology under the Ministry of Health.

Another institutional proposal could be related to the establishment of river basin councils. This may occur after appropriate changes are made to water legislation.

On April 15, 2020, the Order by the President of the Republic of Azerbaijan "On measures to ensure the efficient use of water resources" was adopted. The Commission has been established by the Order to ensure the efficient use of water resources in the country, improve management of water resources and coordinate activities in this field. This institution can also be considered a Government Commission. The members of the commission are the heads of state and non-state agencies of the water sector of Azerbaijan. A working group with representatives of stakeholders has been established under the commission.

It would be appropriate for the above-mentioned Government Commission and its Working Group to consider the abovementioned proposals to improve national water legislation and the institutional framework in this field.

Conclusion

The water resources of Azerbaijan are declining due to anthropogenic factors, primarily water abstraction for irrigation purposes. The air temperature is rising throughout the country, and the amount of precipitation is decreasing. This has a negative impact on the country's water resources. The annual flow of major transboundary rivers decreased sharply both at the border and within the country during the drought of 2013-2019. The annual flow of the largest river in the country - Kura River in this period, on the Georgian-Azerbaijani border had been decreased by 24.9 % and by 58.3 % in the mouth of the river compared to the norm. The annual flow of the transboundary Aras River has been decreased by 60.9 %, and that of the Ganikh (Alazani) River by 24.1 %. The share of climate change in reducing the annual flow of rivers is 5-15 %.

The amount of water withdrawn from natural water sources for use purposes in 1998-2017 is approximately equal to the water resources of local rivers. The accuracy of registration of water resources and their use is very low. Large water losses occur during water use.

In order to boost the efficient use of water resources, it is proposed to amend the Water Code of the Republic of Azerbaijan in accordance with best practices and to include integrated water resources management, basin

principle, joint use of surface and groundwater, ensuring environmental flow of rivers and other issues into the Code.

There is a great need for the National Water Strategy document to be approved by the Cabinet of Ministers of the Republic of Azerbaijan and gain legal status.

As the activities of governmental and non-governmental agencies involved in water management in the country are not sufficiently coordinated, it would be appropriate to establish the State Agency for Water Affairs under the Ministry of Ecology and Natural Resources.

REFERENCES

- 1 The Constitution of the Republic of Azerbaijan (1995). [In Azerbaijani].
- 2 Ahmedzadeh A.J., Hashimov A.J. (2016). Ensklopediya. Land reclamation and water management. Baku: Publishing house Radius, 2016. 632p. [In Azerbaijani].
- 3 Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P. Eds. *Climate Change and Water*. Technical Paper. IPCC Secretariat. Geneva, 2008: 228 p. [In Russ.].
- 4 Cosgrove, W. J., & Loucks D. P. (2015). Water management: Current and future challenges and research directions, *Water Resour. Res.*, 51, 4823–4839, doi: 10.1002/2014WR016869.
- 5 Eduardo Araral & Shivani Ratra (2016). Water governance in India and China: comparison of water law, policy and administration. *Water Policy*, 18 (1), 14-31. doi: 10.2166/wp.2016.102
- 6 ENVSEC (2016). *Climate Change and Security in the South Caucasus*. Republic of Armenia, Republic of Azerbaijan and Georgia. Regional Assessment Report.
- 7 European Union (EU) (2016). *Water Resource use studies in selected Transboundary tributaries (Zayamchay and Goshgarchay) in the Central Kura Pilot basin of Azerbaijan combining IWRM and WFD objectives through establishment of environmental flows and EQOs Project*. Final report.
- 8 European Union Water Initiative Plus for Eastern Partnership Countries (EUWI+) (2018). *River Basin Management Plan for Kura Upstream of Mingachevir Reservoir Dam Pilot Basin (Within the Azerbaijan Republic)*. Component A – River Basin. Analysis). Final report.
- 9 European Union Water Initiative Plus for Eastern Partnership Countries (EUWI+) (2020). *Water Resource Allocation Strategy with detailed assessment of existing and forecast resources and demands and options to meet any deficits in Ganikh (Ajazani), Gabirri (Iouri) and upper Kura pilot basin of Azerbaijan*. Final report.
- 10 Fashevskiy B.V. (1989). Sustainability of river geosystems when justifying ecological flow. Factors and mechanisms of geosystem resilience. Moscow: 296-305. [In Russian].
- 11 Gelfan A.N., Kalugin A.S., Krylenko I.N., Lavrenov a.A., Motovilov Yu.G. Hydrological consequences of climate change in large basins: combined use of regional hydrological models and global climate models. *Problems of Geography. Hydrological Changes*. 2018, No. 145: P. 49–63. [In Russ.].
- 12 GWP (2009). *A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins*.
- 13 UNCCD (2016). *GWP: Integrated Water Resources Management Toolbox*.
- 14 Imanov F.A. (2016). *Water resources and use in trans-boundary in the basin of the Kura River – St. Petersburg publishing house*. [In Russ.].

- 15 Imanov F.A., Alakbarov A.B. (2017). Modern changes and integrated management of water resources in Azerbaijan. Baku: Muterjim publishing house. 352 p. [In Azerbaijani].
- 16 Imanov F.A., Hasanova N.I, Agayev Z.B. Long-term fluctuations of river flow in Azerbaijan. *Problems of Geography. Hydrological Changes*. 2018, No. 145: P. 277–284. [In Russ.].
- 17 IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Eds.: Barros, V., Field, C., Dokken, D., Mastrandrea, Mach, M., K.J., Bilir, T., Chatterjee, M., Ebi, K., Estrada, Y., Genova, R., Girma, B., Kissel, E., Levy, A., MacCracken, S., Mastrandrea, P. and White, L.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.
- 18 Jonathan Lautze, Bunyod Holmatov, Davison Saruchera & Karen G. Villholth. (2018). Conjunctive management of surface and groundwater in transboundary watercourses: a first assessment. *Water Policy*, 20 (1), 1-20. doi: 10.2166/wp.2018.033
- 19 Kazbekov, Jusipbek; Tagutanazvo, Emelder; Lautze, Jonathan. 2015. A global assessment of Basin Plans: Definitions, lessons, recommendations. *Water Policy*, 20p. (Online first). doi: <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2015.028>
- 20 Mahmudov R.N. (2018). Modern climate change and dangerous hydrometeorological phenomena. Baku: NAA, 232 p. [In Azerbaijani].
- 21 MoENR (2010). Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Ecology and Natural Resources and Republic of Azerbaijan, Baku.
- 22 Museyibov M.A. (1998). Physical geography of Azerbaijan. Baku, Maarif, 400 p. [In Azerbaijani].
- 23 National Statistical Committee of the Azerbaijan Republic.
- 24 Rustamov, S.G. & Gashgai, R.M. (1978). Water balance of Azerbaijan SSR. Baku. [In Russian].
- 25 Rustamov, S.G. & Gashgai, R.M. (1989). Water resources of Azerbaijan SSR. Baku. [In Russian].
- 26 Speed, Robert; Yuanyuan, Li; Zhiwei, Zhou; Quesne, Tom Le; Pegram, Guy (2013). Basin Water Allocation Planning: Principles, Procedures and Approaches for Basin Allocation Planning. © Asian Development Bank, GIWP, UNESCO, and WWF-UK. <http://hdl.handle.net/11540/82>. License: CC BY-NC IGO 3.0. Print ISBN 978-92-3-001158-1
- 27 Taghiyeva U.R., Verdiyev R.H. (2020). Adaptation of water sector to climatic changes according to principles of IWRM // *Water problems: science and technology*, No. 2 (16), Baku, p. 7-21.
- 28 UNDP/GEF (2011). Regional Climate Change Impacts Study for the South Caucasus Region. United Nations Development Programme.
- 29 UNDP/GEF (2013). Kura - Aras river basin – Transboundary Diagnostic Analysis. Trans-boundary Degradation of the Kura-Ara(k)s River Basin.
- 30 UNDP/GEF (2014). Azerbaijan National IWRM Plan. Transboundary Degradation of the Kura-Ara(k)s River Basin.
- 31 UNDP/GEF (2020). Advancing Integrated Water Resource Management (IWRM) across the Kura river basin through implementation of the transboundary agreed actions and national plans.

- 32 UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Paris, UNESCO.
- 33 Verdiyev R.H. Water resources of the rivers of the East Caucasus in the context of climate change. Baku. 2002. 224 p. [In Russ.].
- 34 Water Code of the Republic of Azerbaijan. 1997. [In Azerbaijani].
- 35 Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD)

AZƏRBAYCANIN SU EHTİYATLARI VƏ ONLARIN İDARƏ EDİLMƏSİ

F.Ə.İMANOV, Ş.B.HÜSEYNOV

XÜLASƏ

Məqalədə Azərbaycan Respublikasının su ehtiyatları və onlardan istifadənin mövcud vəziyyəti, antropogen amillərin və iqlim dəyişmələrinin çayların illik axımına təsiri, su qanunvericiliyi, su siyasəti və su sektorunun institusional strukturu təhlil olunmuşdur. Göstərilir ki, ölkənin su ehtiyatları məhduddur və bu ehtiyatlar həm ərazi, həm də mövsümlər üzrə qeyri-bərabər paylanır. Çayların su ehtiyatlarının 70%-i transsərhəd çayların payına düşür və bu çaylar ölkə ərazisinə çirklənmiş vəziyyətdə daxil olur. Son 20 ildə təbii su mənbələrindən istifadə məqsədilə götürülən suyun miqdarı yerli çayların su ehtiyatları səviyyəsindədir. İqlim dəyişmələri şəraitində ölkənin mövcud su ehtiyatları azalır. Qeyd olunur ki, keçmiş SSRİ dağılıdıqdan sonra Azərbaycanın su sektorunu əhatə edən, su ehtiyatları sahəsində dövlət siyasətinin icrasına yönəldilmiş ayrıca bir siyasi sənəd – milli proqram və ya strategiya qəbul edilməmişdir. Ölkədə su siyasəti Azərbaycan Respublikasının Su Məcəlləsi, həmçinin Milli və Dövlət Proqramları və sahə fəaliyyət Planları vasitəsilə həyata keçirilir. Azərbaycan transsərhəd su siyasətini Helsinki Konvensiyasına və qonşu ölkələrlə ikitərəfli müqavilələr əsasında qurur. Su idarəçiliyi effektiv olmadığına görə mövcud su ehtiyatlarından qeyri-səmərəli istifadə olunur və onların mühafizəsinə kifayət qədər diqqət yetirilmir. Su ehtiyatlarının effektiv idarə edilməsi üçün zəruri olan texniki, qanunvericilik və institusional məsələlərin hər birində çoxsaylı boşluqlar vardır. Bu çatışmazlıqlar təhlil olunmuş və Azərbaycanda su idarəçiliyinin təkmilləşdirilməsi üzrə tövsiyələr hazırlanmışdır.

Açar sözlər: su ehtiyatları, transsərhəd çaylar, çay axımı, antropogen amillər, iqlim dəyişmələri, su qanunvericiliyi, su siyasəti, institusional struktur

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНА И ИХ УПРАВЛЕНИЕ

Ф.А.ИМАНОВ, Ш.Б.ГУСЕЙНОВ

РЕЗЮМЕ

В статье проанализированы водные ресурсы Азербайджанской Республики и современное состояние их использования, влияние антропогенных факторов и изменения климата на годовой сток рек, водное законодательство, водная политика и институциональная структура водного хозяйства. Показано, что водные ресурсы страны ограничены и распределены неравномерно как по площади, так и по сезонам года. На трансграничные реки приходится 70% поверхностных водных ресурсов, и эти реки

поступают в страну в загрязненном состоянии. За последние 20 лет объемы забора воды из природных водоисточников находятся на уровне водных ресурсов местных рек. Имеющиеся водные ресурсы страны уменьшаются в связи с изменением климата. Отмечается, что после распада бывшего СССР не принят отдельный документ, направленный на реализацию государственной политики в области водных ресурсов. Водная политика осуществляется посредством Водного кодекса Азербайджанской Республики, а также национальных и государственных программ и планов действий в этой области. Азербайджан строит свою трансграничную водную политику на основе Хельсинкской конвенции и двусторонних соглашений с соседними странами. Из-за неэффективного управления водные ресурсы используются нерационально, их охране не уделяется должного внимания. В каждом из технических, законодательных и институциональных вопросов, необходимых для эффективного управления водными ресурсами, имеется множество пробелов. Эти недостатки были проанализированы и разработаны рекомендации по улучшению управления водными ресурсами в Азербайджане.

Ключевые слова: водные ресурсы, трансграничные реки, речной сток, антропогенные факторы, изменение климата, водное законодательство, водная политика, институциональная структура.

UOT 911,3**LƏNKƏRAN-ASTARA İQTİSADI RAYONUNDA URBANİZASIYA
PROSESLƏRİ VƏ DEMOQRAFİK İNKİŞAF PROBLEMLƏRİ****S.Q.NAĞIYEV*****Bakı Dövlət Universiteti******naqiyevsaleh@mail.ru***

Tədqiqat işində Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda şəhər məskunlaşmasının formalaşması və inkişafı inzibati rayonlar üzrə urbanizasiya səviyyəsinin dinamikası təhlil edilmişdir. Regionun şəhər məntəqələrində demoqrafik proseslərin tədqiqi göstərir ki, son illər əhali arasında təbii artım, doğum və nikahların dinamikasında azalma, ölüm, körpə ölümü və boşanma proseslərində artım müşahidə edilmişdir. Regionda şəhərlərin demoqrafik inkişaf problemləri və onların həlli istiqaməti üzrə təklif və tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: şəhər məskunlaşması, urbanizasiya, demoqrafik proses, təbii artım, doğum, ölüm, nikah

Giriş. Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda şəhər məskunlaşmasının geodemoqrafik şəraiti və inkişafının nizamlanması ölkədə aparılan dayanıqlı sosial-iqtisadi siyasətin müəyyən hissəsini təşkil edir [1]. Regionda istehsalın və əhalinin daha səmərəli ərazi təşkili üçün şəhərlərin demoqrafik şəraitinin öyrənilməsi zəruriliyi ortaya çıxır. Geodemoqrafik şərait əhalinin təbii hərəkəti, onun strukturu və yerləşdirilməsi qanunauyğunluqlarını əks etdirir. Hazırda Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda əhalinin 23.2%-i, sənaye və sosial-iqtisadi potensialının böyük hissəsi şəhər məntəqələrində cəmləşir. 2021-ci ildə regionda əsas sahələr üzrə məhsulun ümumi həcmində sənayenin payı artaraq 13% təşkil etmişdir. Ölkə iqtisadiyyatının formalaşmasında regionun Lənkəran, Astara, Cəlilabad və Masallı şəhərləri mütərəqqi rol oynasalar da, urbanizasiyanın inkişafında, xüsusilə Astara şəhərinin mövqeyi hiss edilmişdir. Bu region 1999-2021-ci illər ərzində təbii artımın inkişafına görə ölkə səviyyəsindən xeyli yüksək olmuşdur, ancaq son illərdə azalma müşahidə olunur. Bu region şəhər əhalisinin xüsusi çəkisinə görə ölkə üzrə 4-cü yer tutsa da, son 20 ildə ölkənin şəhər əhalisi üzrə payı az olmuşdur. Bunun səbəbi artımın əsasən kənd yerlərində olmasıdır. Şəhər məntəqələrinin demoqrafik inkişafında qarşıya çıxan problemlərin həlli üçün elmi təhlillərin aparılması və onların nəticələrinə görə dövlət səviyyəsinə

yəsində tədbirlər planının hazırlanması olduqca zəruridir.

Təhlil və müzakirə. Lənkəran-Astara iqtisadi rayonu ümumi əhalisinin sayına görə respublikada Bakı iqtisadi rayonundan sonra 2-ci, həmçinin şəhər yaşayış məntəqələrinin sayına görə 4-cü yeri tutur. 2021-ci ildə Azərbaycan Respublikasında iqtisadi rayonun ümumi əhaliyə görə xüsusi çəkisi 9.4% və şəhər əhalisi üzrə 4.2% olmuşdur. Regionda 8 şəhər və 13 qəsəbə vardır, lakin buna baxmayaraq ölkənin şəhər əhalisi üzrə payının 27.7% (cədvəl 1), yəni aşağı olması ilə fərqlənir. Regionda şəhərlər yaxın keçmişdə yaranmışdır. Lənkəran və Astara orta əsr şəhərləri olub xanlıqlar dövründə formalaşaraq böyük əhəmiyyət kəsb edirlər. Ayrı-ayrı dövrlərdə Talış xanlığının paytaxtı olmaları onların inkişafını sürətləndirmişdir. XX əsrin əvvəlləri kapitalist münasibətlərinin inkişafı ilə bağlı formalaşan və nəqliyyat yolları üzərində yerləşən Astara, Lənkəran və Masallı şəhərlər sırasına qoşuldu. Sovet dövründə sənayeləşmə ilə əlaqədar 1 yanvar 1930-cu ildə Yardımlı rayonu; 8 avqust 1930-cu ildə isə Astara, Lənkəran, Lerik, Masallı, Cəlilabad rayonları təşkil edilmişdir [5]. Qalan bütün şəhərlər kəndlərin əsasında formalaşan qəsəbələrdən yaranmışdı. Bunlara bariz nümunə olaraq Lerik və Yardımlı şəhərlərini misal göstərmək olar. Əvvəllər qəsəbə statusuna aid olan bu ərazi vahidləri 2008-ci ilin iyunundan şəhər statusuna malikdir. Bu şəhərlərin yaranmasında şəhəryaradıcı amillər arasında aparıcı yeri aqrar-sənayenin və turizmin perspektivli olması amili tutmuşdur. Regionun mərkəz şəhərləri olan Lənkəran, Masallı və Cəlilabadda əhali 1979-cu ildə 110.4 min, 2020-ci ildə isə 201.9 min nəfər olmuşdur. Regionun şəhər əhalisinə görə pay göstəriciləri bu illər ərzində 25.9%-dən, 26.7 %-dək artmışdır. Regionda şəhər əhalisi sayının artımı sovet dövründə 1979-1989-cu illərdə 17.4% olduğu halda, müstəqillik dövrünün 1999-2009-cu illər ərzində artım 22.8% olmaqla əvvəlki göstəricini qabaqlamış, 2009-2021-ci illərdə isə 21.7% olmuşdur. Hazırda regionun şəhər əhalisinin ölkə üzrə xüsusi çəkisi 1999-cu illə müqayisədə qismən artmışdır (cədvəl 1).

Cədvəl 1

Regionun şəhər əhalisinin artım dinamikası və xüsusi çəkisi

İllər	İqtisadi rayon əhalisi (min nəfərlə)		Əhalinin ölkə üzrə payı (%)		Urbanizasiya səviyyəsi %
	Ümumi	Şəhər	Ümumi əhali üzrə	Şəhər əhalisi üzrə	
1989	613,2	155,5	8,6	4.0	25,4
1999	738,4	169,7	9,2	4.1	23,0
2009	832,3	207,3	9,3	4.3	25,0
2021	953.6	254.3	9,4	4.8	27,7

Mənbə: Azərbaycanın demografik göstəriciləri, Bakı: DSK 2021

Regionda şəhərlər üzrə əhalinin xüsusi çəkisinin aşağı olduğu inzibati rayonlardan Lerik və Yardımlıda kəndlərin sayının çox, qəsəbələrin isə ol-

maması urbanizasiya səviyyəsinin azalmasına şərait yaradan əsas amildir. İR-3 böyük şəhər (Lənkəran, əhalisi 52,6 min nəfər, Cəlilabad əhalisi 46,7 min nəfər və Masallı əhalisi 26,7 min nəfər) vardır (cədvəl 2.) Regionda ən yüksək urbanizasiya səviyyəsi Lənkəran şəhərində, ən aşağı isə Lerik rayonunda müşahidə edilmişdir [4].

Cədvəl 2

Şəhərlərdə əhali sayının dəyişilməsi və rayonlarda urbanizasiya səviyyəsi (min nəfər)

No	Şəhərlər	1989	1999	2009	2021	Şəhər əhalisinin payı %	Rayonlar üzrə urbanizasiya səviyyəsi %	
						Ümumi əhali üzrə	Şəhər əhalisi üzrə	
1.	Astara	16,3	18,8	22,3	33,9	3,6	13,3	30,8
2.	Lənkəran	72,3	77,5	83,3	89,3	35,2	38,7	38,7
3.	Lerik	5,9	6,8	7,3	8,2	3,4	10,0	10,0
4.	Yardımlı	3,5	4,0	6,7	7,7	3,0	11,2	11,2
5.	Masallı	20,3	14,4	31,4	51,8	20,3	22,6	22,6
6.	Cəlilabad	37,2	48,2	56,3	62,9	24,7	27,8	27,8
7.	Liman	8,6	9,6		11,6	100	-	33,7
8.	Göytəpə	10,1	12,7		15,5	100	-	51,4

Mənbə: Azərbaycanın demografik göstəriciləri, Bakı: DSK, 2021

Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda urbanizasiya səviyyəsi inzibati rayonlar üzrə müxtəlifliyi ilə seçilir, belə ki, 40-50% olanlara heç bir şəhəri aid deyil, 30-40% arasında olanlara Lənkəran və Astara aid olmuşdur. Zəif urbanizasiya səviyyəsi ilə Lerik və Yardımlı rayonları fərqlənmişlər. 1989-2021-ci illər regionda şəhər əhalisinin dinamikasında daim artım müşahidə olunub, şəhər əhalisinin xüsusi çəkisinin göstəricisi 1990-2000-ci illərdə artım, lakin 2010-cu illərdə azalma müşahidə olunmuşdur. Bu prosesdə azalma təbii artımda kənd əhalisinin daha sürətli artımı ilə bağlı olmuş və kəndlərdən region şəhərlərinə miqrasiya axını zəif olmuşdur. Regionda 2000-ci illərin sonunda şəhər əhalisində artım prosesi ətraf kəndlərin, qəsəbələrin şəhər yardımlarına ona birləşdirilməsi hesabına baş vermişdir. 1999-2021-ci illər ərzində regionun şəhərlərində əhali sayının artım tempi ölkə göstəricisindən yüksək olduğu halda, qəsəbələr üzrə isə Respublika göstəricisi həddində olmuşdur. Bunun nəticəsində bu dövrdə şəhər əhalisi daim artıb. 1989-2021-ci illərdə şəhərlərdə əhalinin artım tempi Sovet dövrünün 1970-1989-cu illəri ilə müqayisədə yüksək olmuş, son dövrdə yüksək artım Astara şəhəri üçün səciyyəvi olmuş, aşağı artım tempi Yardımlı və Lerik rayonları üçün qeydə alınmışdır. İqtisadi rayonda şəhərlər üzrə əhalinin xüsusi çəkisinin aşağı olduğu inzibati rayonlardan Lerik və Yardımlıda qəsəbələrin olmaması urbanizasiya səviyyəsinin azalmasına şərait yaradan əsas səbəbdir. Son illər regionda aparılan dayanıqlı sosial-iqtisadi siyasətin nəticəsi olaraq yeni müəssisələr yaradılmış və məşğulluğun artımına təkan verilmiş,

bu səbəbdən şəhərlərə kənd yerlərindən miqrasiya sürətlənmiş və onlarda demoqrafik şərait xeyli yaxşılaşmışdır. Təhlillərə görə, region şəhərlərini əhali sayına və iqtisadi potensialına görə qruplaşdırsaq, Lənkəran ölkə əhəmiyyətli, Cəlilabad, Masallı, Astara regional mərkəz, Lerik və Yardımlının isə inzibati-rayon mərkəzləri kimi formalaşmasını görürük. Regional mərkəz şəhərlərin yerləşdiyi inzibati rayonlarda şəhər əhalisinin xüsusi çəki göstəricisi yüksək olması ilə fərqləndiyi halda, digər rayon mərkəzlərində bu göstərici aşağıdır. Regionda şəhərlərin əhali sayına görə ieraxiya qruplaşmasının təhlili göstərir ki, 1970-ci illərdə kiçik şəhərlər sayına və əhalisinə görə üstün olsalar da, müstəqillik dövründə onların sayı azalmış, orta şəhərlərin sayı sürətlə artmışdır.

Cədvəl 3

Şəhər əhalisinin təbii artım dinamikası (hər 1000 nəfərə görə)

İnzibati tərkibi	Təbii artım				Doğum				Ölüm			
	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2021	2005	2010	2015	2021
Ölkə	8,7	11,2	10,1	7,4	15,1	17,2	16,0	13,5	6,4	6,0	5,9	6,1
Lənkəran-Astara	16,3	14,9	14,8	11,4	21,8	20,2	16,7	16,9	5,5	5,2	5,1	5,3
Astara	15,3	12,9	13,2	10,4	21,2	18,3	19,0	16,0	5,9	5,4	5,8	5,6
Lənkəran	11,7	11,9	10,5	7,2	17,9	18,4	16,2	13,5	6,2	6,5	6,4	6,3
Lerik	19,4	16,8	14,8	12,2	25,1	21,5	19,2	17,3	5,7	4,7	4,4	5,1
Yardımlı	21,4	18,7	17,8	14,9	26,1	23,7	22,4	20,0	4,7	5,0	4,6	5,1
Masallı	15,4	15,2	14,2	10,0	20,8	20,8	19,5	15,5	5,4	5,6	5,1	5,5
Cəlilabad	15,0	14,1	18,3	14,3	19,8	18,8	22,8	18,9	4,8	4,7	4,5	4,6

Mənbə: Azərbaycanın demoqrafik göstəriciləri Bakı: DSK, 2021.

Təhlillər göstərir ki, iqtisadi rayonda 2005-2021-ci illər ərzində şəhər əhalisi sayının artımında ən mühüm rol oynayan amil təbii artım olmuş, ümumi artımın 89.3%-i onun payına düşmüşdür. 1999-2004-cü illərdə kəndlərə yeni qəsəbə statusu verilməsi ilə bu amilin rolu artmışdır. Bu səbəbdən təbii artım ümumi artımın yarıdan çoxunu, qalan 2005-2010-cu illərdə 90%-ə yaxın, 2011- 2021-ci illərdə isə təbii artım ümumi artımı üstələmişdir. Bu dövrlərdə şəhərlərdə şəhəryaradıcı təsərrüfat sahələrinin ləng inkişaf etməsi ilə əlaqədar əhali sayı zəif artmış, bu şəhərlərdən miqrasiya edənlərin sayı çoxalmışdır. İqtisadi rayonda demoqrafik proseslərin təhlili göstərir ki, ölkə səviyyəsi ilə müqayisədə burada şəhər əhalisinin payı aşağı olduğu üçün, demoqrafik inkişaf özünəməxsus spesifik xüsusiyyətə malik olmuşdur. Belə ki, kənd yerlərindəki yüksək təbii artım prosesi, şəhər yerlərinə nisbətən sürətli və əmsal göstəricisinə görə böyük olması ilə fərqlənirdi. Müstəqillik dövründə şəhər məntəqələrində əhali sayının inkişafında təbii artımın rolu çox böyük olmuşdur. Lakin son illər təbii artım prosesinin zəifləməsi şəhər yerlərində sosial-iqtisadi inkişafın vəziyyəti və 1990-cı illərdə olan demoqrafik proseslərlə bağlı idi. Cəmiyyətdə sosial qruplar arasında həyat şəraiti və tərzinin, milli-mədəni dəyərlərin, xüsusilə gənc ailələrin övlada münasib

sibət baxışının dəyişməsi təbii artım prosesinin gedişinə təsir edir. Regionun şəhər məskənlərində geodemografik şəraitin formalaşmasında əhalinin təbii hərəkətinin rolu böyükdür. 2005-2021-ci illərdə şəhər əhalisinin təbii artım və doğum tempi Respublika göstəricisini qabaqlasa da 2018-2021-ci illərdə Respublika göstəricisinə yaxın olmuşdur. Ötən dövr ərzində Astara rayonu şəhər əhalisinin daim artımı ilə seçilmişdir. Bu rayonlar ölkədə ən yüksək təbii artım əmsalları ilə seçilmişlər. Son illərdə ən yüksək təbii artım göstəriciləri Yardımlı, Lerik və Cəlilabad rayonlarında qeydə alınmışdır. Lənkəran isə aşağı göstərici ilə seçilmişdir [3].

Cədvəl 4

Şəhər yerlərində doğulan uşaqların ümumi sayında rəsmi qeydə alınmamış nikahdan doğulan uşaqların artım dinamikası

İnzibati rayonlar	Diri doğulan uşaqların sayına nisbətən nığahdan kənar olanlar %-lə			
	1990	2000	2010	2021
Astara	2,3	2,6	27,2	31,1
Lənkəran	2,0	5,6	30,0	21,4
Lerik	2,6	1,7	12,1	18,4
Yardımlı	4,1	8,4	11,3	18,0
Masallı	1,7	13,7	23,5	24,2
Cəlilabad	1,4	10,2	40,0	35,2
Ölkə üzrə	3,6	7,7	14,1	11,3

Mənbə: Azərbaycanın demografik göstəriciləri Bakı: DSK, 2021

İqtisadi rayon yaxın dövrdə Respublikada ən yüksək təbii artım və doğum göstəricilərinə malik olsa da, hazırda təbii artım və ölüm əmsalına görə respublika göstəricilərinə yaxınlığı ilə fərqlənmişdir. Ölüm əmsalının yüksək olduğu rayonlar Lənkəran və Astara olmuşdur (cədvəl 3).

Demografik proseslərdə baş verən mənfi hal, son illər ölkədə, xüsusilə Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda doğulan uşaqların ümumi sayında rəsmi qeydə alınmamış nikahdan doğulan uşaqların xüsusi çəkisinin artımının çoxalmasıdır. İqtisadi rayonunda 1990-cı illərdə rəsmi qeydə alınmamış nikahdan doğulan uşaqların xüsusi çəkisinin çox aşağı olması səciyyəvi olurdu. İqtisadi rayonda son illərdə bu göstərici xeyli artmışdır. XXI əsrin əvvəllərindən böyük işçi qüvvəsinin, xüsusilə gənclərin Rusiya və Türkiyə ölkələrinə iş dalınca miqrasiya etməsi rəsmi nikah bağlanmasına mənfi təsir etmişdir. 2005-2020-ci illərdə bu pay göstəricisi və rəsmi qeydə alınmamış nikahdan doğulan uşaqların xüsusi çəkisinin ölkə üzrə payı sürətlə artmışdır. İnzibati rayonlar arasında bu göstəriciyə görə artım, xüsusilə, Astara və Cəlilabadda qeydə alınmışdır. Lerik və Yardımlı rayonlarında ən aşağı göstərici olmuşdur. 2020-cu ildə Lənkəran-Astara regionunda əksər rayonlarda bu göstəricilər ölkənin şəhər əhalisinin (11,8%) əmsal göstəricisinə nisbətən

daha yüksək olmuşlar (cədvəl 7). Cəmiyyətdə yaranan bu mənfi tendensiyanın qarşısının alınması üçün tədbirlər proqramının hazırlanması vacibdir. Maraqlı cəhətdir ki, Azərbaycanda rəsmi dövlət nikahları olmadan kəsilən dini nikahların bağlanması 2002-ci ildən qadağan qoyulmuş, lakin bu işlər qanunsuz olaraq icra edilsə də, digər tərəfdən cəmiyyətdə əxlaqsız yaşam tərzini genişləndirir.

Cədvəl 5

Rayonlar üzrə uşaq ölümünün dinamikası

İnzibati rayonlar	Hər 1000 diri doğulana düşən 1 yaşadək ölənlərin sayı			
	Şəhər		Kənd	
	2010	2021	2010	2021
Astara	17,5	14,8	9,3	5,9
Lənkəran	7,3	11,8	8,3	3,1
Lerik	47,8	90,5	12,7	4,8
Yardımlı	36,6	57,4	8,6	4,1
Masallı	7,8	27,1	4,4	3,5
Cəlilabad	9,9	20,5	7,5	3,9

Mənbə: Azərbaycanın demografik göstəriciləri, Bakı: DSK, 2021.

Ölkənin şəhər əhalisinin ən böyük demografik problemlərindən biri körpə ölümüdür. Bu problem Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda da son illər böyük artımla yüksələrək, ölkə səviyyəsini keçmişdir. Uşaq ölümünün dinamikasının təhlili göstərir ki, 1990-cı ildə ölüm əmsali rayonların şəhər əhalisi üzrə aşağı olsa da sonrakı dövrdə sürətlə artmış, ölkə üzrə orta göstəricini üstələmişdir. 2010-2021-ci illər ərzində 1 yaşadək ölümün mütləq sayı və nisbi əmsal göstəricisi Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda və ölkənin şəhər yerləri üzrə 2 dəfədən çox artmışdır. Bütün rayonlarda bu mənfi proses baş vermişdir. 2021-ci ildə 1 yaşadək ölümün nisbi əmsalin ən yuxarı göstəricisi ilə, xüsusilə Lerik, Yardımlı və ən aşağı göstəricisi isə Lənkəran, Astara üçün səciyyəvi olmuşdur. Müqayisə üçün deyək ki, eyni rayonların kənd əhalisi üçün bu göstərici 8-10 dəfədən də aşağı olmuşdur (cədvəl 5).

Şəhər yerləri üzrə əhalinin təbii artımında körpə ölümünün yüksək olması qidanın keyfiyyətinin aşağı olması, qadınların sağlam həyat tərzini keçirməməsi, tibbi sığortanın olmaması və digər amillərlə bağlıdır. Körpə ölümünə görə regionun 4 rayonunda şəhər əhalisi üzrə hər min nəfərə görə əmsal göstəricisi ölkə səviyyəsindən çox olmuşdur. Bütün rayonlarda son illər dövlət proqramlarına uyğun görülən tədbirlər səhiyyə sahəsini də əhatə etmiş, çox sayda yeni doğum evləri açılmış, lakin görünür kadrların səviyyəsinin aşağı olması bu problemin çözülməsinə mənfi təsir göstərir. Belə ki, yaxşı həkimlər daha çox maaş almaq üçün özəl klinikalara üz tutur.

Əhalinin təbii artımına təsir edən ən mühüm amillərdən biri nikah və boşanmadır. Bu proseslərin dinamikasının təhlili göstərir ki, 2005-ci ildə hər

1000 nəfərinə görə nikah göstəricisi iqtisadi rayonda və əhalinin tərkibində olan rayonlarda ölkə göstəricisindən yüksək, boşanma isə aşağı olmuşdur. 2010-2011-ci illərdə rayonlar üzrə nikah göstəricisi yüksək səviyyəyə çatmış, 2015-2021-ci illərdə yenidən azalma prosesi ilə səciyələnməmişdir. 2021-ci ildə nikahın yüksək göstərici ilə Yardımlı, Astara və Lerik, aşağı göstərici isə Masallı və Cəlilabad rayonları üçün səciyyəvi olmuşdur. Boşanmanın yüksək göstəricisi Astara, Masallı rayonlarında və Lənkəran şəhərində, aşağı göstərici Lerik, Yardımlı və Cəlilabad rayonlarında müşahidə edilmişdir.

Boşanmanın yüksək göstəricisi olan rayonlarda təbii artımın aşağı düşməsinin əsas səbəblərindən biri də bu proses olmuşdur. Boşanma prosesinin qarşısını almaq üçün gənc ailələrə dövlət qayğısı güclənməli, onların həyat və yaşayış şəraitinin yaxşılaşdırılması və sonsuzluğa qarşı tibb elminin nailiyyətlərindən istifadə üçün davamlı proqramlar hazırlanmalı və həyata keçirilməlidir. Ailələrdə bütün uşaqlara 18 yaşına kimi uşaq pulu verilməsi bütün sivil ölkələrdə olduğu kimi bizim ölkədə də həyata keçirilməlidir. Bu tədbirlər sağlam ailələrin yaranmasına və formalaşması üçün şərait yaradar.

Cədvəl 6

**Şəhər yerləri üzrə əhalinin nikah və boşanma dinamikası
(hər 1000 nəfərinə görə)**

İnzibati rayonlar	Nikah				Boşanma			
	2005	2010	2015	2021	2005	2010	2015	2021
Astara	8,4	8,2	6,6	6,5	0,4	0,4	0,6	0,9
Lənkəran	8,1	10,0	6,3	5,1	0,4	0,4	0,7	1,0
Lerik	11,4	9,1	6,9	6,2	0,2	0,2	0,4	0,6
Yardımlı	11,7	9,5	7,5	7,3	0	0,2	0,3	0,5
Masallı	7,6	8,0	6,2	4,7	0,3	0,4	0,7	0,9
Cəlilabad	5,4	7,2	8,2	4,6	0,2	0,1	0,3	0,5

Mənbə: Azərbaycanın demografik göstəriciləri, Bakı: DSK 2021

Nəticə və təkliflər

Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda şəhər məskunlaşması və şəhərlərin demografik inkişaf proseslərində müşahidə olunan meyilləri tədqiq edərkən gəldiyimiz nəticələr, verilən təkliflər aşağıdakı kimi ümumiləşdirilə bilər:

- İqtisadi rayonda 1999-2021-ci illər ərzində şəhər əhalisi sayının artımında ən mühüm rol oynayan amil təbii artım (89. 3%) olmuşdur. Bu dövr şəhərlər üçün mənfi miqrasiya saldosu səciyyəvi idi. Bu dövrdə yeni qəsəbələrin yaranması ilə bağlı onlarda əhali sayının artımı 3 dəfə olmuş və bu şəhər məntəqələri üzrə artımın böyükqismini təşkil etmiş, şəhərlərdə əhali sayının artım tempi isə ölkə göstəricisi səviyyəsində qalmışdır.

- Müstəqillik dövründə şəhərlər arasında ən yüksək əhali sayının artımı Lerik, Yardımlı və Masallıda olmuşdur. 2010-2021-ci illərdə regionun şəhər əhalisinin orta illik artımı zəifləmişdir (12-13 mindən 10 minədək).

- Regionun şəhər məntəqələrində son illər demoqrafik proseslərin tədqiqi göstərir ki, əhalinin təbii artım və nikah dinamikasında azalma, körpə ölümü, doğumda rəsmi qeydə alınmamış nikahdan doğulan uşaqların xüsusi çəkisində və boşanmalarda artım müşahidə edilmişdir. Körpə ölümü rayonların şəhər əhalisi nisbi əmsal göstəricisi (hər min nəfərə) kənd əhalisinə görə və ölkə səviyyəsindən çox olmuşdur. Ölkədə çox aşağı təbii artım əmsalları ilə Cəlilabad, Lerik və Yardımlı rayonları seçilir.

- Regionun şəhərlərində demoqrafik inkişaf problemlərinin nizamlanması üçün, onlarda məşğulluq, sosial müdafiə, tibb və digər sahələrdə davamlı tədbirləri həyata keçirmək.

- Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunun İran İslam Respublikası ilə ərazilərin qonşuluğunda yerləşməsi və ölkənin mühüm strateji əhəmiyyətli regionlarından olması ilə bağlı, şəhərsalma və şəhərlərin inkişafı dövlətin əsas prioritet istiqaməti kimi mühüm əhəmiyyət daşımalıdır.

- Perspektiv demoqrafik proseslərin təhlili göstərir ki, yaxın 10 ildə regionun şəhər əhalisinin təbii artım və doğum tempinin əmsal göstəricisinin azalması, xüsusilə orta illik artımın daha aşağı səviyyəyə düşməsi ehtimal edilir, bu isə şəhərlərdə demoqrafik inkişafın ləngiməsinə şərait yaradacaq və ölkə üçün strateji əhəmiyyətli problemləri dərinləşdirəcəkdir. Bu istiqamətdə aşağıdakı təklifləri tövsiyə edirik.

- Ölkə əhəmiyyətli Lənkəran şəhərində yeni sənaye parklarının açılması, şəhər ərazilərinin yeni şəhərsalma infrastrukturuna uyğun genişləndirilməsi yaxşı olardı.

- Regionun mərkəz şəhərləri olan Masallı, Cəlilabad, həmçinin Astarada sənaye məhəllələrinin yaradılması, mövcud olan ərazilərdə isə bu məhəllələrin daha da inkişaf etdirilməsi və onlara yaxın kəndlərin birləşdirilərək şəhər infrastrukturuna uyğun yenilənməsi vacib məsələdir.

- İqtisadi rayonda böyük kəndlərə qəsəbə, böyük qəsəbələrə isə şəhər statusunun verilməsi məqsədəuyğundur.

ƏDƏBİYYAT

1. "Azərbaycan Respublikası regionlarının 2019–2023-cü illərdə sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramı"
2. Azərbaycanın demoqrafik göstəriciləri. – Bakı, - 2021, - DSK
3. Azərbaycanın əhalisi. – Bakı, -2021, - DSK.
4. Azərbaycanın Regionları. – Bakı, - 2021, - DSK
5. Azərbaycan Respublikasının coğrafiyası. II cild, - Bakı: Avropa, -2013,
6. Əfəndiyev V.Ə., Nağıyev S.Q. Geourbanistika, - Bakı, – 2017, 271
7. Eminov Z.N. Azərbaycanın əhalisi. - Bakı: Çıraq, -2005.
8. Əfəndiyev V.Ə. Müasir mərhələdə Azərbaycanın şəhər əhalisinin sayının dinamikası. "Coğrafiya və təbii resurslar", № 1, - 2015.
9. Məmmədov R.M., Eminov Z.N., Əyyubov N.H. Əhali coğrafiyasının reallıqları: inkişaf dinamikası, məskunlaşma, resurslar və perspektivləri. Müstəqillik yollarında. –Bakı: Şərq-Qərb, -2016.

10. Нагиев С.К. Малые и средние города в системе расселения Азербайджана. Санкт-Петербург: РГО «Известия», - 2009, - с. 76-79.
11. Нагиев С.К. Новейшие тенденции развития расселения в Большом Баку // Материалы научной конференции, посвященные 90-летию со дня рождения Ризвана Пириева. - Баку, - 2014, с. 197-202
12. Нагиев С.К. Демографическая обстановка в Азербайджане. - Санкт-Петербург: РГО «Известия», - 2005, с. 71-77.
13. Нагиев. С.К. Региональные особенности территориальной подвижности населения Азербайджана. Статьи Азербайджанского географического общества. 14 том, 2009, - с. 230-234.

ПРОЦЕССЫ УРБАНИЗАЦИИ В ЛЕНКОРАНЬ-АСТАРИНСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ И ПРОБЛЕМЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

С.К.НАГИЕВ

РЕЗЮМЕ

В исследовательской работе проанализированы формирование и развитие городского поселения в Ленкорань-Астаринском экономическом районе, динамика уровня урбанизации по административным районам. Изучение демографических процессов в городских поселениях региона показывает, что в последние годы наблюдается снижение динамики естественного прироста населения, рождаемости и браков, рост смертности, младенческой смертности и бракоразводных процессов среди населения. Даны предложения и рекомендации по проблемам демографического развития городов региона и их решению.

Ключевые слова: городское поселение, урбанизация, демографический процесс, естественный прирост, рождаемость, смертность, брак

THE PROCESSES OF URBANIZATION IN THE LANKARAN-ASTARA ECONOMIC REGION AND THE PROBLEMS OF DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT

S.Q.NAGIYEV

SUMMARY

The research paper analyzes the formation and development of an urban settlement in the Lankaran-Astara Economic Region, the dynamics of the level of urbanization by administrative districts. The study of demographic processes in urban settlements of the region shows that in recent years there has been a decrease in the dynamics of natural growth, natality and marriages, an increase in mortality, infant mortality, and divorce processes among the population. Suggestions and recommendations on the problems of demographic development of cities in the region and their solution are given.

Keywords: urban settlement, urbanization, demographic process, natural growth, natality, mortality, marriage

UOT 551.52. 911

**LANDŞAFTLARIN MORFOLOJİ ELEMENTLƏRİNİN
KOSMİK ŞƏKİLLƏR VƏ COĞRAFI İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİ
(CİS) ƏSASINDA TƏDQIQI
(BÖYÜK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ YAMACI TİMSALINDA)**

R.R. SƏDULLAYEV
Bakı Dövlət Universiteti
reshad_sedu@mail.ru

Landşaftların morfoloji elementlərinin kosmik şəkillər və Coğrafi İnformasiya Sistemləri əsasında təhlili fiziki-coğrafi tədqiqatlarda öz aktuallığı ilə seçilir. Tədqiqat işində Landsat peyk verilənləri və Coğrafi İnformasiya Sistemlərinin (CİS) tətbiqi əsasında relyefin mezo və mikroformalarının landşaftın morfoloji quruluşuna təsiri, landşaft diferensiasiyasının relyefin morfometrik göstəricilərindən asılılığı və s. məsələlərə toxunulur. Landşaftların morfoloji elementlərinin formalaşması və diferensiasiyasında relyef, onun morfoloji və morfometrik xüsusiyyətləri müstəsna rola malikdir. Ona görə də Landsat peyk verilənləri əsasında dəşifrə edilən nival-buzlaq, qravitasiya, eol, flüvial və s. morfosklupturların, ümumilikdə relyefin morfometrik göstəricilərinin landşaftların dinamikasına təsiri Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) əsasında təhlil edilərək xəritələşdirilmişdir.

Açar sözlər: relyefin morfometrik göstəriciləri, Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS), kosmik şəkillər, landşaftların morfoloji elementləri, landşaft diferensiasiyası

Azərbaycan Respublikasının hüdudları daxilində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı şimaldan Sudur silsiləsi və Samur çayı, qərb və cənub-qərbdən Baş Suayrıcı silsilə, cənub-şərqdən Boğaz düzü, şərqdən isə Xəzər dənizi ilə əhatələnmiş təbii-coğrafi ərazidir (şəkil 1).

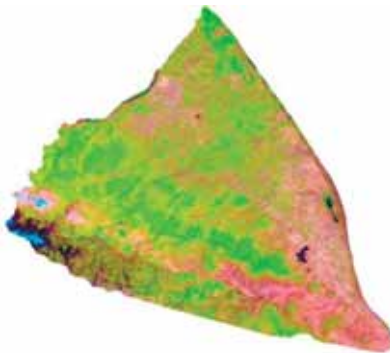
Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının landşaft kompleksləri, landşaftların morfoloji elementləri, onların dinamikası XX əsrin 70-80-cı illərindən öyrənilməyə başlanmışdır. Bu sahədə A.A.Mikayılov (1986), B.Ə.Budaqov (1988), M.C.İsmayılov (2000), M.A.Müseiyibov (2003), Y.Ə.Qəribov (2000-2009), İ.Kuçinskaya (2005), N.S. İsmayılova (2008), R.R.Sədullayev (2020) və s. müəlliflərin böyük əməyi olmuşdur. Regionun relyefi və geomorfoloji xüsusiyyətləri B.Ə.Budaqov (1973, 1976, 1985), N.Ş.Şirinov (1991, 1998), A.A.Mikayılov (1985) və s. mütəxəssislər tərəfindən öyrənilmişdir [7].

İşin məqsədi. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı landşaftlarının mor-

foloji elementlərinin kosmik şəkillər və Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) əsasında tədqiqi.

Tədqiqat metodologiyası. Tədqiqat zamanı Landsat 8 peyk verilənlərinin və Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) əsasında deşifrə edilməsi ilə landşaftlarının morfoloji elementlərinin diferensiasiya xüsusiyyətləri təhlil edilmişdir. Rəqəmli Yüksəklik Modellərinin (RYM) ArcGIS proqram təminatında emalı əsasında Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı landşaftlarının relyefin morfometrik göstəricilərindən asılılığı xüsusiyyətləri təyin edilmişdir. Müasir metodlar vasitəsilə aparılmış təhlillər nəticəsində Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının landşaftlarının morfoloji elementlərinin son illər ərzindəki dinamikası CİS əsasında xəritələşdirilmişdir.

İşin məzmunu. Hər bir coğrafi landşaft yalnız ona məxsus olan təbii ərazi komplekslərinə, daha doğrusu morfoloji hissələrə malikdir və həmin hissələr landşaft daxilində özlərinə məxsus müəyyən qanunauyğunluqla yerləşirlər. Bu nöqteyi-nəzərdən coğrafi landşaft daha kiçik təbii ərazi komplekslərinin qanunauyğun düzülüşü sistemidir. Onların düzülüşü və cəmi müəyyən struktur (hissələrin yerləşməsi) yaradır ki, bu da elmdə landşaftın morfoloji strukturu adlanır. Landşaftların morfoloji strukturunun öyrənilməsilə, landsaftşünaslığın xüsusi şöbəsi məşğul olur ki, bu da coğrafiyada landşaftın morfologiyası adlanır. Landsaftın morfologiyası, daha doğrusu landsaft daxili müxtəlifliklər barədə məlumatlar Q.F.Morozovun, L.S.Berqin, L.Q.Ramenskinin, S.V.Kalesnikin işlərində verilmişdir. Lakin bu məsələyə dair N.A.Solnsev daha tam və hər tərəfli məlumat verir. Landsaftşünaslıq elmində morfoloji landşaft bölməsinin yaranması onun adı ilə bağlıdır. Dağlıq ölkə landşaftlarının morfologiyasının öyrənilmə metodikası isə bu vaxta qədər zəif işlənmişdir [5].



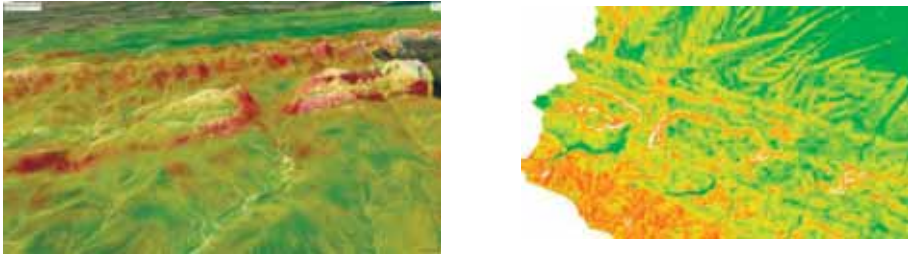
Şəx. 1. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının coğrafi mövqeyi [9]

Bu baxımdan Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının landşaftlarının morfoloji elementlərinin dinamikası və diferensiasiyasının Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) və peyk verilənləri (həm müxtəlif məzmunlu kos-

mik şəkillər, həm də Rəqəmli Yüksəklik Modelləri əsasında) vasitəsilə təhlili mühüm əhəmiyyətə malikdir. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı relyefinin hipsometriyası, yamaclar, onların meyillik, ekzpozisiya, səthi parçalanma xüsusiyyətlərinin Coğrafi İnformasiya Sistemlərinin (CİS) əsasında təhlili, həmçinin bu informasiyalar əsasında dağlıq landşaftların müasir diferensiasiya istiqamətləri son illər tərəfimizdən tədqiq edilmişdir [4].

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının Coğrafi İnformasiya Sistemlərinin (CİS) əsasında aparılmış digər morfometrik təhlili nəticəsində təyin etmişik ki, regionun fiziki səthinin sahəsi $12\,296\text{ km}^2$ -dir ki, bu da ərazinin poliqonal sahəsindən (7 min km^2) təxminən 5 min km^2 daha çoxdur. Fiziki səthin bu kəmiyyəti Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında relyefin kifayət qədər kontrastlığını və geoloji-geomorfoloji şəraitin landşaft diferensiasiyasına əhəmiyyətli dərəcədə təsirini göstərir.

Coğrafi İnformasiya Sistemlərinin (CİS) və Rəqəmli Yüksəklik Modeli (RYM) əsasında tərtib etdiyimiz meyillik xəritəsinin morfometrik təhlili göstərir ki, Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı relyefinin təsərrüfat cəhətdən mənimsənilməsi xeyli əlverişlidir (şəkil 2).



Şək. 2. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının CİS əsasında qurulmuş müasir meyilliklər xəritəsi [Sədullayev, 2021]

Belə ki, regionun ümumi sahəsinin $62,6\%$ -ə qədər meyilliyi 10^0 -yə qədər olan yamaclardan ibarətdir. Şimal-şərq yamac sahəsinin $25,7\%$ -ni meyilliyi 10^0 - 20^0 arasında dəyişən yamaclar, $10,8\%$ -ni isə 20^0 - 35^0 - arası meyilliyə malik yamaclar təşkil edir. Meyilliyi 35^0 -dən yuxarı dik-sıldırım (qravitasion) yamaclar isə regionun çox kiçik bir hissəsini ($0,8\%$) əhatə edir.

Landşaftların morfoloji elementlərinin formalaşması və diferensiasiyasında relyef, onun morfoloji və morfometrik xüsusiyyətləri müstəsna rola malikdir. Dağlıq ərazilərdə hədsiz saylı mezo, mikrorelyef formalarının mövcudluğu və onların müxtəlif litoloji tərkibə malik süxurlardan təşkil olması landşaft daxili diferensiasiyanın əsas səbəblərindən biridir [3].

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının yüksəkdağlıq qurşağında landşaft diferensiasiyasına təsir göstərən mühüm amillərdən biri qlyasial və nival-buzlaq prosesləridir. Regionun müasir nival-buzlaq sahələri 3900 m -dən

yuxarıda olduqca kiçik sahələrdə yerləşməklə həm dağıdıcı (ekzarasiya), həm də qurucu (akkumlyasiya) işi görür. Yüksəkdağlıqda ekzogen morfo-skulpturun əsas tipini təşkil edən buzlaq morfoskulpturu Bazardüzü, Şahdağ və Tufan zirvələrində sahəsi cəmi 6,4 km²-ə çatan müasir buzlaqlardan müqayisə edilməz dərəcədə böyük sahə tutur. Böyük Qafqaz dağlarının 3000-3200 m-dən yuxarıda yerləşən suayrıcı zonaları və yamaclarında hakim morfoskulptur qədim buzlaq sirkələri, karları, karoidləri və troq dərələridir. Karlar çox halda pillələr əmələ gətirir və bir-birinin içində yerləşir. Bir çox hallarda troq dərələri 3000 m-dən aşağıda (2600-2800 m yüksəkliklərdə) qurtarır [1, 3]. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının aprel-may dövrünə aid kosmik şəkilləri tərəfimizdən CİS əsasında deşifrə edilmiş və ümumi sahəsi 18 km²-ə çatan qar-buzlaq örtüyü müəyyən edilmişdir (şəkil 3).



Şək. 3. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının CİS əsasında deşifrə edilmiş müasir nival-buzlaq sahələri [9]

Yüksəkdağlıq zona dördüncü dövrdə dəfələrlə dağ-dərə buzlaşmalarına məruz qalmışdır. Lakin yüksəkdağlıq qurşağın müasir relyefində əsasən sonuncu buzlaşmaya aid relyef formaları qalmaqdadır. Yüksəkdağlıq zonada relyefin göstərilən ekzarasiya formaları ilə yanaşı buzlaq-akkumlyasiya formalarına da rast gəlinir. Lakin öz həcmələrinə görə bunlar ekzarasiya formalarından çox kiçik olmaqla, həm də az yayılmışdır. Əsasən dərələrdə toplanan moren çöküntüləri və onlara uyğun gələn relyef formaları (moren tirələri, təpələr) çayların erozion fəaliyyəti ilə yuyulub dağılmışdır. Lakin Qusarçayın yuxarılarında (Yatıqdərədə, Şahnabadçayda, Şahdüzünün cənub kənarlarında) moren tirələri və moren çöküntüləri yaxşı saxlanmışdır. Qar uçqunları qar çıxıntıları (yamacların yuxarı hissələrində, qar yığıntıları), novlar dərələrdə yataqların talveqlərində açıq rəngli düzləndirmiş zolaqlar, nival taxçalar (yamacların yuxarı hissələrində qaranlıq ləkələr yamac və ya sürüşmə arasında uzanır), konuslar (geniş dərələrin ağzında və yamacların ətəyində) və s. indikator formaları ilə səciyyələnir [6, 7, 8].

Müasir buzlaqlar geri çəkildiyinə görə relyef əmələgəlməsində o qədər də fəal iştirak etmir. Yüksək dağlıqda çoxillik, yaxud “yaylayan qarlar”

(yayda əriyib qurtarmayan) zəif də olsa morfogenezdə iştirak edir. Bu zaman yamaclarda müxtəlif formalı, ən çox oval, yaxud qövsvəri (aypara şəkilli) çökəklər əmələ gəlmişdir (Müseiybov M.A, 1998, 2013).

Yüksəkdağlıqda, qismən ortağlıq qurşağın yuxarı zonasında kriogen relyef formalar da inkişaf etmişdir. Baş Qafqaz silsiləsinin yüksəkdağlıq zonasında soliflüksiya terrasları sanki pilləvari yerləşərək yüz metrnlərlə uzanır. Lakin bunların eni 3-5 m-dən artıq deyil. Soliflüksiya relyef formaları az-çox torpaq örtüyü, yaxud yumşaq aşınma qabığı inkişaf etmiş sahələrdə əsas etibarilə şistlər, argillitlərdə, mergellərdə müşahidə edilir. Kosmik təsvirlərdə bənd, terraslar və qabarmalar şəklində yamacların aşağı hissələrində eninə zolaqlılıq və ləkəvari formalarla deşifrə edilir. Qayalı süxurların çıxışlarında isə kriogen proseslərin təsiri altında yaranan künlü-bucaqlı daş yığınları, axınları və s. mikrorelyef formaları inkişaf etmişdir [3, 6].

Relyefin qravitasiya formaları. Əlverişli geoloji-geomorfoloji şəraitdə qravitasion təsir altında yaranan relyef formalarına sürüşmələr, uçqunlar, ufantı konusları və şeyfləri, dağ süxurlarının kütləvi hərəkəti nəticəsində əmələ gələn formalar aiddir (şəkil 4).



Şək. 4. Yüksəkdağlıq zonanın nival-qlyasial və qravitasion relyef formaları [10]

Sürüşmələrin əmələ gəlməsi üçün Böyük Qafqazda şərait daha əlverişlidir. Burada dağlar sıx dik yamaclı dərin çay dərələri, tektonik qırılma və çatlarla parçalanmışdır. Bununla yanaşı, Böyük Qafqazda sürüşmə prosesinə asan məruz qalan süxur kompleksləri-tabaşir və paleogenin qalın gil qatları və onlarla növbələşən qumdaşı, əhəngdaşı layları geniş yayılmışdır. Əlverişli geoloji və geomorfoloji şərait, gil və qumdaşı qatlarının tektonik strukturların qanadlarında yatımı, ərazinin dik yamaclı dərin çay dərələri ilə kə-

silməsi və az-çox rütubətli iqlim sürüşmə prosesinin geniş yayılmasına səbəb olmuşdur [1, 8].

Böyük Qafqazda bu prosesin və onunla əlaqədar yaranan sürüşmə relyefinin ən tipik yayıldığı sahələr şimal yamacda Vəlvələçay, Gilgilçay və Ataçay hövzəsidir. Burada yayılmasına görə sahəvi, xətti, frontal sürüşmələr, sürüşmə kütləsinin hərəkət mexanizminə görə delyapsiv və detruziv sürüşmələr inkişaf etmişdir. Daha geniş yayılmış sürüşmələr dərələrin dibi ilə hərəkət edən sürüşmə axınlarıdır. Bunlar əsas çay dərəsində müxtəlif ölçülü sürüşmə konusları yaradır. Sürüşmələr harada inkişaf etməsindən asılı olmayaraq yamacların evolyusiyasında müəyyən rol oynayır. Bir sıra regionlarda yamac prosesləri içərisində sürüşmələr xüsusi yer tutmaqla insanların təsərrüfat fəaliyyətini məhdudlaşdırır. Quba, Dəvəçi, Xızı və s. rayonlarda sürüşmələrin əkin, meşə, otlaq sahələrini korlaması, yolları, yaşayış məntəqələrini dağıtması çoxdan məlumdur. Sürüşmələrin fəallaşmasına çox vaxt seysmik proseslər, leysan yağışlar, tektonik qırılmaların fəallaşması, təsərrüfat işləri və s. təsir göstərir [3, 8].

Uçqunlar. Dağlıq vilayətlərdə uçqunlar dik yamaclarda daha çox təkrarlanmaqla, bütün çay hövzələrində müşahidə edilir. Xəndəklər və ya uçqun sahələri, uçqun yığıntıları ilə xarakterizə olunur. Dağətəyi və düzənliklərdə isə uçqunlar çay dərələrinin və yarpaqların dik yamaclarında baş verir. Uçqunların yayılmasının müqayisəli xarakteristikası göstərir ki, bu hadisəyə görə Böyük Qafqaz vilayəti digər dağlıq vilayətlərdən irəlidedir. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında ən fəal uçqun sahələri Şahdağ, Qızılqaya massivləri və süxurların yatımı asılı vəziyyətdə olan dağ yamacları, dabanı çay suları ilə yuyulan yamaclardır. Şahdağ və Qızılqaya massivinin kənarlarında mezozoyun qalın əhəngdaşı qatlarının nəhəng kəsəkləri tektonik çatlar üzrə qopub dik yamacın ətəyində, xüsusilə Qusarçayın köndələn kanyonvari dərəsində qalaqlanır. Bu uçqunlar əksər hallarda seysmik hərəkətlərin təsiri altında baş verir [1, 3, 8].

Öz əmələgəlmə mexanizminə görə uçqunlardan ciddi fərqlənməyən ufantı məhsulları dik yamacların ətəyində toplanaraq xüsusi relyef formaları yaradır. Bu formalardan dik yamacları ətəyində inkişaf etmiş ufantı konusları xüsusi yer tutur. Bitki örtüyü inkişaf etmiş dik yamacların ətəyində, bir qayda olaraq, ufantı konuslarına rast gəlinmir. Çılpaq yamacların ətəyində səpinti (töküntü) şleyfləri şəbəkəli sərhədlərlə çox vaxt deltavari formaya malik olur, vaxt keçdikcə rəng tonu tündləşir. Aşağı sərhədlər yuxarı sərhədlərdən kəskin olur, mikroləkəli struktura malikdir. Talveq səpintiləri xətvəri, çox vaxt ağacvari, aşağı vadilər boyu daralması ilə səciyyəlidir, sərhədləri aydın müşahidə olunmur, mikrodənəvari quruluşla deşifrə edilir [3, 6].

Ufantı konus və şleyflərinin tipik yayıldığı ərazilər Böyük Qafqazın yüksəkdağlıq zonasıdır. Yan silsilənin Şahdağ və Qızılqaya massivləri ətək-

lərində ufantı konusları iri kəsəkli və xırda qırıntılı əhəngdaşı parçalarından ibarət olduğu halda, suayrıcı zonanın şist zonasında daha kiçik qırıntılardan təşkil olunmuşdur. Ufantı konusları yaşına görə köhnə və yeni olmaqla iki qrupa ayrılır. Köhnə konusların səthi ot bitkiləri ilə müxtəlif dərəcədə örtüldüyü halda, yeni ufantı konuslarının səthi çılpəqdır. Selli çayların hövzəsində ufantı konuslarının çox yayılması sel yaranması ehtimalını artırır [3, 8].

Karst (qıflar, quyular, kor dərələr və s.) Böyük Qafqazda Yan silsilənin karbonat süxurlar zonasında inkişaf etmişdir. Kosmik şəkillərdə ləkəli strukturla, hidroqrafik şəbəkədə, qismən tündləşmiş, seyrək göllər şəklində deşifrə edilir. Çılpaq və ya məskunlaşmamış sahələrdə daha asan müəyyən edilir. Termokarst isə quyular, dayaz dərələr, göllər və s.-nin zəncirvari xətti düzülüşü ilə səciyyələnilir. Yüksəkdağlıq qurşaqlarda yamacların dik-sıldırımılığı, yağıntılarının əsasən sülb halında düşməsi və uzunmüddətli şaxta şəraiti karst proseslərinin intensiv inkişafına maneə törədir [1, 6].

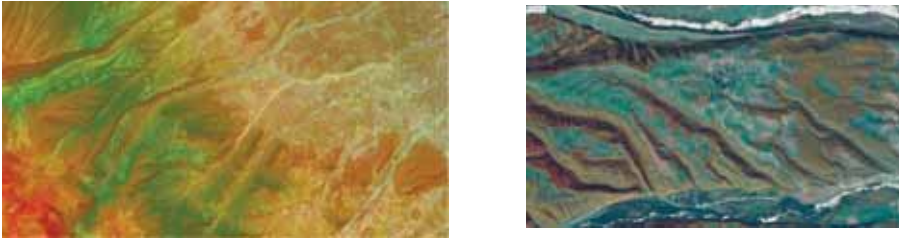
Yarğan eroziyası kiçik yarğanlar, yarğan oyuqları və s. ilə təmsil olunan konturların kəskin diferensiasiyası, dəqiq sərhədləri, girintili-çıxıntılı, ağacşəkilli forması ilə deşifrə olunur. Sel hadisələrinin təsiri ilə formalaşan sel konusları, terras, moren və konuslarda pilləvari və yarğan şəklində yuyulmalar kosmik şəkillərdə kontrastlı xətlər və ya parlaq zolaqlarla aydın deşifrə edilir. Kurumlar kosmik şəkillərdə izometrik açıq areallar və dartılmış formalıdır. Yamaclarda və talveqin həlqəvi zonalarında geniş dərələrdə yerləşir. Kurumlar aşınmaya davamlı süxurlarda: kvarsitlərdə, kristallik şistlərdə inkişaf edir (Ализаде Э.К., Тарихазер С.А., 2010).

Akkumlyativ dəniz düzənliklərinin landşaftları Böyük Qafqazın şimal-şərqinin 1,8%-ni təşkil edir (12 min ha). Xəzərsahili zonada landşaftların morfoloji elementlərinin diferensiasiyasında pilləli dəniz terrasları və sahil tirələri mühüm rol oynayır. Sahil zonasındakı bu əlamət özünü Dəvəçi, Siyəzən sahillərində, xüsusilə aydın göstərir. Çoxsaylı dəniz terrasları Dəvəçi və Siyəzən yaxınlığında (15 dəniz terrası), daha azsaylı terraslar isə Samur-Dəvəçi ovalığında müşahidə edilir. Cavan dəniz terrasları ekzogen proseslərin dağıdıcı təsirinə az məruz qaldığından relyefdə xeyli geniş məsafələrdə “taxçalar” əmələ gətirir (Müseyibov, 1998). Həmçinin eol relyef formaları (Xaçmaz və Şabran rayonlarının dəniz sahillərində) güclü xəzri və gilavar küləklərinin çimərlik zonası və akkumlyativ sahil tirələri qumlarını sovurması nəticəsində yaranır. Bu formalar deflyasiya çökəklərindən, müxtəlif formalı və həcmli eol akkumlyasiyası (oval formalı, oraşşəkilli təpələr, barxan və dyunlar) formalarından ibarətdir. Samur-Dəvəçi ovalığı sahillərində dyunlar hündürlüyü 10-12 m-ə çatan iki-üç cərgə əmələ gətirir. Bəzən bu tirələri kəsb keçə bilməyən çayların suları həmin tirələrin arxasında göl, göl-bataqlıq, çala-çəmən kompleksləri əmələ gətirmişdir [3, 6] (şəkil 5).



Şək. 5. Xəzərsahili zonada dəniz terrasları, eol relyef formaları, göl-bataqlıq, çala-çəmən kompleksləri [10]

Böyük Qafqazın şimal-şərqinin Qusar maili düzənliyi rayonuna xas olan mühüm xüsusiyyət monoklinal strukturlu flyüvioqlyasial və allüvial-prollüvial parçalanmış relyefin üstünlük təşkil etməsidir. Samurçay ilə Qudyalçay arasında yerləşən ərazilərdə səthin çay dərələri və qobularla parçalanması $2,5 \text{ km/km}^2$ -ə çatır. Belə ərazilərdə aqrolandşaftlar daha kiçik areallı və səpələnmiş strukturu ilə seçilir [2, 3, 8] (şəkil 6).



Şək. 6. Qusar maili düzənliyində çay dərələri ilə diferensiasiyaya məruz qalmış meşə və meşə-çöl landsaftları [9, 10]

Qusar maili düzənliyinin cənub-qərb hissəsi 1500-1900 m-ə qədər yüksəlmiş halda, onun şimal-şərq hissəsi 100-200 m-ə qədər alçalır və daha sonra dəniz sahili ovalığa qovuşur. Qusar maili düzənliyində şərqdən qərbə doğru getdikcə səthin meyilliyi və parçalanması artır. Ona görə də bu istiqamətdə antropogen landsaftların strukturu dəyişilir. Maili düzənliyin cənub-şərq hissəsi üst pliosen yaşlı süxurlarla örtülmüş, səthi hamarlanmış təpələrdən, alçaq tirələrdən təşkil olunmuşdur. Bu ərazidə quru çay dərələri, qobu şəbəkəsi üstünlük təşkil etdiyi üçün aqrolandşaftların məhdudluğu və səpələnən arealları diqqəti cəlb edir [2].

Nəticələr

1. Landsaft 8 peyk verilənləri Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) əsasında deşifrə edilmiş, Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı landşaftlarının morfoloji elementlərinin diferensiasiya xüsusiyyətləri təhlil edilmişdir.
2. Relyefin CİS proqram təminatları əsasında morfometrik təhlili əsasında müəyyən etmişik ki, regionun fiziki səthinin sahəsi 12 296 km²-dir ki, bu da ərazinin poliqonal sahəsindən (7 min km²) təxminən 5 min km² daha çoxdur. Fiziki səthin bu kəmiyyəti Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında geomorfoloji şəraitin landsaft diferensiasiyasına əhəmiyyətli dərəcədə təsirini göstərir.
3. Rəqəmli Yüksəklik Modellərinin (RYM) CİS proqram təminatlarında emalı əsasında Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı landşaftlarının relyefin morfometrik göstəricilərindən asılılığı xüsusiyyətləri təyin edilmişdir.
4. Coğrafi İnformasiya Sistemləri və RYM əsasında tərtib etdiyimiz meyillik xəritəsinin morfometrik təhlili göstərir ki, regionun ümumi sahəsinin 62,6 %-ə qədər meyilliyi 10⁰-yə qədər olan yamaclardan ibarətdir. Bu da Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı relyefinin təsərrüfat cəhətdən mənimşənilməsinin xeyli əlverişli olduğunu göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikasının konstruktiv coğrafiyası, B.Ə.Budaqovun redaktəsi ilə. - Bakı: Elm, -1996, - 268 s.
2. Qəribov Y.Ə., İsmayılova N.S., Hacıyeva A.Z., Sədullayev R.R. Böyük Qafqazın təbii landşaftlarının antropogen transformasiyasının CİS texnologiyası ilə tədqiqi. - Bakı: Füyuzat, - 2020, -192 s.
3. Müseyibov M.A. Azərbaycanın fiziki coğrafiyası, dərslik. - Bakı: Maarif, - 1998, - 400 s.
4. Sədullayev R.R. Landşaft komplekslərinin diferensiasiya xüsusiyyətlərinin Landsat 7 kosmik şəkilləri və Coğrafi İnformasiya Sistemləri (CİS) əsasında tədqiqi (Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacının dağ-meşə landşaftları timsalında)/ Davamlı inkişaf strategiyası: qlobal trendlər, milli təcrübələr və yeni hədəflər mövzusunda elmi-praktik konfransın materialları. - Mingəçevir Dövlət Universiteti, - 2021, - s.113-117.
5. Süleymanov M.Ə., Əliyeva İ.S. Landşaftşünaslığın əsasları, dərslik / - Bakı: Bakı Universiteti, - 2008, - 400 s.
6. Ализаде Э.К., Тарихазер С.А. Экзоморфодинамика рельефа гор и ее оценка. - Баку: Victory, - 2010, - 236 с.
7. Кучинская И.Я. Ландшафтно-экологическая дифференциация горных геосистем (На примере северного склона Юго-Восточного Кавказа). - Баку: Victory, - 2011, - 195 с.
8. Мусейбов М.А. Ландшафты Азербайджанской Республики. Учебное пособие. - Баку: Elm və Təhsil, - 2013, -152 s.
9. <http://earthexplorer.usgs.gov>
10. <http://earthgoogle.usgs.gov>

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ
НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)
(на примере северо-восточного склона Большого Кавказа)**

Р.Р.САДУЛЛАЕВ

РЕЗЮМЕ

Анализ морфологических элементов ландшафтов на основе космических снимков и геоинформационных систем имеет большую актуальность в физико-географических исследованиях. На основе применения спутниковых данных Landsat и географических информационных систем ГИС в статье были затронуты вопросы влияния мезо- и микроформ рельефа на морфологическую структуру ландшафта, зависимость дифференциации ландшафта от морфометрических параметров рельефа. Рельеф, его морфологические и морфометрические особенности играют исключительную роль в формировании и дифференциации морфологических элементов ландшафтов. На основании этого нивально-ледниковые, гравитационные, эоловые, речные морфоструктуры расшифровывались по спутниковым данным Landsat. Также с помощью Географических Информационных Систем (ГИС) проанализировано и нанесено на карту влияние морфоскульптур и морфометрических показателей рельефа на динамику ландшафтов.

Ключевые слова: морфометрические показатели рельефа, географические информационные системы (ГИС), космические снимки, морфологические элементы ландшафтов, ландшафтная дифференциация.

**RESEARCH OF MORPHOLOGICAL ELEMENTS OF LANDSCAPES
ON THE BASIS OF SATELLITE IMAGES
AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)
(on the example of the north-eastern slope of the Great Caucasus)**

R.R.SADULLAYEV

SUMMARY

The analysis of morphological elements of landscapes on the basis of satellite images and Geographic Information Systems is distinguished by its relevance in physical-geographical research. The effect of meso and microforms of relief on the morphological structure of the landscape, the dependence of landscape differentiation on the morphometric parameters of the relief, etc., based on the application of Landsat satellite data and Geographic Information Systems (GIS) issues are touched upon. Relief, its morphological and morphometric features have an exceptional role in the formation and differentiation of morphological elements of landscapes. Therefore, nival-glacier, gravitational, eolian, fluvial, etc. decoded on the basis of Landsat satellite data. The influence of morphosculptures, in general, morphometric indicators of relief on the dynamics of landscapes was analyzed and mapped on the basis of Geographic Information Systems (GIS).

Keywords: morphometric indicators of relief, Geographic Information Systems (GIS), satellite images, morphological elements of landscapes, landscape differentiation

EKOLOGIYA

UOT 632.15

MAYE MEMBRANLARDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ NEFTİN VƏ
LAY SULARININ AĞIR METALLARDAN TƏMİZLƏNMƏSİ

S.R.HACIYEVA, E.A.ABDULLAYEVA, Y.Q.QULIYEVA

*Bakı Dövlət Universiteti**zakir-51@mail.ru*

Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunub ki, lipofil anionlar nəqletmə prosesində böyük əhəmiyyətə malikdirlər. Bu ionlar maye membran sistemə daxil edilmədikdə ion-nəqletmə prosesi çox zəif və ya praktiki olaraq getmir. Bizim yuxarıda qeyd etdiyimiz ion nəqletmə prosesində lipofil anion olaraq pikrat və tetrafenilborat istifadə edilmişdir.

Müəyyən etmişik ki, maye membranın tərkibində həlledici kimi alifatik aminlərdən istifadə etdikdə yaxşı nəticələr əldə olunur. Belə ki, dietilamin və etilendiamindən həlledici kimi istifadə etdikdə lay suyu nümunəsinin ağır metal ionlarından təmizlənməsi 100 % təşkil edir.

Acar sözlər: ion, membran, həlledici, ağır metal, kompleks, məhlul, efir

Güclü çirklənmə, xüsusilə təhlükəli ekoloji vəziyyət yaradır. Tədqiqatlar göstərir ki, [1-3] neft-qaz yataqları məhlullarla, lay suları, iri miqdarda neft məhsullarının işlənmiş suyu ilə, ağır metallarla, 12 kilometrə qədər radiusda təsir göstərə bilən radionuklidlərlə çirkləndiyindən çoxkomponentli çirklənmə mənbəyinə çevrilir.

Lokal şəraitdə dəniz quyularının lay sularının yüksək təmizlənmə dərəcəsini təmin etmək üçün yeni effektiv texnologiyaların yaradılması aktual elmi problemdir. Neftin kəşfiyyatından hasilatına qədər neft məhsullarından istifadə olunması ətraf mühitin çox çirklənməsinə və insanların sağlamlığına mənfi təsir göstərə bilər. Qazma işləri apararkən dəniz suyunun zəhərli ağır elementlərlə və radionuklidlərlə çirklənməsinin qarşısını almaq üçün effektiv texnologiyalar yaradılmasını tələb edir [4-6].

Təcrübi hissə

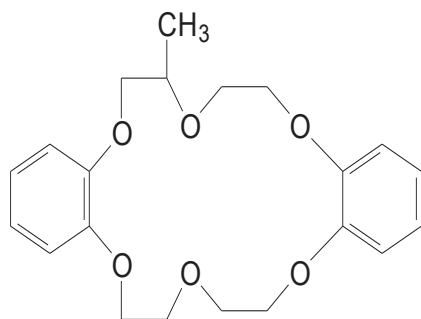
İşdə istifadə olunan “kimyəvi təmiz” markalı reagentlər: NH_4SCN , FeCl_2 , xloroform, polipropilen (kristallik), C_{30} – C_{35} karbohidrogenlərindən

ibarət yağ, diazakraun efiri və kraun birləşmələri. Dietilftalat və digər ftalatlar ftal anhidridinin qatı sulfat turşusunun (H_2SO_4 -ün) katalitik miqdarı iştirakında uyğun spirtlərlə işlənməsindən hazırlanmışdır. Ftalatları almaq üçün ümumi qəbul olunmuş metodika ilə qurudulmuş spirtlərdən istifadə olunmuşdur. (98,5-92%) ftalatların təmiz nümunələri vakuum qovma nəticəsində alınmışdır. İon nəqlində istifadə olunan distillə suyu əlavə olaraq deionlaşdırılmışdır. Kraun birləşmələrin paylanma əmsalını təyin etmək üçün maye membran və su faza arasında elektron spektroskopiya metodu tətbiq olunmuşdur. Dəmirin qatılığı atom-absorbsion spektroskopiya metodu ilə Perkin Elmer 603 spektrofotometrində təyin olunmuşdur. Dəmir tetradanid kompleks anionun qatılığı UB spektroskopiya metodu ilə Bekman Acta II spektrofotometrindən istifadə etməklə təyin olunur.

Nəticələr və müzakirə

$[Fe(SCN)_4]^{2-}$ anion kompleksinin $\lambda=462$ nm-də sulu məhlulların düz dərəcələnməsi ilə təyin olunan paylanma əmsalı $1,42 \cdot 10^4 \text{ sm}^{-1} \text{ m}^{-1}$ -dir. Kompleks anionun dietilftaltda və XIV kraun efirində paylanma əmsalı $1,8 \cdot 10^4 \text{ sm}^{-1} \text{ m}^{-1}$ -dir. Bu qiyməti tapmaq üçün su məhlulundan dietilftalat məhlulu ilə I kraun efirin kompleks birləşməsi ekstraksiya olunur. Dietilftalat fazasında onun qatılığı ultra spektrofotometrik metodla $\lambda = 487$ nm-də təyin olunur.

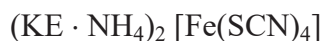
Dəmir(II) duzunu ammonium rodanid ilə işlədikdə II kompleks birləşmə əmələ gəlir ki, bu da I kraun efirin boşluğuna daxil olur və maye membran fazadan ötrülür.



I (KE)



II

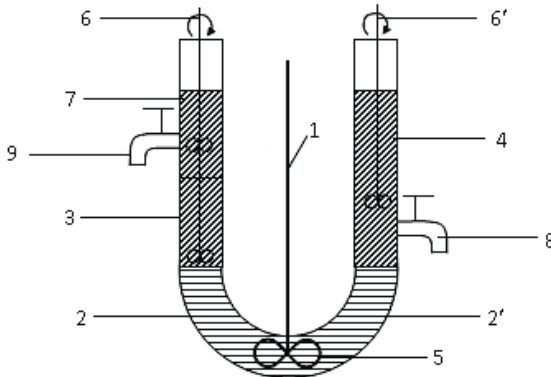


III

Müəyyən olunmuşdur ki, kraun efiri xloroformda suya nisbətən 3700 və daha çox dəfə paylanır. Belə şəraitdə mümkündür ki, kraun efir tamamilə xloroform fazaya keçir və ekvivalent miqdarda dəmir ammonium tetradanid birləşməsi ilə “qonaq-sahib” tipli birləşmə əmələ gətirir. Ona görə də hər iki fazada dəmir-tetradanid kompleksi anionunun sərbəst kraun efiri-

nin qatılığını tapmağa imkan verir. Maye membran faza 15 dəqiqə ərzində uyğun olaraq xloroform, dietilfitalat və kraun efirinin qarışdırılması yolu ilə hazırlanır. Hazırlanmış maye membran U şəkilli reaktora yerləşdirilir.

Nefti ağır metallardan təmizləmək üçün U-şəkilli reaktorda (şəkil 1) təcrübələr qoyulmuşdur.



Şəkil.1. Maye membrandan istifadə etməklə ion nəqli prosesini öyrənmək üçün laboratoriya qurğusu:

1 – maye membranı U-şəkilli reaktora daxil etmək üçün boru;

2 – 2' maye membran; 3 – su; 4 – ammonyaklı su; 5 – maqnit qarışdırıcı; 6 və 6' – mexaniki qarışdırıcı; 7 – neft; 8 – reaktordan keçid metallarının ammonyaklı kompleksləri ilə doymuş suyu çıxarmaq üçün boru; 9 – ağır metallardan təmizlənmiş nefti reaktortrdan çıxarmaq üçün boru.

Bu məqsədlə U-şəkilli reaktor əvvəlcə durulaşdırıcıda (xloroformda) tam həll edilmiş maye membranla doldurulur və onu qarışdırmaq üçün maqnit qarışdırıcı daxil edilir. U-şəkilli şüşə reaktorun sağ qoluna 12 %-li ammonyak məhlulu doldurulur, sol qoluna isə su ilə qarışdırılmış və $\text{pH} = 2 - 3$ qədər HCl ilə turşulaşdırılmış neft doldurulur. Hər iki qolda olan maye təbəqəsi mexaniki qarışdırılır. Sol qolda olan neft təbəqəsindən (60 ml) nümunə götürülərək onda metalların miqdarı atom-absorber spektrometrində təyin olunur. Alınan nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir. İon-nəqletmə prosesi başa çatdıqdan sonra ağır metallardan təmizlənmiş neft 9 –borusu ilə reaktordan kənar edilir. İon-nəqletmə başa çatdıqdan sonra sağ qolda ammonyaklı su təbəqəsində ammonyak kompleksləri şəklində toplanmış ağır metallar 8-borusu vasitəsilə reaktordan çıxarılır. Sonra yenidən təmizləmə prosesi ardıcıl olaraq davam etdirilir. Yaradılmış maye membran sistemin köməyiylə 20 dəfədən çox eksperiment aparılmasına baxmayaraq maye membran sistem öz fəallığını saxlayır. Neftin nümunəsinin nə dərəcədə ağır metallardan təmizlənməsi cədvəl 1-də verilmişdir.

Neft nümunələrinin ağır metallardan təmizlənməsinin nəticələri

(Maye membranın tərkibi: makrotsiklik birləşmə (ionofor) – 6 %, alifatik yağ – 83,5 %, dietifalat – 10 %, durulaşdırıcı-xloroform. Maye membranın kompozisiyası tam həll olunana qədər xloroformla durulaşdırılır. Pikrat anionu – 0,5%).

Neft nümunəsində olan metal ionları	Təmizlənməmiş neft nümunəsində ağır metalların miqdarı, mq/kg	İon-nəqletmədən sonra neft nümunəsində metalların miqdarı, mq/kg	Təmizlənmə dərəcəsi, %
Fe(II)	43	3,7	91,4
Co(II)	22,5	7,1	68,5
Ni(II)	9,8	3,1	68,4
Cd(II)	3,2	1,2	62,5
VO ⁺	51,1	8,9	82,6
Zn(II)	4,4	yox	100
Mn(II)	2,8	yox	100
Cr(III)	1,7	yox	100

Cədvəl 1-də verilmiş neft nümunələrində olan ağır metallar miqdarı təmizlənməmişdən qabaq və təmizlənmədən sonra atom-absorber spektrometrində təyin edilmişdir. Bu cədvəldən görünür ki, tərkibində daşıyıcı kimi istifadə olunan makroheterotsiklik birləşmə kraun efirin əsasında hazırlanmış maye membran nefti yüksək dərəcədə ağır metallardan təmizləyə bilər. Neftin reaktorda təmizlənmə müddəti 5 saat olur. Proses 5 saatdan artıq müddətdə aparıldıqda təmizlənmə dərəcəsinin yüksəlməsinə nail olmaq mümkün olmur.

Sonrakı mərhələdə hazırlanmış membranda neftin ağır metallardan təmizlənmə prosesinə mühitin pH-ın qiymətinin təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, mühitdə pH-ın qiyməti 2 – 3 arasında dəyişir. pH-ın belə qiymətlərində neftdə olan bütün kompleks, metal üzvü birləşmələr turşunun təsirindən parçalanaraq yaxşı dissosiasiya edən mineral duzlara çevrilirlər ki, onlar da asanlıqla su təbəqəsinə keçirlər. Oradan da daşıyıcının köməyi ilə membran fazaya keçirlər. Oradan isə nəqletmə yolu ilə ammoniyaklı su təbəqəsinə keçərək ammonium komplekslərinə çevrilirlər. Ammonium kompleksləri əks istiqamətdə nəql oluna bilmədiklərindən bu təbəqədə məhlulda həll olmuş şəkildə yığılaraq toplanırlar.

Lipofil anionlar nəqletmə prosesində böyük əhəmiyyətə malikdirlər. Bu ionlar maye membran sistemə daxil edilmədikdə ion-nəqletmə prosesi çox zəif və ya praktiki olaraq getmir. Bizim yuxarıda qeyd etdiyimiz ion nəqletmə prosesində lipofil anion olaraq pikrat və tetrafenilborat istifadə edilmişdir.

Tetrafenilborat anionu yüksək lipofildir, ancaq bahalı reagentdir. Pikrat anionu lipofilliyyətinə görə tetrafenilboratdan geri qalsa da ondan çox ucuz-

dur. Hər iki anion ion-nəqletmədə böyük üstünlüklərə malikdirlər.

Eyni üsulla neft emalından alınan ağır qalıqlar da ağır metallardan təmizlənir. Bu məqsədlə neft qalığı qabaqcadan kerosində həll edilməlidir.

Nəticə

1. Dəniz yataqlarının lay sularının və neftin ağır metal ionlarından lokal təmizlənməsi üçün işlənmiş ion-nəqli prosesi çoxkomponentli və çoxfazlı maye membran sistem təklif olunmuşdur.
2. Müəyyənləşdirilmişdir ki, makrotsiklik birləşmələr anion və kation şəklində maye membran kimi ağır metal ionlarını nəql edən effektiv daşıyıcılarıdır
3. İşlənmiş maye membranla lay sularının və neftin ağır metal ionlarından təmizlənməsi üçün laborator qurğu hazırlanmış və ion nəqli üsulunun texnologiyada tətbiq olunmasının perspektivləri göstərilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Антипенко В.Р. Металлы и металлопорфирины нефтей. Основные аспекты исследования и способы выделения (удаления) / институт химии нефти СО РАН. - Томск, рус.-Деп. В ВИНТИ, - 1998, - 68 с.
2. Бембель В.М., Сафонов Г.А., Петренко Т.В., Коваль Е.О. Проблемы классификации нефтепоглощающих материалов для сбора нефти с поверхности воды// Материалы III международной конференции по химии нефти. - Томск, - 1997, - т.2, - с.98.
3. Берг Г.А., Хабибуллин С.Г. Каталитическое гидрооблагораживание нефтяных остатков. - Л.: Химия, - 1986, - 190 с.
4. Гаджиева С.Р., Абдуллаева Э.А., Кулиева Е.Г., Камалова К.М. Роль алифатического масла в составе жидкостной мембраны. // Bakı Universitetinin xəbərləri. - Bakı, 2009, - №2, - s. 39-43.
5. Гаджиева С.Р., Кулиева Е.Г., Абдуллаева Э.А. Влияние природы макроциклических колец на скорость транспорта пикрата щелочных металлов через жидкие мембраны. // - Чита, - 2010, - № 5, - том 1, - с. 110-112.
6. Гаджиева С.Р., Кулиева Е.Г., Абдуллаева Э.А. Влияние природы макроциклических колец на скорость транспорта пикрата щелочных металлов через жидкие мембраны. // - Чита, - 2010, - № 5, - том 1, - с. 110-112.
7. Давыдова С.Л. Органический анализ в решении экологических проблем // Нефтехимия, - 1995, - т.35, - №3, - с.273

ОЧИСТКА НЕФТЕЙ И ПЛОСТОВЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ЖИДКИХ МЕМБРАН

С.Р.ГАДЖИЕВА, Э.А.АБДУЛЛАЕВА, Е.Г.ГУЛИЕВА

РЕЗЮМЕ

В результате исследований установлено, что большое значение в транспортном процессе имеют липофильные анионы. Если эти ионы не включены в жидкую мембранную систему, то процесс переноса ионов сильно ослабевает или практически

отсутствует. Пикрат и тетрафенилборат использовали в качестве липофильных анионов в вышеупомянутом процессе переноса ионов.

Было установлено, что хорошие результаты получаются при использовании алифатических аминов в качестве растворителей в составах жидких мембран. Так, при использовании в качестве растворителей диэтиламина и этилендиамина удаление ионов тяжелых металлов из пробы пластовой воды составляет 100 %.

Ключевые слова: ион, мембрана, растворитель, тяжелый металл, комплекс, раствор, эфир.

PURIFICATION OF OILS AND FORMATION WATERS FROM HEAVY METALS USING LIQUID MEMBRANES

S.R.GADZHIEVA, E.A.ABDULLAEVA, E.G.GULIYEVA

SUMMARY

As a result of the research, it was found that lipophilic anions are of great importance in the transport process. If these ions are not included in the liquid membrane system, the ion transport process is very weak or practically absent. Picrate and tetraphenylborate were used as lipophilic anions in the above ion transfer process.

It has been found that good results are obtained using aliphatic amines as solvents in liquid membrane formulations. Thus, when diethylamine and ethylenediamine are used as solvents, the removal of heavy metal ions from the formation water sample is 100%.

Key words: ion, membrane, solvent, heavy metal, complex, solution, ether.

UOT 581.5

UOT 631.4:574

**KİÇİK QAFQAZIN CƏNUB HİSSƏSİNDƏKİ ÜZÜMƏLTİ
BOZ-QƏHVƏYİ TORPAQLARDA GÜBRƏLƏRİN
HUMUSUN VƏZİYYƏTİNƏ TƏSİRİ****Q.Ş.YAQUBOV, L.R.KƏRİMOVA***Bakı Dövlət Universiteti**leyli-melikova.01@mail.ru*

Ölkə əhalisini kənd təsərrüfatı məhsulları ilə təmin etmək, suvarılan və meliorasiya olunmuş torpaqların hər hektarının məhsuldarlığını daha da artırmaq, üzvi və mineral gübrələrdən düzgün istifadə etmək kimi mühüm məsələləri həll etmək üçün torpaqların münbitliyinə, kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığına və məhsul keyfiyyətinə mühüm təsir göstərən aqrokimyəvi, bioloji və biokimyəvi amillərdən daha düzgün və səmərəli istifadə etmək lazımdır. Bitkilərin məhsuldarlığı torpaq münbitliyinin əsas göstəricisi olan humusun miqdarından və keyfiyyətindən aslıdır. Məhz buna görə də ayrı-ayrı torpaq iqlim şəraitində və müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkiləri altında onun miqdarının saxlanması və bərpa olunması mühüm əhəmiyyət kəsb etməklə aqrotorpaqşünaslıq elminin ən aktual problemlərindən biridir.

Açar sözlər: humus, humin, fulvo, humat, kompost, münbitlik, gübrə, şum qatı, becərmə.

Humus Yer in coğrafi təbəqəsinin narın torpaq qatında geokimyəvi, biokimyəvi və mikrobioloji kimi təbii amillərin qarşılıqlı təsiri ilə yaranmaqla kompleks aqronomik xassələrə malik olub, torpaq örtüyündə müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Torpaq münbitliyinin bu göstəricisi torpaqla bitkilərin kök sistemi arasında sözün əsl mənasında “konveyr” rolunu oynayır. Bütün makro və mikro qida elementlərinin humusun iştirakı ilə bitkilərin kök sisteminə daxil olması baş verir. Humus turşuları (humin, fulvo) torpağın bərk fazasındakı mineral komponentlərdə birləşdikdə biokimyəvi aşınma baş verir və nəticədə torpaqəmələgəlmədə mühüm rol oynayan mineral qida elementləri meydana gəlir [И.В.Гункин, 1949, М.М.Коновва, 1951, 1963. Паномарева, 1964, Л.Н.Александровна, 1960, С.Ə.Əliyev, 1978, С.Ə.Əliyev, 1966, 1967]. Bununla belə humus turşuları torpaqda potensial ehtiyat yaratsalar da əkinəlti torpaqlarda üzvi və mineral gübrələrdən isti-

fadə etmədikdə humusun ehtiyatı azalır nəticədə humuslaşmış torpaq qatında deqradasiya prosesi baş verir və becərilən bitkilərin məhsuldarlığı aşağı düşür.

Odur ki, humus turşularının potensial ehtiyatının azalmasının qarşısının alınması məqsədi ilə torpaqlara, xüsusən intensiv istifadə olunan torpaqlara üzvi-mineral (peyin, kompost, yarım çürümüş bitki qalıqları) gübrələrin şum qabağı verilməsi vacib hesab olunur. Təsadüfi deyil ki, 30 dekabr 1999-cu ildə “Torpaqların münbitliyi haqqında” Azərbaycan Respublikasının qanununda torpaqların münbitliyinin bərpası, artırılması, mühavizəsi sahəsində dövlət və bölgə proqramları, əsasında həyata keçirilən lahiyə və axtarış elmi-tədqiqat və tətbiq işlərinin dövlət hesabına maliyyələşdirilməsinə xüsusi əhəmiyyət verilmişdir.

Yuxarıda göstərilmiş mülahizələr və “Torpaqların münbitliyi haqqında” qanundakı müddəalara əsasən torpaqlarda humusun azalmasına qarşı tədbirlərlə bağlı tədqiqat işləri aşağıdakı metodika əsasında aparılmışdır: İlk növbədə çöl təcrübələrinin aparılması üçün üzümaltı dağ boz-qəhvəyi, qəhvəyi və subasar çəmən torpaqların hər birində 200 m² ölçüyə malik “stasionar dayaq” məntəqələri seçilmişdir. Həmin məntəqələrdə 3 il müddətində çöl təcrübəsinin aparılması məqsədi ilə müşahidələr aparılmış, humus, onun fraksiya tərkibinin və ümumi azotun torpaqların köküyayılan qidalanma qatında (100 sm) ehtiyatının öyrənilməsi məqsədi ilə kəsirlər qoyulmuş, genetik qatlar üzrə torpaq nümunələri götürülmüşdür. Torpaq nümunələrində aşağıdakı tərkibdə laborator analizləri aparılmışdır: humus-İ.V.Tyurinə görə, ümumi azot-hesablama üsulu ilə, hiqroskopik nəmlik-çəki metoduna görə, pH-İonometrə görə. Üç il müddətində “Ağdayı” üzüm sortu altında becərilən torpaqlarda müxtəlif dozada (10, 20, 30 t/ha) üzvi (peyin) gübrələrin öyrənilməsi məqsədilə verilmişdir.

Bütün variantlarda becərilən üzüm tənəklərində marfometrik ölçülərdən tumurcuqların sayında nəzərə alınmışdır. Tənəklərin əkin vaxtını 1,5 x 3m, onların yaşı isə 10 il qəbul edilmişdir. Çöl təcrübələri üç il müddətinə [1983, 1984, 1985 illər üzrə] aparılmışdır. Təcrübələrin sonunda yekun olaq humus maddəsinin tərkib hissəsi olan humin və fulvo turşuların xassə və miqdarına təsirin öyrənilməsi məqsədi ilə analitik təhlillər aparılmışdır.

Təhlil və nəticələr

Tədqiqat obyektində yayılmış dağ boz qəhvəyi, boz-qəhvəyi və subasar-çəmən torpaqlarında torpaqəmələgəlmə prosesi Kiçik Qafqazın alçaq dağlıq dağətəyi və cənub, cənub-şərq istiqaməti axan çayların, xüsusən Araz çayının gətirilmə çöküntüləri (allüvial) üzərində formalaşdığı bir sıra tədqiqatlar [Ş.G.Həsənov, 1965, 1969, 1978, M.E.Salayev, 1966, H.Ə.Əliyev, S.İ.Mirzəyev, 1979] nəticəsində məlum olmuşdur. Ərazinin iqlimi yayı qu-

ru, qışı mülayim isti keçən yarımşəhra, quru bozqır iqlim tiplidir [14]. Relyefi ərazinin şimal və şimal-qərbində dəniz səviyyəsindən hündürlüyü 500-600 m-ə qədər olan səthləri hamarlanmış alçaq dağlar, cənub-şərq tərəfdə dağətəyi təpəli düzənlik və çaykənarı subasarların akkulyativ düzənliklərdən ibarətdir. Bitki örtüyündə relyefin yüksək ünsürlərində alçaqboylu palıd, yemişan, qaratican, otmüxtəlifliyi, subasarların akkumulyativ düzənliklərində yovşanlı-taxıllı və efemer xarakterli bitki qruplaşmaları yayılmışdır. Çayların məcrayarı subasarlarında tək-tək çinar və ağyarpaq qovaq və yulğun kolları yayılmışdır.

Ərazinin su təminatında əsas yeri atmosfer çöküntüləri, Araz çayı və onun axarı ilə qovuşan kiçik çaylar tutur. Suvarılan təsərrüfat yerlərində suya olan tələbat Araz çayının suyu hesabına yaradılan Mil-Muğan su anbarı hesabına ödənilir [17, 8, 10, 13, 19, 20].

Tədqiq olunan ərazidə üç əsas torpaq tipi yayılsa da, boz-qəhvəyi torpaqlar həm geniş yayılma arealına və həm də üzüm bitkisi altında daha çox becərdiklərinə görə çöl və kameral təcrübə işləri həmin torpaqlar üzərində aparılmışdır. Bu torpaqların üzüm altında gübrələnmə sistemi tətbiq olunmaqla becərilməsi bir sıra aqrotorpaqşünaslar tərəfindən müsbət qiymətləndirilmişdir [O.G.Penkov 1968, M.E.Salayev 1966, S.G.Həsənov 1978, H.Ə.Əliyev, S.İ.Mirzəyev 1979, E.F.Şərifov 1984]. Adi boz-qəhvəyi yarım tipi əsas ehtibarı ilə Fizuli rayonunun dağətəyi hissəsini əhatə etməklə, relyefi nəlbəkivari çökəkliklərdən və kiçik çay və quru vadilərdə parçalanmış təpəliklərdən ibarətdir [11]. Bu torpaqların əlverişli relyef şəraitinə malik hissəsində üzüm plantasiyaları geniş yayılma arealına malikdir.

Aparılmış analitik təhlillərin nəticələrində məlum edilmişdir ki, torpağın üst qatında humusun miqdarı 3,85%, ümumi azotun 0,22%, onların həmin qatda ehtiyatı isə müvafiq olaraq 134,9 və 7,1 ton/ha təşkil etmişdir. Humusun və azotun miqdarı torpaq profilində genetik qatlar üzrə tədricən azalır və bu da torpaqların daxili əlamət və xassələri ilə əlaqədardır. Aşağı qatda C:N nisbi daha geniş diapazonda olmuşdur ki, bu da üzvi maddələrin tərkibində azotun miqdarının azalması ilə əlaqədardır. Təcrübə apardığımız birinci ili müxtəlif miqdarda gübrələrin verilməsi ilə torpaqda humusun miqdarının sabit vəziyyətdə saxlanmasına, nəzarət variantına nisbətən müsbət təsiri müəyyən edilmişdir (cədvəl 1). Bununla əlaqədar humus birləşmələrinin çoxalması onun ümumi humusun çoxalmasına səbəb olmuşdur.

İkinci ildə bir qədər nəzarət variantına nisbətən humusun və azotun artması xam və şumaltı qatda müşahidə edilir ki, bu da həmin torpaqlara xas olan xüsusiyyətlərdəndir [4, 5, 6].

Aparılan təcrübələrə görə üçüncü ildə humusun miqdarı nəzarət variantı ilə müqayisədə ikinci ildəki kimi olmuşdur. Nəticədə gübrənin verilən dozasının miqdarından bir qədər istifadə olunması lazım gəlmişdir [3]. Apa-

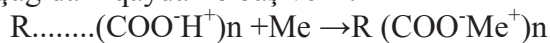
rılmış tədqiqatlarda məlum edilmişdir ki, humusun aşağı miqdarda sabitləşməsi və onun tərkibinin və ümumi ehtiyatının dəyişməsi üçün 5-10 il vaxt lazım gəlir [1, 19, 2, 21, 22, 23].

Azalmanın ən az baş verməsi torpaqların şum qatında müşahidə olunsa da bu əlamət torpaq profilinin 80 cm qatına qədər davam edir. Şumaltı torpaqlarda humusun miqdarının azalması müşahidə olunur ki, bu da onun bitkilər tərəfindən mənimsənilməsi ilə izah olunur. Torpaq profilinin 30-80 cm qatında suvarma ilə əlaqədar humusun aşağı qatlara doğru miqrasiyası nəticəsində müəyyən dərəcədə müxtəlif elementlərlə birləşməklə suda asan həll olunan humat forması meydana gəlir ki, bununla da humusun yuyulub aradan çıxmasının qarşısı alınır [10, 11, 12]. Üzvi gübrələrin torpağa verilməsi ümumi humusun tutumu və onun fraksiya qruplarının tərkibində təsir edir. Bununla da humusun kəmiyyət və keyfiyyət dəyişməsi baş verir. Bu məqsədlə humusun fraksiya tərkibi təyin edilmişdir (cədvəl 2).

Təcrübə göstərir ki, üç il müddətində hər il üzümaltı torpaqlarda humusun fraksiya tərkibinin dəyişməsi baş verir ki, bununla da humin turşusunun (fraksiya 1) gübrələrin verilmə dozalarının artırılması istiqamətində hərəkəti çoxalır. Bu artım müxtəlif dozalarda müxtəlifdir. Bir sıra tədqiqatlara görə fulvo turşusu torpaqlarda struktur yaradıcı amil kimi çıxış etməklə iri törəmə aqreqatlarını yaramasının mühüm amili kimi çıxış edir [2, 4]. Fulvo turşuları qələvi mühitə malik (şoranlı, şoranvari, yüksək dərəcədə şorakətləşmiş, boz, boz-qonur) torpaqlarda humin turşulara nisbətən üstünlük təşkil edir.

1967-ci ildə L.N.Aleksandrova tərəfindən humus turşusunun torpağın mineral komponentləri arasında əlaqənin 3 formada: ionn (heteropolyar), koordinasiya (donorlu-akseptorlu) və molekulyar arasındakı (polyarlaşma və hidrogenli) halında olduğu müəyyən edilmişdir [1].

Onların içərisində əsas diqqət birinci formada iona verilmişdir. Bu formada güclü əsaslı kationlarla (C_a , M_g , N_a , K) qarşılıqlı təsirlər yaranır. Bu qarşılıqlı əlaqə aşağıdakı qayda ilə baş verir.



Kalsiumun humus turşularında bərkiməsində müsbət rol oynaması o halda baş verir ki, humusun kalsiumla yaratdığı duz suda həll olunmasın. Beləliklə, məlum olur ki, kalsium kationu ilə humus turşusunun o hissəsi birləşər ki, bu zaman kalsium humat duzu meydana gəlir. Həmin duzlar torpağın mineral hissələrinin səthində örtük əmələ gətirir [1, 4, 5].

Kalium, natrium və amonium humat suda yaxşı həll olunur və yaranan məhlul profildə aşağıya doğru asanlıqla miqrasiya olunurlar. Humatlar pH aşağı səviyyəli olduqda kationlarla mübadilə 200-300 mq/ekv 100 qr torpaqda, qələvilik çoxaldıqda ($pH > 8$) humatların uduculuq qabiliyyəti çoxa-

laraq 600-700 mq/ekv təşkil edir.

Fulvo turşu daha yüksək miqdarda mübadiləli uduculuğuna malikdir, o halda ki, torpaq mühitində pH-ın böyüklüyü 9-10 olsun. Bu halda fulvo turşusunun mübadiləli kation uduculuğu 800-850 mq/ekv-ə qədər olur [4, 6, 22].

Al və Fe fulvoturşu duzları maksimal miqrasiya olunma xüsusiyyətlərinə malik olduqları üçün rütubətli iqlim şəraitində inkişaf tapmış torpaqlarda həmin duzların miqrasiyası yüksək səviyyədə olur. Yarım səhra quru bozqır şəraitdə inkişaf tapmış torpaqlarda isə humatların miqrasiya prosesləri zəif müşahidə olunur.

Yarım metr dən sonra humin turşusunun hərəkət edən forması (nəzarət variantı müstəsna olmaqla) az dozasında (10t/ha) zəifləsə də nisbətən yüksək dozada (20; 30 t/ha) qələvi alminosilikat kationları ilə humusun dinamik hərəkətlərində 1,02-1,17% artım müşahidə olunur. Ən çox artım profilin aşağı qatlarında müşahidə olunur ki, bu da üzümaltı plantasiyada baş verir. Humus maddəsinin tərkibində humin turşu kimi qiymətləndirilən 2 saylı fraksiyası C-la birləşdikdə, humin turşusunun bütün fraksiyaları onun 60%-ni təşkil edir. Şumaltına (20; 30 t/ha) üzvi gübrə verildikdə fraksiya 3-də humin turşusunda 21,1-29,2%-ə qədər artım hiss olunur (cədvəl 2).

Fraksiya 1a variantında fulvo turşusuna verilən gübrələrin təsiri olub və bununla əlaqədar olaraq üzvi gübrələrin verilməsi ilə fraksiya 2-dəki fulvo-turşusunun kəmiyyəti bir qədər azaldığı müşahidə edilmişdir. Fraksiya 3 fulvoturşular 1a və 1 fraksiyalar üzərində üstünlük təşkil edir.

Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi humin turşusu aşağı qatda H-lə zəngin, C ilə zəif, yuxarı qatda isə əksinə C:H olan nisbəti bir qədər yüksəkdir. C:N olan nisbəti 14,1-29,5 arasında dəyişir. Bu xassə humin turşusunun mənbəyini təşkil edən üzvi maddələrin tərkibində azotlu birləşmələrin zənginliyi ilə izah olunur. Üzümaltı boz-qəhvəyi torpaqlarda üzüm tənəyinin inkişafında üzvi maddələrin tərkibindəki birləşmələr xam torpaqlarda karbonun artmasına, hidrogenin isə azalmasına səbəb olur. Bununla əlaqədar N:C nisbəti vahiddən azdır. Bu da üzümaltı torpaqlarda humin turşusunun qatılığından irəli gəlir (18, 12, 16).

**Üzümaltı torpaqlarda humus və azotun ümumi ehtiyatına
və miqdarına gübrələrin təsiri**

Təcrübə qoyulan sahə	Dərnlük sm-la	1983-cü il						1984-cü il						1985-ci il					
		Humus %	Ümumi azot %	C:H	Ehtiyat, t/ha		Humus, %	Ümumi, azot %	C:H	Ehtiyat, t/ha		Humus, %	Ümumi, azot %	C:H	Ehtiyat, t/ha				
					Humus	Azot				Humus	Azot				Humus	Azot			
Nəzarət fondu	0-30	3,85	0,22	10,1	137,4	7,8	3,78	0,20	10,9	134,9	7,1	3,77	0,20	10,9	134,6	7,1			
	30-60	2,89	0,12	13,9	109,2	4,3	2,72	0,12	13,2	102,8	4,5	2,65	0,11	14,0	100,2	3,8			
	60-100	1,93	0,07	16,0	72,9	2,6	1,86	0,07	15,4	70,3	2,6	1,83	0,06	17,7	69,2	2,3			
Verilən gübrənin miqdarı 10 t/ha	0-30	3,90	0,23	9,8	139,2	8,2	3,98	0,25	9,2	142,1	8,9	4,02	0,24	9,7	143,5	8,6			
	30-60	2,49	0,14	12,1	111,1	5,3	2,97	0,14	12,4	112,3	5,3	2,05	0,13	13,1	111,5	4,9			
	60-100	1,99	0,08	14,4	74,8	3,0	1,97	0,08	14,2	47,5	3,0	1,99	0,07	16,4	75,8	2,6			
Verilən gübrənin miqdarı 10 t/ha	0-30	4,00	0,22	10,5	142,8	7,8	4,14	0,28	8,6	147,8	10,0	4,18	0,35	9,7	149,2	8,9			
	30-60	2,99	0,15	11,5	113,0	5,7	3,02	0,16	11,0	114,2	6,0	3,6	0,16	11,1	115,2	6,0			
	60-100	1,98	0,09	12,8	74,8	3,4	1,97	0,10	11,4	74,5	3,8	2,0	0,09	13,1	77,1	3,4			
Verilən gübrənin miqdarı 10 t/ha	0-30	4,10	0,25	9,5	146,4	8,9	4,18	0,25	9,7	149,2	8,9	4,23	0,25	9,8	151,0	8,9			
	30-60	3,04	0,16	11,0	114,6	6,8	3,08	0,14	12,7	116,4	5,3	3,06	0,15	11,8	115,7	5,7			
	60-100	2,03	0,09	13,0	78,7	3,4	2,02	0,03	14,6	76,3	3,0	2,04	0,08	14,7	77,1	3,0			

Üzümaltı torpaqda müxtəlif dozada gübrənin verilməsi humusun vəziyyətinin göstəriciləri

Təcrübə variantı	Dərnlilik, sm-lə	Ümumi humus, %	Humusun ehtiyatı		Azotla zənginləşməsi, C:N	Humuslaşma dərəcəsi, $\frac{C_{\text{h}}}{C_{\text{ümumi}}}$	Humus tipi, $\frac{C_{\text{hum}}}{C_{\text{H}}}$	Humun turşusunun fraksiya tərkibi, %-lə			Hidroliz yolu ilə çökdürülmüş torpaqdan ümumi karbonatlıq, %-lə
			Dərnlilik üzrə	0-100				fr-1	fr-2	fr-3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nəzarət fondu	0-30	3,80	135	310,0	10,55	19,7	1,3fulvat-humat	13,5	63,4	23,1	66,6
	30-60	2,74	103,0	-	13,2	17,1	1,2fulvat-humat	7,9	64,2	27,2	66,6
	60-100	1,67	70,7	-	15,4	15,3	1,0fulvat-humat	-	71,2	28,8	66,3
Verilən gübrənin miqdarı, 10 t/ha	0-30	3,96	14,4	-	9,6	20,7	1,8humat	13,9	62,2	23,9	67,8
	30-60	2,95	111,5	327,4	12,2	17,2	1,3fulvat-humat	8,6	64,7	26,7	69,6
	60-100	2,0	74,5	orta	14,0	15,0	1,0humat-fulvat	-	73,9	26,1	70,1
Verilən gübrənin miqdarı, 20 t/ha	0-30	4,10	146	-	9,5	22,10	2,0humatlı	15,6	67,2	23,2	66,8
	30-60	3,22	114,2	335,8	10,9	19,6	1,6humatlı	13,6	62,8	25,6	68,2
	60-100	2,0	75	-	12,2	16,7	1,2fulvo-humat	6,1	64,5	29,4	68,9
Verilən gübrənin miqdarı, 30 t/ha	0-30	4,7	148,9	-	9,7	22,6	1,9humatlı	16,1	60,9	23,0	69,1
	30-60	3,05	115,3	340,6	11,8	20,3	1,4humat-fulvat	14,1	60,0	26,4	62,8
	60-100	2,02	76,4	orta	14,6	17,6	1,1fulvo-humat	6,7	64,5	28,8	63,3yük

C:N olan nisbətinin xam torpaqlarda becərilən torpaqlara nisbətən azalması müşahidə olunmuşdur. Humin maddəsinin oksidləşmə dərəcəsi (O:C) çəki fazizi ilə təyin edilir. Ədəbiyyat materiallarından məlum olduğu kimi (L.H.Aleksandrova 1970; 1980). humus maddələrin genezisindən asılı olduğu müəyyən edilmişdir.

Nəticələr

1. Tərəfimizdən ilk dəfə Kiçik Qafqazın alçaq dağlığının ətəklərində yayılmış boz-qəhvəyi torpaqların üzüm bitkisi altında becərilən hissəsində və onun ətrafında yayılmış təbii yem sahəsi altı torpaqlarda torpaqdaxili aqrokimyəvi xassələrinin göstəricilərini nəzərə almaqla müxtəlif dozada (10, 20, 30 t/ha) üzvi gübrələrin humus turşusunun vəziyyətinə təsiri öyrənilmişdir.
2. Humusun miqdarının üzümaltı torpaqlarda üzvi (peyin) gübrələrin müxtəlif dozalarda verilməsi ilə azlıb-çoxalması üç il müddətində nəzarətdə olmuşdur. Üzvi gübrələrin verilməsi humus turşusunun vəziyyətinə təsiri əsas etibarı ilə ikinci və üçüncü illərdə verilən gübrə dozasının 30 t/ha olduqda baş verilməsi məlum edilmişdir. Üç il aparılmış təcrübələr nəticəsində torpaqlarda humuslaşma dərəcəsi, humin və fulfo turşularının miqdar göstəricilərinin verilmə səpkisində çoxalması (xam torpaqlarda) müşahidə olunmuşdur. Verilmiş gübrələr səpkisində humus turşusunun fraksiya tərkibi öyrənilmiş və məlum edilmişdir ki, humus turşusunun fraksiya tərkibinə təsiri bir o qədər böyük olmamışdır. Bu da vaxt çatışmazlığı ilə izah olduğu qənaətinə gəlinmişdir.
3. Nəhayət, onu qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq olunan ərazidə yayılmış üzümaltı torpaqlarda müxtəlif dozada üzvi gübrələrin verilməsinin humus turşusunun vəziyyətinə müsbət təsiri olduğu öyrənilmişdir ki, bunun da torpaqlarda münbitliyin artırılmasında xüsusi əhəmiyyəti vardır.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Александрова Л.Н. Современное представления о природе гумусовых веществ и их органо-минеральных производных-сб: проблемы почвоведения. - Москва: АН СССР, 1965.
2. Алиев С.А. Формы органо-минеральных соединений в основных типах почв в Азербайджана “ДАН Азерб.ССР” № 4. - Баку, -1968.
3. Алиев С.А. Рзаев Н.М. Влияние минеральных удобрений и навоза на углекислотное питание растений хлопководство, - № 14, - 1971.
4. Алиев С.А. Гаджиев Д.Н. Экологические факторы и энергетика биологической активности почв. Гир. Азерб.Филиала ВОП. - Баку: Элм, -1974.
5. Алиев С.А. Шакури Б.Т. Значение гуминовых кислот в накоплении микроэлементов в основных типов почв Азербайджанской ССР АН Азерб.ССР, - 1975, - № 4.
6. Алиев С.А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. -Баку: Элм, - 1978, - 253 с.
7. Бабаев Г.Г. К генезису горнолесные остаточно карбонатные почв юго-восточный

- зоны Малого Кавказа-ДАН Азерб. ССР, 1956, - № 5
8. Гасанов Ш.Г. О генезисе каштановых перегнойно-сульфатных (гажевых) почв Приараксинской полосы, - Баку: АН Азербайджанской ССР, -№ 1, - 1965.
 9. Гасанов Ш.Г. Почвы Приараксинской полосы и их рациональные использования. - Баку, - 1969.
 10. Гасанов Ш.Г. Генетические особенности и бонитировка почв юго-запада Азербайджана. - Баку: Элм, - 1978, - 219 с.
 11. Əliyev H.Ə., Mirzəyev S.İ. Nəkəriçay hövzəsinin dağ-meşə torpaqları və onların səmərəli istifadəsi, - Bakı: Elm, - 1979.
 12. Копонова М.М. Процессы превращения органического вещества и их связь с плодородным почвой. „Почвоведение”, - №8, - 1968 г.
 13. Пенков О.Г. Серо-коричневые почвы предгорной части Карабахской степи Кура-Араксинской низменности - Баку, 1961.
 14. Климат Азербайджана (под ред. А.А.Мадатзаде, Э.М.Шыхлинского), - Баку: АН Азерб.ССР., - 1968, - 343 с.,
 15. Салаев М.М. Почвы Малого Кавказа. - Баку: АН Азерб. ССР, - 1966, - 329 с.
 16. Пономарова В.В., Рагимзаде А.И. Сравнительное изучения фульвокислой и гуминовых кислот как разложения силикатных минералов. „Почвоведение”, №3. -1969
 17. Шарифов Э.Ф., Мехралиев И.Н. Динамика и дыхания почв под различными лесными породами Малого Кавказа. Баку: Азерб.ССР, № 6, -1966.
 18. Тюрин И.В. Биология гумуса и вопросы плодородия почв. - Москва, - 1962, - 22 с.
 19. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – Москва: Наука, - 1965, - 319 с.
 20. Шарифов Э.Ф. Горно-лесные почвы восточного склона Малого Кавказа. - Баку: Элм, - 1984, - 192 с.
 21. Biologia humusului si problemele fertilitatii solului I.V.Tiurin, M.M.Kononova Analele Romino-Sovetice, Agricultura-200 tehme, 1963, - N5, - p-5-18.
 22. Springer, Zur. Kenotis der BİNdungsformen d.Humusstoffe, besentea in Walböden, Ztsch. Pfl Düng, Bodenk, - 1936, - 45
 23. Schnitzer M., Wriht J.R. Nifricacid axidation of the orqanic matter of pogsol soil.Sci, Soc. Amerika Broc, 1960, - 24, - N4

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ГУМУСА СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ПОД ВИНОГРАДНИКАМИ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА

Г.Ш.ЯГУБОВ, Л.Р.КАРИМОВА

РЕЗЮМЕ

Обеспечить население страны сельскохозяйственной продукцией, для решения таких важных вопросов, как повышение продуктивности каждого гектара орошаемых и мелиорируемых земель, правильное применение органических и минеральных удобрений, необходимо более правильно и эффективно использовать агрохимические, биологические и биохимические факторы, оказывающие важное влияние на плодородие почвы, продуктивность сельскохозяйственных растений и качество продукции. Продуктивность растений зависит от количества и качества гумуса, который является основным показателем плодородия почвы. Поэтому сохранение и восстановление его количества в различных почвенно-климатических условиях и под разными

сельскохозяйственными культурами является одной из актуальнейших проблем агропочвоведения.

Ключевые слова: гумус, гумин, фульво, гумат, компост, плодородие, удобрение, пахотный слой, культивация.

**INFLUENCE OF FERTILIZERS ON THE STATE OF HUMUS
IN GRAY-BROWN SOILS UNDER VINEYARDS IN THE SOUTHERN PART
OF THE LESSER CAUCASUS**

G.Sh.YAGUBOV, L.R.KARIMOVA

SUMMARY

To provide the population of the country with agricultural products, in order to solve such important issues as increasing the productivity of each hectare of irrigated and reclaimed lands, the correct use of organic and mineral fertilizers, it is necessary to more correctly and efficiently use agrochemical, biological and biochemical factors that have an important impact on soil fertility, productivity agricultural plants and product quality. Plant productivity depends on the quantity and quality of humus, which is the main indicator of soil fertility. Therefore, the preservation and restoration of its quantity in various soil and climatic conditions and under various crops is one of the most urgent problems of agricultural soil science.

Keywords: humus, humin, fulvo, humate, compost, fertility, fertilizer, arable layer, cultivation.

UOT 543.3**DETERMINATION OF HEAVY METALS
IN THE WESTERN LANDS OF AZERBAIJAN****H.L.RAFIYEVA**
Baku State University
hicran_chem@mail.ru

From the ecological point of view, the study of the soil layer is of great importance. For this environmental research were conducted in the western region where industrial areas are located. Because the migration of chemical pollutant in soil is difficult and takes a long time, there is a need to study this area. The finding of excessive concentrations of some heavy metals in the research was an important factor in the environmental assessment.

Keywords: soil, heavy metal, ecology, element analyzer, copper, lead, manganese, vanadium, cadmium, nickel, zinc.

Introduction

Contamination of the soil with heavy metals has recently become very relevant. Heavy metals are non-ferrous metals with a higher density than iron (except zinc). These include lead, copper, nickel, cadmium, cobalt, chromium, mercury, etc. The most important feature of heavy metals is that a small amount of all of them has a great importance for living organisms and plants. Heavy metals are involved in biochemical processes in the human body that are important for life. However, their excess can cause serious diseases in the human body. Heavy metals accumulate in the soil and the chemical composition of the soil changes approximately. This affects the vital activity of plants and living organisms. Heavy metals pass from the soil into the body of animals and humans, leading to undesirable conditions. The sources of soil contamination with heavy metals are different: 1) Waste from metal processing industries; 2) Industrial waste; 3) Fuel combustion products; 4) Exhaust emissions from the car; 5) Chemicalization of agriculture.

Every year, more than 150,000 tons of Cu, 120,000 tons of Zn, 90,000 tons of Pb, 12,000 tons of Ni, 1.5 tons of Mo, 800 tons of Co, and 30 tons of

Hg are discharged from metallurgical enterprises. In the copper smelting industry, 1 g of blackened copper contains 2.09 g of powder, of which 15% is Cu, 60% is Fe and 4% is Al, Hg, Zn, Pb. Mechanical and chemical wastes contain 1000 mg / kg Pb, 3000 mg / kg Cu, 10000 mg / kg Cr and Fe, 100 g / kg P, 10 g / kg Mn and Ni. Exhaust gases pass 250,000 tons of Pb per year to the earth's surface. Heavy metals fall into the soil with fertilizers and biocides that are added to the soil. L.G. Bondarev (1976) identified heavy metals that could pass to the surface during the complete depletion of ore reserves as a result of human activity, burning of coal and peat, and compared them with metal reserves accumulated in the atmosphere. These results show the extent to which the environment affects human life and the earth's surface. Man-made penetration of metals into the soil, their accumulation in the humus layer is generally not legal. Its inequality and contrast is primarily due to population density. The distribution of heavy metals on the earth's surface is determined by many factors. It depends on the source of pollution, the meteorological characteristics of the region, geochemical factors and the landscape in general. In general, the source of pollution determines the quantity and quality of the product. The zone of maximum pollution is considered to be the place of hot waste discharged from high altitudes. The length of time that waste particles remain in the atmosphere depends on their mass and physical and chemical properties. The heavier the particles, the faster they collapse. The uneven man-made distribution of metals is due to the heterogeneity of the natural landscape. In this regard, it is necessary to know the laws of geochemistry, the migration of chemical elements to different natural landscapes in order to predict the conditions of pollution of technogenesis and to prevent undesirable consequences of human activity. Chemical elements and their compounds undergo direct changes as they fall to the ground, either scattering or accumulating, depending on the geochemical barrier.

Increasing attention to environmental protection has been of particular interest to the impact of heavy metals on the soil. From a historical point of view, interest in this problem arose during the study of soil fertility. Elements such as Fe, Mn, Cu, Zn, Mo and Co are very important for the life of plants, and therefore for humans and animals. They are sometimes called microelements because plants need very little. Microelements also include metals that are common in the soil, such as O (46.6%), Si (27.71%) and Fe (8.1%), which ranks 4th after Fe. All microelements have a negative effect on plants if they exceed the specified concentration, and Hg, Pb and Cd, which are not important for plants and animals, are harmful to humans even at very low concentrations [3, 5].

Exhaust gases from vehicles, discharge of wastewater to fields or

treatment plants, wastes from the development of mines and industries, the introduction of phosphorus and organic fertilizers, the application of pesticides lead to an increase in the concentration of heavy metals in the soil.

As long as heavy metals are associated with the main components of the soil, their negative impact on the soil and the environment is negligible. However, if heavy metals enter the soil solution, it poses a great danger, as they can pass on to plants and the animals and humans that receive them. In addition, heavy metals can pollute plants and water bodies. The danger of soil and plant pollution depends on the type of plants, the form of chemical compounds in the soil, the presence of elements that adversely affect their work by creating complexes with heavy metals and substances. Therefore, the negative effect of heavy metals depends on their mobility, i.e. solubility [4, 8].

Heavy metals are characterized by valence, difficult solubility of hydroxides, high complexity, cationic ability. The migration of heavy metals in the soil occurs in the liquid phase with the help of plant roots and soil microorganisms. The migration of soluble compounds occurs through the soil solution (diffusion) or the displacement of the liquid itself. Leaching of clay and organic matter leads to the migration of all metals associated with them. The migration of volatile compounds in the gaseous state (for example, dimethyl-mercury) is random, and this type of displacement is not significant. Heavy metals can be adsorbed or incorporated by microorganisms involved in the migration of relevant metals. Heavy metals pass through the trophic chain in the soil to plants and are then processed by humans and animals [7-8].

Various biological barriers are involved in the circulation of heavy metals, resulting in selective bio gathering, which protects living things from excess elements. However, the activity of biological barriers is limited and heavy metals often accumulate in the soil.

Soils with high adsorption capacity, containing large amounts of organic matter and clay, can store these elements mainly in the upper layers. This is typical for carbonate and neutral soils. These soils have less toxic substances that can be absorbed by plants by washing with groundwater than sandy soils. However, the concentration of elements can reach toxic levels, which disturbs the balance of physical, biological and chemical processes in the soil. Heavy metals stored in organic and colloidal parts of the soil limit their biological activity.

Heavy metals are toxic to plants, animals and humans by passing from the soil to plants and along the food chain.

Like acid soils, sandy soils with low permeability are less heavy, with the exception of Mo and Se. Therefore, they are easily adsorbed by plants,

and some have such a toxic effect, even in small concentrations.

Lead can also be accumulated in plants, animals and humans by being transmitted along the food chain. Feed containing 100 mg / kg dry weight Pb is lethal to animals. Pb dust settles on the soil surface, is adsorbed by organic matter, moves with the soil solution, but is excreted in small amounts.

Due to migration in an acidic environment, Pb forms man-made anomalies in the soil at a distance of 100 m. Pb passes from the soil to the plants. Its content in wheat and barley is 5-8 times more than the main ingredient, and in potatoes - 20 times more. The amount of lead in the soil is usually between 0.1-20 mg / kg. Lead has a negative impact on soil biological activity.

Like V and Zn, it accumulates in the humus layer of the soil in Cd. Its distribution in the soil is the same as in other metals, mainly Pb. Cd is maximally absorbed in neutral and alkaline soils. Its content in golden soils is 1 mg / kg, in black soils - 15-30, and in red soils - up to 60 mg / kg.

Zn and Cu are less toxic than the above-mentioned metals, but their excess in metallurgical wastes pollutes the soil and adversely affects the growth of microorganisms, reduces the enzymatic activity of the soil, reduces plant productivity.

The amount of zinc in the soil is between 10-80 mg / kg, and more often 30-50 mg / kg. Excess zinc has a negative impact on many soil processes: it leads to changes in the physical and physicochemical properties of the soil, reduces biological activity. Zn impairs the vital activity of microorganisms, as a result of which the process of formation of organic matter in the soil is impaired. In the soil crust excess Zn weakens the breakdown fermentation of cellulose. When heavy metals are combined, their damage to the soil increases even more. The combined activity of Zn and Cu has many times more effect on microorganisms than on their own [8].

Because heavy metals are found in varying proportions in combustion products and metallurgical wastes, their harmful effects on the environment are stronger than the effects of individual elements. According to the degree of toxicity, heavy metals are arranged in the following order: Zn < Ni < Cu < Cr < Co < Cd < Pb < Hg. Excessive amounts of these metals in the soil reduce crop growth and reduce agricultural productivity. For this purpose, soil samples were taken and analyzed from several points to determine the contamination of the soil with heavy metals (Figure 1).



Fig. 1. Spatial map of the area where soil samples were taken.

Methodology

Preparation of samples in the laboratory. Samples are taken by different methods for different arable lands. For gardens, the sample should be taken from three depths by the envelope method. It is taken from the depth of 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm. By envelope method, the garden is divided into 5 points, such as the corners and the middle of the envelope, and a sample is taken from these points from three depths. The sample taken from each point is mixed separately for depths, a common sample is prepared and sent to the laboratory for analysis. When mixing samples, special care must be taken to ensure that the soil samples are at the same depth and that they are not mixed at different depths. For monoecious field crops, samples are taken from 0-30 cm in several places by zigzag method for every 5 hectares. The samples are mixed and a common sample is prepared and submitted to the laboratory for analysis. If our area is 10 hectares, 1 common sample should be taken for every 5 hectares [1, 3].

Fresh soil samples are dried in the laboratory in special places in the open air, in the shade or in drying cabinets at 30-40 ° C. Dry samples are poured on parchment or parchment, the roots and the crumbs are removed, and the roots are shaken to remove dirt. Large soils are crushed in the mortar to the size of 5-10 mm. The sample is mixed and spread in a square shape on the shield. The average sample (approximately 200 g) by double squaring is emptied into a numbered box or jar for storage (pre-filled with a label filled with sample data) and recorded in the laboratory journal with the serial number [2, 9].

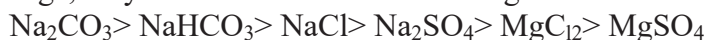
Soil analysis

The main purpose of chemical analysis of soil is to solve theoretical and practical problems of agriculture. The study of the chemical characteristics of the soil is of great importance in the development of agrotechnical measures.

Radionuclides, pesticides, herbicides, etc. in the soil. Detection of toxic substances is also of great importance from the point of view of environmental protection.

Extraction of the studied compounds from the soil for analysis is carried out by extraction with various solvents, solutions (water, salt, acid or alkali). In some cases, the soil is broken down by dissolving carbonates with a small sample weight and working with fluoric acid or a mixture of acids ($\text{HCl} + \text{HNO}_3$; $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$). Most analyzes use air-dried, mortar-crushed, 1-mm-diameter sieved soil.

When extracted with water, alkalis in the soil, chlorides of alkaline earth metals and easily soluble organic substances in water pass into the solution. Water-soluble salts can also be harmful. According to the degree of damage, they can be listed in the following order:



Destroys plants when there is a small amount of Na_2CO_3 in saline soils. In acidic wetlands and peat bogs, water-soluble compounds of iron (II), manganese and aluminum are very harmful to plants. The cause of soil salinization can also be determined by analyzing groundwater.

Result

N ^o	Example	pH	Conductivity μS / cm	NO ₃ , ppm	SO ₄ , ppm	Petroleum pro-ducts, ppm	Pb, ppm	Mn, ppb	V, ppb	Hg, ppb	Co, ppb	Cr, ppb	Zn, ppb	Cu, ppb	Mo, ppb	Cd, ppb	Ni, ppb
1	Next to the white-flowered spring	7.4	199.3	8.5	31.4	12	12.6	31.4	12	0.00	3	6	20	81.5	36.7	<5	22.8
2	The rear of the TQ-2	6.9	59.9	4.3	16.2	47	21.8	68.9	41.1	0.00	2.3	34.8	13	32.1	6.7	<5	25.1
3	The upper part of the fighter	7.2	95.	5.4	18.6	15	2.95	46	11.4	0.00	1.5	4.5	7.5	39.2	5.8	<5	11.8
4	The upper part of the Star mining energy field	7.2	83.1	3.6	15.1	24	4.05	21	24.8	0.00	2.7	0.8	2	18.8	3.7	<5	8.6
5	The right side of the road leading to the mine waste dump	7.4	181.6	11.2	23.4	11	1.9	36.4	33.4	0.00	2.7	3.4	1.4	20.2	12.1	<5	16.3

REFERANCE

1. Amorosi A., Sammartino I.// Assessing natural contents of hazardous metals in soils by different analytical methods and its impact on environmental legislative measures. //Int. J. Environment and pollution 2011; 46: 164-177
2. Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O. C., & Egwurugwu, J. N. (2007). // Heavy metal pollution and human biotoxic effects. // International Journal of Physical Sciences, 2(5), 112–118.
3. Heltai Gyorgy, Florian Karol. Development of new fractionation methodologies for characterization of environmental mobility of heavy metals in soils, sediments and gravitation dusts // Congr. ISTISAN N C3, 2008, p.35
4. Jones K.T., Thallium // Heavy metals in soils / Ed. Alloway J.B. N. Y. 1990. P. 304–309.
5. Maeda, S. // Arsenic in Environment. //Part I: Cycling and Characterization (ed. Nriagu, J. O.), John Wiley & Sons Inc., 1994, p. 155–187
6. Malandrino, M., Abollino, O., Buoso, S., Giacomino, A., La Gioia, C., & Mentasti, E. (2011). //Accumulation of heavy metals from contaminated soil to plants and evaluation of soil remediation by vermiculite. //Chemosphere, 82(2), 169– 178.
7. Ren, W.X., Li, P. J., Geng, Y., & Li, X. J. (2009). // Biological leaching of heavy metals from a contaminated soil by *Aspergillus niger*. //Journal of Hazardous Materials, 167(1–3), 164–169.
8. <http://www.ecs.umass.edu/eve/background/methods/chemical/ICPMS.html>
9. <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/cadmium.pdf> 13.

AZƏRBAYCANIN QƏRB ƏRAZISİNİN TORPAQLARINDA AĞIR METALLARIN TƏDQIQI

H.L.RƏFİYEVƏ

XÜLASƏ

Ekoloji nöqtəyi-nəzərdən torpaq qatının öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bunun üçün sənaye sahələrinin yerləşdiyi qərb bölgəsindən ekoloji tədqiqatlar aparılıb. Kimyəvi çirkləndiricilərin torpaqda miqrasiyası çətin və uzun müddət tələb etdiyindən bu sahənin öyrənilməsinə ehtiyac var. Tədqiqatda bəzi ağır metalların qatılıqlarının həddindən artıq aşkarlanması ətraf mühitin qiymətləndirməsində mühüm amil olmuşdur.

Açar sözlər: torpaq, ağır metallar, ekologiya, element analizatoru, mis, qurğuşun, maqnezium, vanadium, kadmium, nikel, sink

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ЗАПАДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

Х.Л.РАФИЕВА

РЕЗЮМЕ

С этой целью были проведены экологические исследования западного региона, где расположены промышленные районы. Поскольку миграция химических загрязнителей в почве затруднена и требует много времени, эта область нуждается в изучении. Чрезмерные уровни некоторых тяжелых металлов стали важным фактором в оценивании состояния окружающей среды.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, экология, элементный анализатор, медь, свинец, марганец, ванадий, кадмий, никель, цинк.

UOT 546.3: 577.4 (20)**GÖYGÖL, DAŞKƏSƏN VƏ GƏDƏBƏY RAYONLARININ
ATMOSFER HAVASININ AĞIR METALLARLA
ÇİRLƏNMƏSİNİN BİOMONİTORİNQİ****Ş.S.NUHUYEVA****Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti*****nuhuyeva83@mail.ru***

Azərbaycanın Göygöl, Daşkəsən və Gədəbəy rayonlarının atmosfer havasının tərkibində olan ağır metalların mamır bioindikatorları vasitəsilə element analiz metodu olan nüvə fiziki analiz metodlarından istifadə etməklə öyrənilmişdir.

Yüksək dərəcədə inkişaf etmiş kənd təsərrüfatı sektoru olan Göygöl, Gədəbəy və Daşkəsən rayonlarında elementlərin atmosfer çöküntüsünü əks etdirən paylanma xəritələri və atmosfer havasının çirklənmə dərəcəsi göstərilmişdir.

Tədqiqat işində təqdim olunan nəticələr digər tədqiqatçıların məlum eksperimental məlumatları ilə təhlil edilmiş və müqayisəsi aparılmışdır.

Ağır metalların atmosfer çöküntülərində mənbələri müəyyən edilmişdir və həmin ərazilərdə çirklənmə səviyyələri təqdim edilmişdir.

Açar sözlər: biomonitor, neytron aktivasiya, ağır metal

Giriş

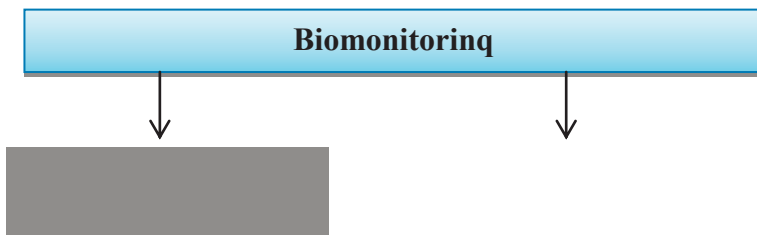
Son bir neçə onillikdə ətraf mühitin ağır metallarla çirklənməsi bir çox tədqiqatçıların diqqətini cəlb etmişdir.

Ətraf mühitin çirklənməsinin təyin edilməsində indikator kimi bioloji materiallardan istifadə etmək ucuz və etibarlı üsuldur. Metal çirklənməsinin çökməsi, yığılması və yayılmasını aşkar etmək üçün liken, mamır, ali bitkilərin qabıq və yarpaqları kimi müxtəlif növ bioindikatorlardan istifadə edilir. Bitkilər ətraf mühitin fiziki və kimyəvi parametrlərinin dəyişməsinə tez reaksiya verirlər. Ekoloji şərait dəyişərkən bitkilər bu dəyişiklikləri dəqiq şəkildə əks etdirirlər (Nash, 1988).

Son iki onillikdə “ağır metallar”la çirklənmə nəzərəcarpacaq dərəcədə artmışdır. Ağır metalların toksikliyi onların kimyəvi formasından, konsentrasiyasından, qalma müddətindən və s.-dən çox asılıdır (Mielke & Reagan,

1988). Bu elementlər zaman keçdikcə parçalanmadığı üçün onların ətraf mühitə atılması ciddi problemlər yaradır.

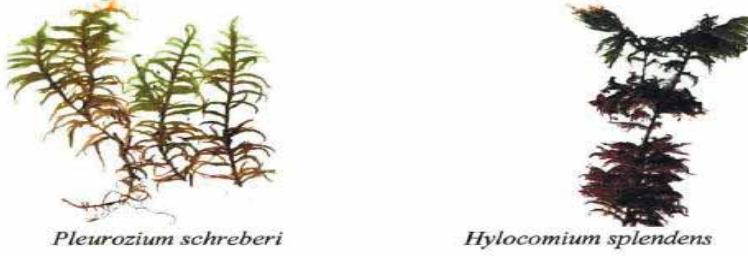
XX əsrdə Skandinaviya tədqiqatçıları ədəbiyyatlarda ağır metalların atmosfer çöküntüsünü öyrənmək üçün mamır biomonitorinq texnikası kimi təsbit edilmiş bir metod hazırladılar və elmi cəhətdən əsaslandırıdılar [1, 2, 3]. Bu metod mamırların bioloji xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Mamırlar, xüsusən də quruda yaşayan növlər, əsas qida maddələrinin çoxunu birbaşa yaş və quru atmosfer çöküntülərindən əldə edirlər. Belə ki, mamırların yarpaqları tək qat hüceyrə qalınlığına malik olduğundan atmosferlə sıx təması təmin edirlər. Bundan əlavə, *Hylocomium splendens* və *Pleurozium schreberi* kimi növlərin bir-birinə yaxın məsafəli yarpaqları mamırlara havadan hissəcikləri effektiv şəkildə süzməyə imkan verir. Əksər quru mamırları üçün kök sisteminin olmaması torpaqla təması və substratdan metalların udma riskini azaldır [5, 6, 7].



Şəkl. 1. Müxtəlif materiallardan və nümunə götürmə texnikasından istifadə etməklə ağır metalların biomonitorinqinin ümumi sxemi

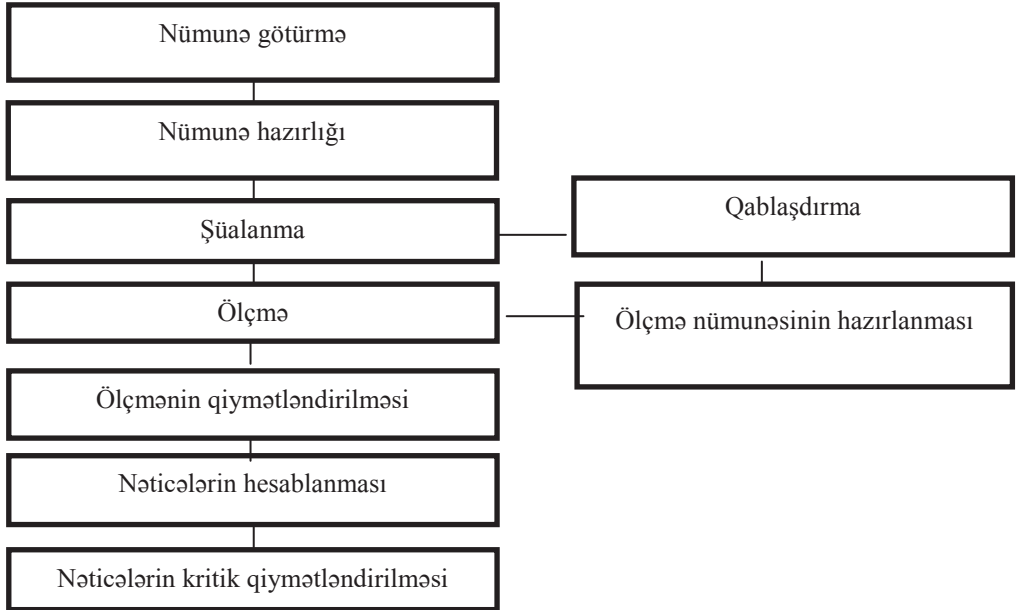
Materiallar və metodlar

Azərbaycanın Qərbi regionunda əsas və iz elementlərinin atmosferdə çöküntüsünü öyrənmək üçün iki növ *Pleurozium schreberi* və *Hylocomium splendens* mamır növləri götürülmüşdür.



Şək. 2. Mamır növləri

Mamır nümunələrinin neytron aktivləşdirilməsi təhlili Frank adına Neytron Fizikası Laboratoriyasında (FLNP, JINR, Dubna) İBR – 2 impulsu sürətli reaktorda aparılmışdır [4-5]. İBR-2 reaktoru şüalanma kanalları ilə, pnevmotik və spektrometrik qurğu ilə təchiz edilib, ümumilikdə REQATA analitik kompleksini əmələ gətirir. İBR-2 reaktorunun şüalanma kanallarında neytronların energetik spektri istilik, rezonans və sürətli neytronlarla göstərilmişdir [8].



Şək. 4. NAA üçün prosedur sxemi

Hər bir nümunə torpaq hissəcikləri, quru yarpaqlar, iynələr, çubuqlar və s. kimi xarici maddələrdən təmizlənmiş və 30-40 °C temperaturda 48 saat qurudulmuşdur. Bütün nümunə emalı zamanı materialın çirklənməsinin qarşısını almaq üçün birdəfəlik polietilen əlcəklərdən istifadə edilmişdir. Analiz üçün yalnız son üç illik böyümənin yaşıl və yaşıl-qəhvəyi tumurcuqları götürülmüşdür. Şüalanmaya nümunələri hazırlamaq üçün polietilen və alüminiumdan hazırlanmış konteynerlərdən, xüsusi hallarda isə ftoroplast və ya təmiz karbondan istifadə olunur. Eyni vaxtda hər bir alt kanala şüalandırmaq üçün yeddi nümunə yerləşdirmək mümkündür. Modernizasiyadan sonra bütün mexaniki əməliyyatlar avtomatlaşdırılaraq nümunələrlə heç bir təmas olmadan 1.5 saniyə müddətində təcrübə zamanı lazım olan əməliyyatları aparmaq olur. REGATA kanalı effektivliyi 30% olan dörd təmiz yarımkəçirici Ge və NaJ tipli qamma detektorlar sistemi ilə təchiz olunmuşdur. Ch1 alt kanalı uzun ömürlü izotopları, Ch2 alt kanalı isə yaşama müddəti kiçik olan izotopları təyin etmək üçündür [9,10].

Nəticə

Tədqiqat işində mamır biomonitorlarının müasir element analiz üsullarının kompleks tətbiqi əsasında, məlumatların interpretasiyasının statistiki üsullarının (faktor analizinin) və GIS texnologiyalarının kompleks tətbiqi əsasında, Göygöl, Daşkəsən və Gədəbəy bölgələrinin atmosfer çöküntülərində ağır metalların paylanması qanunauyğunluğu müəyyən edilmişdir (şəkil 5). Tədqiq edilən ərazilərdə aparılan tədqiqatın nəticələri imkan verir ki, bu bölgələrin təmsalında atmosfer çirkliliyinin qiymətləndirilməsində tətbiq olunan bu yanaşma ətraf mühit problemlərini həll etmək üçün Azərbaycanın digər sənaye cəhətdən inkişaf etmiş və əhalisi sıx olan bölgələrinə də tətbiq edilə bilər.



Şəkil 5. Skandiumun yayılma xəritəsi

ƏDƏBİYYAT

1. Мельничук В.М. Определитель листовых мхов средней полосы и юга Европейской части СССР. - Киев: 1970. - 444 с.
2. Tyler G. Bryophytes and heavy metals: a literature review // Botanical Journal of the Linnean Society. - 1990. - Vol. 140. - p. 231-253.
3. ICP Vegetation (2010) Heavy metals in European Mosses: 2010 survey. Monitoring manual, international cooperative programme on effects of air pollution on natural vegetation and crops, ICP Coordination Centre, CEH Bangor, pp 1–16.- http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/9952/1/UNECE-HEAVYMETALSMOSSMANUAL-2010POPsadaptedfinal_220510_.pdf. ccessed 23 Nov 2018
4. Steinnes E., Jacobsen L.B., 1994. The use of mosses as monitors of trace element deposition from the atmosphere in Arctic regions: a feasibility study from Svalbard. Norsk Polar Institute Report Series no 88, Oslo.
5. Wittig, R., 1993. General aspects of biomonitoring heavy metals by plants. In: Markert, B. (Eds) Plants as biomonitors indicators for heavy metals in the terrestrial environment, pp. 3-28, VCH, Weinheim.
6. Ross H.B., 1990. On the use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) for estimating atmospheric trace metal deposition. *Water, Air Soil Pollution* 50, 63-76.
7. Renato Gerdol, Roberta Marchesini, Paola Iacumin, Lisa Brancaleoni monitoring temporal trends of air pollution in an urban area using mosses and lichens as biomonitors. *Chemosphere*. 20014. Aug; 108:388-95. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.035. Epub 2014 Mar 13.
8. Shetekauri S., Shetekauri T., Kvlividze A., Chaligava O., Kalabegishvili T., Kirkesali E.I., Frontasyeva M.V., Chepurchenko O.E. Preliminary results of atmospheric deposition of major and trace elements in the Greater and Lesser Caucasus mountains studied by the moss technique and neutron activation analysis. *Annali di Botanica*, 5, pp. 89-95, 2015.
9. Shetekauri S., Chaligava O., Shetekauri T., Kvlividze A., Kalabegishvili T., Kirkesali E.I., Frontasyeva M.V., Chepurchenko O.E., Tselmovich V.A., Biomonitoring Air Pollution Using Moss in Georgia. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol.27, No.5, pp. 2259-2266, 2018 DOI:10.15244/pjoes/73798
10. Renato Gerdol, Roberta Marchesini, Paola Iacumin, Lisa Brancaleoni monitoring temporal trends of air pollution in an urban area using mosses and lichens as biomonitors. *Chemosphere*. 20014. Aug; 108:388-95. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.035. Epub 2014 Mar 13

БИОМОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ГЕЙГЕЛЬСКОМ, ДАШКЕСАНСКОМ И КЕДАБЕКСКОМ РАЙОНАХ

Ш.С.НУХУЕВА

РЕЗЮМЕ

В Гейгёльском, Дашкесанском и Гедабекском районах западного региона Азербайджана тяжёлые металлы изучались методами ядерно-физического анализа, которые представляют собой методы элементного анализа с моховыми биоиндикаторами.

Эти районы характеризуются высоким развитием отраслей сельского хозяйства, и в связи с этим показаны карты распределения элементов, отражающие атмосферное осаждение и степень загрязнения атмосферного воздуха.

Результаты, представленные в исследовании, были проанализированы и сопоставлены с известными экспериментальными данными других исследователей.

Выявлены источники тяжелых металлов в атмосферных отложениях и представлены уровни загрязнения в этих районах.

Ключевые слова: биомонитор, нейтронная активация, тяжелый металл.

BIOMONITORING OF HEAVY METAL POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR IN GOYGOL, DASHKASAN AND GADABAY REGIONS

Ş.S.NUHUYEVA

SUMMARY

In the Goygol, Dashkasan and Gadabay regions of the Western region of Azerbaijan, heavy metals were studied using nuclear physical analysis methods, which are elemental analysis methods with moss bioindicators.

In Goygol, Gadabay and Dashkasan districts, which are highly developed agricultural sectors, distribution maps of the elements depicting atmospheric sedimentation and the degree of air pollution are shown.

The results presented in the study were analyzed and compared with known experimental data from other researchers.

Sources of heavy metals in atmospheric sediments have been identified and pollution levels in those areas have been presented.

Keywords: biomonitor, neutron activation, heavy metal

MÜNDƏRİCAT

KİMYA

Quliyeva S.Q., Yusubov N.N., Məmmədov İ.Q. Müxtəlif saxlanma şəraitlərində dizel yanacağıın kimyəvi stabilliyi	5
Sadıxova N.D. Müasir kimya elminin inkişafında ion mayelərinin rolu	10
Balayeva O.O. Sink-alüminium laylı ikili hidrokisidlərin polivinil spirti ilə nanokompozitlərinin hazırlanması	26

GEOLOGİYA

Babazadə V.M., İsayev S.A. Böyük Qafqazın bitkilərinin biogeokimyası (Azərbaycan daxilində).....	34
Abdullayeva Ş.F. Kiçik Qafqazın qızıl mədən yataqlarının sistematikas, formasiyaları və genetik növləri	41
İmamverdiyev N.Ə., Orucov A.İ., Vəliyev A.Ə., Mursalov S.S. Kiçik Qafqazın Bayos vulkanizminin formalaşmasının petrogeokimyəvi aspektləri (Azərbaycan).....	68
Abdullayev Z.B., Hüseynova S.F., Muradxanova G.A., Həsənquliyeva M.Y. Serpentinləşmə prosesinin həcm faktoru	87
İsmayılova A.M. Göydağ filiz sahəsində molibden-porfir filizləşməsinin formalaşmasının və lokallaşmasının bəzi xüsusiyyətləri (Mıxana-Zəngəzur zonası, Kiçik Qafqaz).....	94
Sarıyev F.H. Kiçik Qafqazın Murovdağ antiklinorisinin pikrit və pikrobazaltlarının formalaşmasının petroloji-geokimyəvi xüsusiyyətləri	101
Məhərrəmov F.F., Şərifov C.C. İşlənilmə obyektlərinin neftvermə əmsallarının müxtəlif xarakterliyinin qiymətinə dair	110

COĞRAFIYA

İmanov F.A., Hüseyinov Ş.B.

Azərbaycanın su ehtiyatları və onların idarə edilməsi..... 122

Nağiyev S. Q.

Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda urbanizasiya prosesləri və
demoqrafik inkişaf problemləri 142

Sədullayev R.R.

Landşaftların morfoloji elementlərinin kosmik şəkillər və
coğrafi informasiya sistemləri (CİS) əsasında tədqiqi
(Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı timsalında) 151

EKOLOGİYA

Hacıyeva S. R., Abdullayeva E.A., Quliyeva Y.Q.

Maye membranlardan istifadə etməklə neftin və lay sularının
ağır metallardan təmizlənməsi..... 161

Yaqubov Q.Ş., Kərimova L.R.

Kiçik Qafqazın cənub hissəsindəki üzümaltı boz-qəhvəyi torpaqlarda
gübrələrin humusun vəziyyətinə təsiri..... 167

Rəfiyeva H.L.

Azərbaycanın qərb ərazisinin torpaqlarında ağır metalların tədqiqi..... 177

Nuhuyeva Ş.S.

Göygöl, Daşkəsən və Gədəbəy rayonlarının atmosfer havasının
ağır metallarla çirklənməsinin biomonitorinqi 186

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Кулиева С.Г., Юсупов Н.Н., Мамедов И.Г.
Химическая стабильность дизельного топлива при различных условиях хранения 5

Садыхова Н.Д.
Роль ионных жидкостей в развитии современной химической науки 10

Балаева О.О.
Получение нанокompозитов двойных слоистых гидроксидов цинка-алюминия с поливиниловым спиртом 26

ГЕОЛОГИЯ

Бабазаде В.М., Исаев С.А.
Биогеохимия растений Большого Кавказа в пределах Азербайджана 34

Абдуллаева Ш.Ф.
Систематика, формации и генетические типы золоторудных месторождений Малого Кавказа 41

Имамвердиев Н.А., Оруджов А.И., Велиев А.А., Мурсалов С.С.
Петрогеохимические аспекты формирования байосского вулканизма Малого Кавказа (Азербайджан) 68

Абдуллаев З.Б., Гусейнова С.Ф., Мурадханова Г.А., Гасангулиева М.Я.
Фактор объема в процессе серпентинизации 87

Исмайлова А.М.
Некоторые особенности формирования и локализации молибден-порфинового оруденения Гейдагского рудного поля (Мисхано-Зангезурская зона, Малый Кавказ) 94

Сариев Ф.Х.
Петролого-геохимические особенности формирования пикритов и пикробазальтов Муровдагского антиклинория Малого Кавказа 101

Магеррамов Ф.Ф., Шарифов Д.Д.
К оценке разнохарактерности коэффициентов нефтеотдачи разрабатываемых объектов 110

ГЕОГРАФИЯ

Иманов Ф.А., Гусейнов Ш.Б.

Водные ресурсы Азербайджана и их управление 122

Нагиев С.К.

Процессы урбанизации в Ленкорань-Астаринском
экономическом районе и проблемы демографического развития 142

Садуллаев Р.Р.

Исследование морфологических элементов ландшафтов на основе
космических снимков географических информационных систем
(ГИС) (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа) 151

ЭКОЛОГИЯ

Гаджиева С.Р., Абдуллаева Э.А., Гулиева Е.Г.

Очистка нефтей и пластовых вод от тяжелых металлов
при помощи жидких мембран 161

Ягубов Г.Ш., Керимова Л.Р.

Влияние удобрений на состояние гумуса серо коричневых почв
под виноградниками южной части Малого Кавказа 167

Рафиева Х.Л.

Исследование тяжелых металлов в почве западных территорий
Азербайджана 177

Нухуева Ш.С.

Биомониторинг загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми
металлами в Гейгельском, Дашкесанском и Кедабекском районах 186

CONTENTS

CHEMISTRY

- Guliyeva S.G., Yusubov N.N., Mamedov İ.G.**
Chemical stability of diesel fuel under different storage conditions 5
- Sadikhova N.D.**
The role of ionic liquids in development of modern chemical science 10
- Balayeva O.O.**
Preparation of nanocomposites of zinc-aluminum layered double hydroxides with polyvinyl alcohol 26

GEOLOGY

- Babazade V.M., Isayev S.A.**
Concentrations of some biogeochemical elements in plants in the Greater Caucasus (within Azerbaijan) 34
- Abdullayeva Sh.F.**
Systematics, formations and genetic types of gold deposits in the Lesser Caucasus 41
- Imamverdiyev N.A., Orudzhov A.I., Valiev A.A., Mursalov S.S.**
Petrogeochemical aspects of the formation of Bayosian volcanism of the Lesser Caucasus (Azerbaijan) 68
- Abdullayev Z.B., Huseinova S.F., Muradkhanova G.A., Hasanguliyeva M.Y.**
Volume factor in serpentinization process 87
- Ismailova A.M.**
Some features of the formation and localization of the Geydag ore field molybdenum-porphyry mineralization (Miskhan-Zangezur zone, Lesser Caucasus) 94
- Sariyev F.H.**
Petrological and geochemical features of the formation of picrite and pikrobasalts in the Murovdagh anticlinorium of the Lesser Caucasus 101
- Maharramov F.F., Sherifov J.J.**
To assess the diversity of the current oil recovery factors of the developed objects 110

GEOGRAPHY

Imanov F.A., Huseynov Sh.B.

Water resources of Azerbaijan and their management 122

Nagiyev S. Q.

The processes of urbanization in the Lankaran-Astara Economic Region and the problems of demographic development 142

Sadullayev R.R.

Research of morphological elements of landscapes on the basis of satellite images and geographical information systems (GIS) (on the example of the north-eastern slope of the Great Caucasus) 151

ECOLOGY

Gadzhieva S.R., Abdullayeva E.A., Guliyeva E.G.

Purification of oils and formation waters from heavy metals using liguid membrans 161

Yagubov G.Sh, Karimova L.R.

Influence of fertilizers on the state of humus in gray-brown soils under vineyards in the southern part of the Lesser Caucasus 167

Rafiyeva H.L.

Determination of heavy metals in the western lands of Azerbaijan 177

Nuhuyeva Ş.S.

Biomonitoring of heavy metal pollution of atmospheric air in Goygol, Dashkasan and Gadabay regions 186