



UDK: 661.632.17

O'tkir RAXMATJANOV,

Toshkent kimyo- texnologiya instituti tayanch doktaranti

E-mail: otkiraxmatjanov@gmail.com

Xoltura MIRZAQULOV,

TKTI huzuridagi "Pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish" tarmoq markazi direktori

Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasini professori

Ruslan YORBOBOYEV,

Toshkent kimyo-texnologiyalar instituti katta o'qituvchisi, PhD

Kamola ARIFDJANOVA,

Toshkent kimyo-texnologiyalar instituti Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasini dotsenti, DSc

O'zMU dotsenti, PhD G'.Abduraxmonov taqrizi asosida

CHEMICAL AND PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF NATURAL MIXED SALTS OF KUSHKANATOG MINE

Annotation

The chemical and physical properties of mixed salts is studied in relation to the formation process of salt layers in the Kushkanatog and Akkala mixed salt deposits, the distribution of salts on the dried surface and their chemical composition depending on their location at a certain depth and the change in their mineralogical properties, the components and mineralogical composition of these salts were determined based on chemical analysis.

Key words. Magnesium sulfate, sodium sulfate, sodium chloride, water, halite, thenardite, mirabilite, epsomite, polyhalite, glauberite mixed salts, component, mineralogical composition.

ХИМИЧЕСКИЙ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ПРИРОДНЫХ СМЕШАННЫХ СОЛЕЙ МЕТОРОЖДЕНИЯ КУШКАНАТАУ

Аннотация

Изучены химические и физические свойства смешанных солей в связи с процессом формирования соляных пластов в смешанных соляных месторождениях Кушканатау и Аккала, распределение солей на высохшей поверхности и их химический состав в зависимости от их расположения на определенной глубине и изменение их минералогических свойств, на основе химического анализа определены компоненты и минералогический состав этих солей.

Ключевые слова. Сульфат магния, сульфат натрия, хлорид натрия, вода, галит, тенардит, мирабилит, эпсомит, полигалит, глауберит смешанные соли, компонент, минералогический состав.

KUSHKANATOG' KONI TABIIY ARALASH TUZLARI TARKIBINI KIMYOVIY VA FIZIK-KIMYOVIY TAHLIL QILISH

Annotatsiya

Kushkanatog' va Akkala aralash tuzlari koni hududida tuzli qatlamlarning hosil bo'lish jarayoni, qurigan yuzasida tuzlarning taqsimlanishi va ularning ma'lum bir chuqurlikda joylashishi bo'yicha kimyoviy tarkibiga bog'liqligi va ularning mineralogik hossalarning o'zgarishiga nisbatan aralash tuzlarining kimyoviy va fizik kimyoviy tahlillar asosida ushbu tuzlarning komponent va mineralogik tarkiblarini aniqlangan.

Kalit so'zlar. Magniy sulfat, natriy sulfat, natriy xlorid, suv, galit, tenardit, mirabilit, epsomit, poligalit, glauberit aralash tuzlar, komponent, mineralogik tarkib.

Kirish. O'zbekiston Respublikasini iqtisodiy jihatdan rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri tabiiy xomashyolarni o'zlashtirish, ularni kompleks qayta ishlash, raqobatbardosh, import o'rini bosuvchi maxsulotlarni mahalliy xomashyolardan ishlab chiqarish hisoblanadi. Bunday kimyoviy mahsulotlar qatoriga, natriy va magniy sul'fatlarni kiritish mumkin, ushbu mahsulotlarga bo'lgan ehtiyoj sanoat va ishlab chiqarish miqiyosida bu magniy sulfat va natriy sulfatlarga bo'lgan talab kundan kunga ortib bormoqda [1].

Respublikamiz xomashyo zahiralari boy mamlakat hisoblanadi va mineral tuzlar mavjud bo'lgan konlar ko'plab topiladi. Shu konlardan biri Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida joylashgan Kushkanatog' koni mana shunday konlardan biri hisoblanadi. Kushkanatog' mineral tuzlar koni Qoqaqalpog'iston Respublikasining Chimboy tumanida joylashgan bo'lib, Chimboy shahridan 30 km shimoliy g'arbda, Ko'shkanatog' cho'qqisining janubida, Amudaryo deltasida joylashgan.

Ushbu kon tarkibidagi aralash tuzlarni kompleks qayta ishlab bitta moslashuvchan texnologiyada bir necha mahsulotlar olish tizimini yaratish texnologik va iqtisodiy jihatdan afzalliklarga ega bo'lib, bugungi kunda Respublikamizning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi [2-4]

INFOMINE ma'lumotlariga ko'ra MDH hududida A+B+C kategoriyaga tegishli magniy tuzlarining zahirasi, 6,7 mlrd. tonnani tashkil etadi, ushbu zahirada MgCl₂ ning ulushi 1,16 mlrd tonna. Jami 61.4% magniy zahirasi Rossiya hududiga, 20% - Turkmaniston hududiga, 18,4%-Ukraina hududiga, 0,2%-Qozog'iston hududiga tog'ri keladi. Xlorli magniy tuzlarining ulushi (68%), sulfatli magniy tuzlarining ulushi (16%), sulfat-xlorli aralash tuzlarning ulushi (5%) va dengiz suvlari nomakoblari (11%)

ni tashkil etadi. Ushbu zahira asosan: Verxnekamensk, Gorodishen, Svetloyar(Rossiya), Kalush-Golin, Stebnikov (Ukraina), Karlyuk (Turkmaniston) kaliyli va kaliy-magniyli konlarda tarqalgan. Magniyning katta zahirasi Kuchuk, Elton(Rossiya), Qari, Sasiq-Sivash(Ukraina), Qara-bogaz-ko'l (Turkmanistan) dengizlari nomakoblari tarkibida uchraydi.

O'zbekiston ham natriy va magniy tuzlarini ajratib olish uchun katta homashyo bazasiga ega. Ushbu zahiralardan biri Qoraqalpog'iston Respublikasida joylashgan Karaumbet va Barsakelmas ko'llarining nomakoblari hisoblanadi. Karaumbet konining tasdiqlangan zahirasi 700 ming tonna $MgCl_2$ ni tashkil etadi yoki MgO ga nisbatan hisoblaganda 295 ming tonnani tashkil etadi. Ushbu zahiradan 74 ming tonnasi nomakob tarkibida saqlanadi. Barsakelmas nomakobi tarkibidagi magniy tuzlarining miqdori 2.470 ming tonna $MgCl_2$ yoki 1.040 ming tonna MgO tashkil etadi [5]. Karaumbet Quruq aralash tuzlari o'rtacha hisobda quruq tuzga nisbatan hisoblaganda (massa%): Na_2SO_4 -43-61; $MgCl_2$ -11-15; $NaCl$ -13-19 saqlaydi va natriy sulfat, osh tuzi hamda bishofit olish uchun qimmatli homashyo hisoblanadi.

Magniy va natriy birikmalarining asosiy manbasi bo'lib Karaumbet koni aralash tuzlari xizmat qiladi. Ushbu konning asosiy manbasi xlorid-sulfat turiga oid tuzlar hisoblanadi. Karaumbet konidagi $MgCl_2$ ning tasdiqlangan zahirasi 700 ming. t $MgCl_2$, 3,365 ming tonna $NaCl$ va 2,181 ming tonna Na_2SO_4 ni tashkil etadi [6]. Karaumbet koni quruq aralash tuzlari uzoq yillar davomida qurigan dengizning sathida hosil bo'lgan hisoblanadi. Uzoq yillar davomida dengiz suvi nomakobining yuzasidan suv bug'lanib tuzning hosil bo'lishi haligacha davom etmoqda.

Tabiatda natriy sulfat minerallari oddiy Na_2SO_4 (tenardit), $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (mirabilit), hamda qo'sh tuzlar: $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ (astraxanit), $Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4$ (glazerit), $Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$ (glauberit), $2Na_2SO_4 \cdot Na_2CO_3$ (berkeit) tuz ko'rinishida: Ushbu tuzlarni konda 3ta guruhga bo'lingan holda uchratish mumkin [7, 8]:

- Glauberit va astraxanit, mirabilit va tenarditning katta zahiralari plast va linzalar ko'rinishida galogenli qobiqlarda uchraydi;

- Dengiz zahiralari yuza va quyi qobiqlardagi kristallararo qatlamlarda mirabilit va quyi qismlarida mirabilit va astraxanit saqlaydi;

- Yerosti tuzli zahiralari, sulfatli birikmalar bilan to'yingan;

Bundan tashqari natriyning sulfatli va xlorli birikmalarining bitmas-tuganmas manbasi dengiz va okeanlarning suvlari hisoblanadi.

Geografik nuqtayi nazardan sulfatli konlar arid hududlariga to'g'ri keladi. Ushbu tuzlarning MDX davlatlari orasidagi asosiy zahiralari Kaspiybo'yi, Orolbo'yi, Balxashbo'yi tumanlarida hamda shimoliy Sibir va Tyanshan hududlarida aniqlangan [9, 10].

Kaspiy dengizining sharqiy qirg'oqlarida joylashgan, Turkmanistondagi Qora-Bo'g'az-Gol ning quyi oqimlari natriy sulfat va boshqa tuzlarning asosiy manbasi hisoblanadi. Ushbu konning Sulfatli homashyosi, natriy sulfat ko'rinishida tuzli aralashmaning yuza qismida hamda nomakob tarkibida oraliq kristallar va tubdagi tuz qoldiqlar tarkibida glauberit, astraxanit, va mirabilit ko'rinishida uchraydi [11, 12]. Qora-Bogaz-gol koni undagi homashyoning noyobligi hamda tarkibi jihatidan kamyob hisoblanadi. Ushbu kongra kaspiy dengizi oqimining doimiy quyilishi natijasida yiliga 100 mln. t. tuz, ushbu tuzning tarkibida 2,5 mln. t. natriy sulfat kirib keladi.

Natriy sulfatning yana bir koni Altay o'lkasidagi Kulundin soyida joylashgan kuchuk ko'li hisoblanadi. Ushbu kon nomakobi tarkibida sulfatli tuzlar hamda tub qoldiqlar tarkibida mirabilit kristallari uchraydi.

Natriy sulfat ajratib olishda yana bir maqsadli konlardan biri Kuchuk ko'li yaqinida joylashgan Kulundin ko'li hisoblanadi. Bu ko'l suvining sho'rlanish miqdori 6 % ni tashkil etadi [13].

Bugungi kunda ko'lam jihatidan katta lekin foydalanilmayotgan konlardan biri, Djaksi-klich koni hisoblanib, ushbu kon tuzli ko'llar tizimi hisoblanadi hamda o'z tarkibida mirabilit, tenardit, galit va astraxanit qatlamlarini saqlaydi. Ebeyti ko'li – Yuzaki nomakob va tub qatlam tarkibida mirabilit qatlamlarini saqlaydi. Anjbo'lat ko'lida esa mirabilit va tenardit qatlamlari mavjud.

Tyan-Shan tog' tizimlari Farg'ona viloyatidagi tog'liklar orasida Natriy sulfat ishlab chiqarishda homashyo sifatida

Natriy sulfat ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida Farg'ona pasttekisligi va Tyan-shanning tog'lararo havzalarida mavjud bo'lgan glauberit konlarini, Qoraqalpog'istonning Kushkanatau, Oqqala va Tumryuk konlarida mavjud bo'lgan astraxanit, tenardit va mirabilit konlarini ko'rib chiqish mumkin [14, 15]. Kushkanatau va Oqqala konlarining o'zida 2 milliard tonnadan oqtiq mirabilit zahiralari mavjud bo'lib shundan faqatgina Kushkanatau konining o'zida mirabilit zahirasi 300 mln. tonnadan ziyod. [16, 17].

Tadqiqot usullari. Ilmiy tadqiqot ishlarida laboratoriya eksperiment tahlillarini bajarish uchun Kushkanatog' konidagi Astraxanit aralash tuzlari qatlamining 4 metr chuqurlikdan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzlari namunasidan dastlab 80 °C haroratda va 1 soat vaqt davomida uning tuyuingan eritmasi tayyorlanib so'gra uni 7 va 3 °C haroratgacha sovutib, harorat ta'sirida $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (Epsomit) va $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (Mirabilit) kristallogidratlarini hosil qilish, hamda ularni cho'ktirish va fil'trlash yo'li bilan ajratish usullarini ishlab chiqish uchun tanlangan astraxanit aralash tuzlari namunasining kimyoviy tarkiblari laboratoriya sharoitida o'rganilgan bo'lib, uning tarkibida mass. % da SO_4 – 45,19, Cl-4,12, Ca - 0,83, Mg – 4,80, K - 0,23, Na - 14,13, H_2O – 21,86 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,41 % miqdorlarda mavjudligi kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan.

Natijalar va muhokama. Laboratoriya sharoitida tajriba modeli qurilmasida olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida kimyoviy tahlillar asosida olingan natijalar qo'yidagi 1, 2 - jadvallarda hamda 1 va 2 - rasmlarda keltirilgan.

Dastlab Kushkanatog' konidagi Astraxanit qatlamining 4, 7 va 10 metr chuqurliklaridan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzlarining 1, 2 va 3 namunalarining kimyoviy tarkiblari o'rganilgan. Bunda Kushkanatog' koni aralash tuzlari qatlamining 4 metr chuqurligidan olingan 1 namunaning tarkibida mass., % da SO_4 – 45,19, Cl-4,12, Ca - 0,83, Mg – 4,80, K - 0,23, Na - 14,13, H_2O – 21,86 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,41 %, 7 metr chuqurlikdan olingan 2 namunaning tarkibida SO_4 – 47,20, Cl-4,30, Ca - 0,86, Mg – 5,01, K - 0,24, Na - 14,76, H_2O – 19,35 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,04 %, 10 metr chuqurlikdan qazib olingan 3 namunada esa SO_4 – 49,21, Cl-4,38, Ca - 0,90, Mg – 5,22, K - 0,25, Na - 15,39, H_2O – 15,85 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 6,69 % miqdorlarda mavjudligi kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan (1-jadval).

1-Jadval

Kushkanatog' koni astraxanit qatlamidan olingan tabiiy aralash tuzlari namunalarining kimyoviy tarkibi

Aralash tuzlar Namunasi	Astraxanitning kimyoviy tarkibi, mass., %						
	SO_4	Cl	Ca	Mg	K	Na	H_2O

1	45,19	4,12	0,83	4,80	0,23	14,13	7,41	21,86
2	47,20	4,30	0,86	5,01	0,24	14,76	7,04	19,35
3	49,21	4,48	0,90	5,22	0,25	15,39	6,69	15,85

Shuningdek, Kushkanatog' konidagi tabiiy aralash tuzlarining 1, 2 va 3 namunalari mineralogik - tuz tarkiblari ham o'rganilgan bo'lib, bunda 1 namunaning mineralogik-tuz tarkibi, mass., % da astraxanit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) -64,05; galit (NaCl) - 6,76; tenardit (Na_2SO_4) - 5,23; mirabilit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) -1,09; epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) - 0,090; poligalit ($\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 1,45; glauberit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$) - 4,11 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,41 %, 2 namunada astraxanit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) -66,90; galit (NaCl) - 7,06; tenardit (Na_2SO_4) - 5,46; mirabilit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) -1,17; epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) -0,094; poligalit ($\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 1,51; glauberit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$) - 4,30 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 7,04 %, 3 namunada esa astraxanit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) -69,75; galit (NaCl) - 7,36; tenardit (Na_2SO_4) - 5,69; mirabilit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) -1,22; epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) -0,098; poligalit ($\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 1,58; glauberit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$) - 4,48 va erimaydigan qoldiq (e.q) - 6,86 %, ekanligi kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida aniqlangan hamda olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

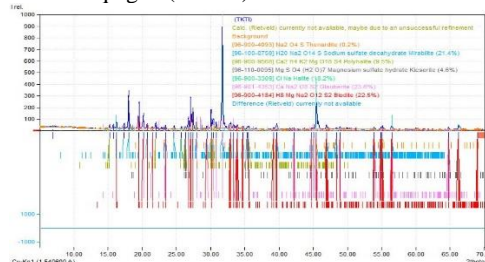
2-Jadval

Kushkanatog' koni astraxanit qatlamlardan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzlarining mineralogik tarkiblari

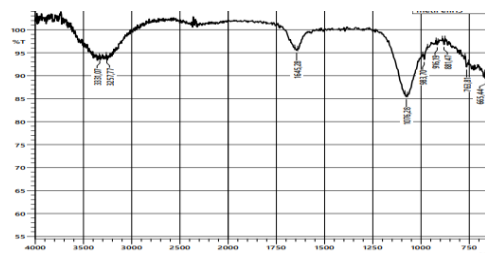
№	Tuzlarning nomi	Kimyoviy formulasi	Astraxanit namunalari		
			1-namuna	2-namuna	3-namuna
1	Astraxanit	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	64,05	66,90	69,75
2	Galit	NaCl	6,76	7,06	7,36
3	Tenardit	Na_2SO_4	5,23	5,46	5,69
4	Mirabilit	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1,09	1,17	1,22
5	Epsomit	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,090	0,094	0,098
6	Poligalit	$\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,45	1,51	1,58
7	Glauberit	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$	4,11	4,30	4,48
8	e.q.	-	7,41	7,04	6,86

Qo'yida keltirilgan 1-rasmda Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzlarini 1- namunasining fizik-kimyoviy (rentgenografik tahlil) tahlili keltirilgan. Laboratoriya keltirilgan ushbu namunani fizik-kimyoviy tahlil qilishda aylanish tezligi 30 ayl./daq bo'lgan aylanishli kamera ishlatilgan. Radiograf tahlillar «The American Mineralogist crystal structure database» va Mixeevning minerallarning determinanti yordamida talqin qilingan. Rengenografik tahlil usulida olingan tahlil natijalari 1 va 2-raslarda keltirilgan bo'lib, ushbu rasmlarda keltirilgan rengenografik tasvirda diffraksiya chiziqli cho'qqilaridan ko'rinib turibdiki, tanlangan Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzi 1-namunasining asosiy tekisliklararo masofalari va boshqa ko'rsatkichlari, mass., % da $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (astraxanit (bludite)) - 22,50; NaCl (galit)-18,20; Na_2SO_4 (tenardit) - 5,23; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (mirabilit) - 24,40; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (epsomit) - 4,60; $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (poligalit) - 9,50 va $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ (glauberit) - 23,60 % larga tegishli ekanligi isbotlandi.

Bundan tashqari ushbu Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzi namunasining tuzilishini aniqlash maqsadida IQ spektrik tahlili qilindi va olingan natijalardan ko'rinadiki, bu kristallarning asosiy qismi $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ va NaCl minerallari ekanligini usbu tahlil usuli ham tasdiqlagan (2-rasm).



1-rasm. Kushkanatog' koni astraxanit qatlamidan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzi birinchi namunasining rengenografik tahlili



2-rasm. Kushkanatog' koni astraxanit qatlamidan olingan tabiiy astraxanit aralash tuzi birinchi namunasining IQ-spektrik tahlili

Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzlari birinchi namunasi "SHIMADZU" qurilmasida IQ - spektrik tahlil qilingan bo'lib, bunda namuna sifatida moddalarni suspendirlash usulida kaliy bromidli tabletkadan foydalanilgan. Dastlabki olingan astraxanit kristallarining IQ spektr sohasi $1062,07 \text{ sm}^{-1}$ ga mos ravishda $3331,07 \text{ sm}^{-1}$ guruhi to'g'ri keladi, $665,44 \text{ sm}^{-1}$ sohasiga esa Na bog'lariga mos ekanligi aniqlangan.

Xulosa. Shunday qilib, Kushkanatog' konida joylashgan astraxanit qatlamining 4, 7 va 10 metr chuquliklaridan tabiiy aralash tuz namunalari tarkibini aniqlash maqsadida laboratoriyaga olib kelindi. Ushbu olib kelingan Kushkanatog' koni tabiiy aralash tuzlari namunalari dastlab kimyoviy va mineralogik tarkiblari kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlillar asosida o'rganilgan bo'lib, olingan natijalar jadval va rasm ko'rinishida maqolada keltirilgan. Ushbu ilmiy tadqiqot ishini bajarishdan maqsad tabiiy aralash tuzlar namunalari mineral va tuzlarni ajratib olishning moslashuvchan texnologiyasini ishlab chiqish maqsadida laboratoriya tahlillari o'tkazilgan.

ADABIYOTLAR

1. Мирзакулов Х.Ч., Жураева Г.Х. "Производство сульфата натрия". -Ташкент, 2014.-224 с. ISBN 978-9943-381-99-5.
2. Rakhmatzhanov U.D., Mirzakulov X. Ch. Polythermal solubility of magnesium sulfate - sodium sulfate -water system/ «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари» халқаро илмий-амалий анжумани материаллари / 20-октябр. Қарши – 2023 у. 151-155 betlar.
3. Рахматжанов О.Д., Арзиковова В., Кучаров В.Х. //Astraxanitni sintez qilish jarayoni tadqiqoti// «Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosidagi innovatsion texnologiyalar» Respublika ilmiy-texnik anjumani materiallar to'plami 2-jild, 19-20-aprel, Urganch, 2021y. С. 382-383 b.
4. U. D. Rakhmatzhanov and Kh. Ch. Mirzakulov. Polythermal Solubility of the $MgSO_4 - Na_2SO_4 - H_2O$ System// Physical methods of investigation // ISSN 0036-0236, Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2023, Vol. 68, No 11, pp.1606-1610.
5. Тожиев Р.Р. Разработка технологии комплексной переработки сырьевых ресурсов озер Караумбет и Барсакельмес на Бишофит, оксид магния и сульфат натрия: Дисс.....док. техн. наук (DSc), ТКТИ и ФПИ., Ташкент, 2020. – 224 с.
6. Bobokulova O.S., Talipova H.S., Mirzakulov Kh.Ch. Research of process of reception of the pure solutions of chlorides of sodium and magnesium from the dry mixed salts of lake Karaumbet // « Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – Austria, Vienna, Januar-February 2017. – № 1. pp. 72-75.
7. Кучаров Б.Х., Коцонова Б.Т., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Физико-химические исследования получения сульфатно-карбонатных солей натрия. // Узбекский химический журнал – Ташкент, 2017. - С. 27-33.
8. Веляшко М.Г. Закономерности формирования месторождений солей. – М.: Изд. МГУ. 1962. – 397 с.
9. Кучаров Б.Х. Разработка безотходной и экологически сбалансированной технологии переработки морских сульфатных отложений Аральского региона. Дисс. ... д.т.н. (DSc), Ташкент, 2019. 200 с.
10. Дзенс-Литовский А.И. Соляной корст смешанных солей. – Л.: Недра. 1966. – 167 с.
11. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. В 3-х т. – Л.: Изд. АН Смешанных солей. 1960. Т.3. – 350 с.
12. Дзенс-Литовский А.И. Кара-Богаз-Гол. – Л.: Недра. 1967. – 95 с.
13. Позин М.Е. Технология минеральных солей. В 2-х т. – Л.: Химия. 1974. Т.1. – 791 с.
14. Лепешков И.Н., Розен Б.Я. Минеральные ресурсы моря. – М.: Наука. 1972. – 120 с.
15. Сидельников Г.С., Нурыядиев М., Пасевьева Л.М., Эсенова Э.И. Получения сульфата натрия из поверхностных рассолов Кара-Богаз-Гола. // Изд-во АН Туркм. ССР. Сер. физ., техн., хим. и геол. наук, 1973. № 2. - С. 71-81.
16. Патент РУз № IAP 04526. Способ переработки природных рассолов, содержащих хлориды и сульфаты натрия и магния / Туробжонов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Халмунинов С.А., Кузнецова Ж.Н., Бардин С.В., Тоджиев Р.Р., Бобокулова О.С., Джураева Г.Х. // Расмий ахборотнома. – 2012. - №7.