НАТРИЙ ГИПОХЛОРИТ, КАЛЬЦИЙ ХЛОРИД ВА СУВ СИСТЕМАСИНИНГ ЭРУВЧАНЛИК ДИАГРАММАСИНИ ЎРГАНИШ

Умиров Ф.Э.
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети.
Номозова Г.Р.
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети.
Равшанова М.М.
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети.

Аннатоция: Ушбу мақолада натрий гипохлорити (NaClO), кальций хлориди ($CaCl_2$) ва сув (H_2O) уч компонентли тизимидаги эриш жараёнлари ўрганилган. Тизимнинг эрувчанлик диаграммаси турли температура ва концентрация шароитларида экспериментал усуллар ёрдамида қурилиб, фазавий мувозанат ҳудудлари, эвтектик нуқталар ва қаттиқ фазаларнинг ҳосил бўлиш қонуниятлари аниқланган. Олинган натижалар тизимнинг термодинамик хусусиятларини тушунтиришга, шунингдек, саноатда хлорли моддаларни ишлаб чиқариш ва сувни тозалаш жараёнларини оптимизация қилишга хизмат қилади. Тадқиқот натижалари диаграмма шаклида тақдим этилиб, амалий қўлланишлари муҳокама қилинган.

Калит сўзлар: натрий гипохлорити, кальций хлориди, сув тизими, эрувчанлик диаграммаси, фазавий мувозанат, эвтектик нуқта, қаттиқ фаза, термодинамика, экспериментал тадқиқот, саноат қўлланиши.

Аннотация: В данной статье исследованы процессы растворения в трёхкомпонентной системе гипохлорита натрия (NaClO), хлорида кальция ($CaCl_2$) и воды (H_2O). Экспериментальными методами построена диаграмма растворимости системы при различных температурах и концентрациях, определены области фазовых равновесий, точки эвтектики и закономерности образования твёрдых фаз. Полученные результаты служат для объяснения термодинамических свойств системы, а также для оптимизации процессов получения хлорсодержащих веществ и очистки воды в промышленности. Результаты исследования представлены в виде диаграммы и обсуждаются вопросы их практического применения.

Ключевые слова: гипохлорит натрия, хлорид кальция, водная система, диаграмма растворимости, фазовое равновесие, эвтектическая точка, твердая фаза, термодинамика, экспериментальные исследования, промышленное применение.

Abstract: This article studies the dissolution processes in the three-component system of sodium hypochlorite (NaClO), calcium chloride ($CaCl_2$) and water (H_2O). The solubility diagram of the system was constructed using experimental methods at different temperatures and concentrations, and the phase equilibrium

regions, eutectic points and the regularities of the formation of solid phases were determined. The results obtained serve to explain the thermodynamic properties of the system, as well as to optimize the production of chlorine-containing substances and water purification processes in industry. The results of the study are presented in the form of a diagram, and their practical applications are discussed.

Key words: sodium hypochlorite, calcium chloride, water system, solubility diagram, phase equilibrium, eutectic point, solid phase, thermodynamics, experimental research, industrial application.

Кириш

Дунёда қишлоқ хўжалиги экинларини етиштириш ва улардан юқори ҳосил олиш учун турли хил кимёвий моддалардан фойдаланилади. Айниқса пахтани етиштиришда, юқори самарали, экологияга зарарсиз ва тан нархи арзон дефолиантларни синтез қилиш, энг долзарб масалалардан биридир. Бунинг учун махаллий хомашёлар ва кимё саноати чиқиндилари асосида дефолиантлар олиш ва уларнинг технологияларини ишлаб чиқишга, ҳамда фойдаланишга алоҳида эътибор беришни талаб қилади. Ғўза ўсимлигидан юқори сифатли ва қисқа муддатда ҳосилни йиғиб олишда дефолиантлардан фойдаланиб, пахта баргини суньий тўкиш муҳим аҳамият касб этади [1,2]. Шунинг учун бу муаммонинг устувор ечими сифатида “Навоийазот” АЖ каустик сода цехининг иккиламчи махсулоти натрий гипохлорити ва кальций хлориди асосида кальций гипохлорити ва хлоратини олиш тадқиқотлар амалга ошириш орқали иккиламчи махсулотлар қайта ишланади ва янги махсулотлар олинишига эришилади.

Бизга маьлумки «Навоийазот» АЖ каустик сода цехининг ўювчи натрийни олиш жараёнида таркибида 50-60 % хлор, 30-35 % натрий гипохлорит ҳосил бўлиши ва бир қисм хлор хлорид кислотага айлантирилиши ҳисобидан иккиламчи махсулотлар ҳосил бўлмоқда. Қолган хлорнинг бир қисми кальций хлоридига айлантирилиши ва унинг ишлатилмасдан корхонада қолиб кетишининг олдини олиш мақсадида, мавжуд иккиламчи махсулотлар натрий гипохлорити ва кальций хлоридини ўзаро таьсирлашиш бўйича илмий тадқиқотларни амалга ошириш бўйича бажарилган ишлар келтирилган[3,4]. Бунинг учун дастлаб натрий гипохлорити ва кальций хлориди таркиби, хоссалари ўрганилди. Олинган натижалар ушбу иккиламчи махсулотлардан янги гипохлорит ва хлоратини олиш имконини кўрсатди [5, 6].

Бу мақолада $NaClO – CaCl_2 – H_2O$ уч компонентли системани ўрганиш бўйича олинган натижалар баён этилган. Дастлаб икки компонентли системалар – $NaClO – H_2O$ ва $CaCl_2 – H_2O$ тизимлари ўрганилди. Ушбу икки компонентли системалар ҳамда саккизта ички кесимлар ёрдамида –55,6 °C дан +60,8 °C оралиғида визуал-политермик

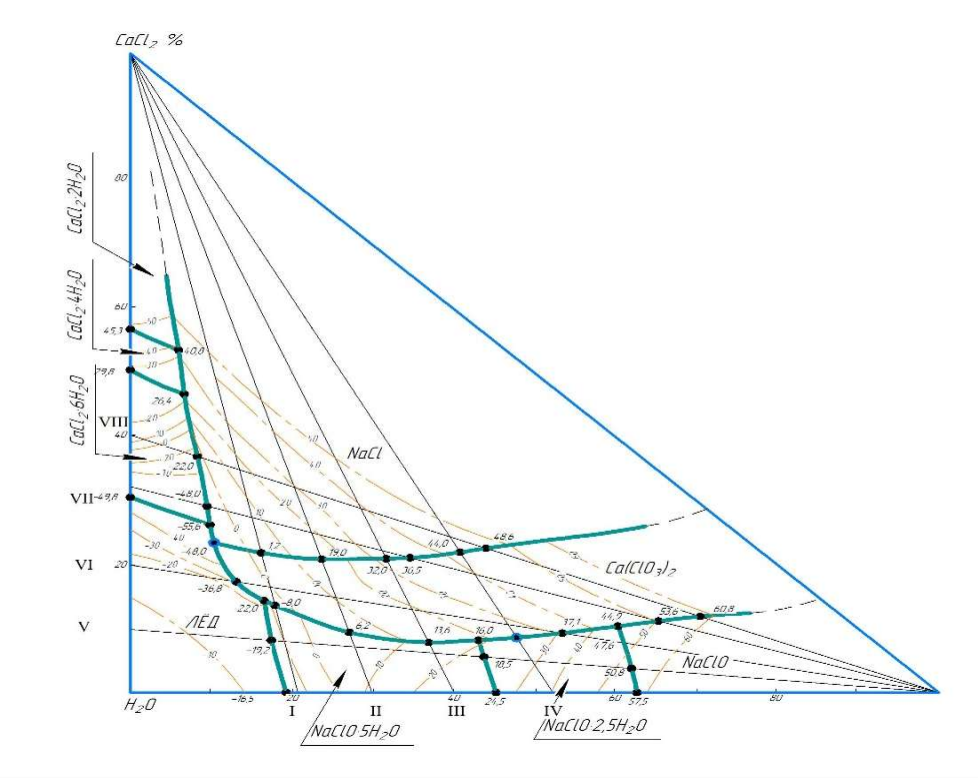
ISSN 3030-3907

усул орқали тадқиқот ўтказилди. Бинар тизимлар ва ички кесимлар маълумотлари асосида тизимнинг эрувчанлик диаграммаси тузилди. Унда кальций хлоридининг 6, 4 ва 2 молекула сувли кристалл гидратлари, натрий гипохлоритининг 5; 2,5 молекула сувли ҳамда сувсиз кристалл гидратлари, ушбу система учун янги бирикма – кальций хлорати, натрий хлориди ҳамда муз кристалланишининг чегаравий майдонлари белгиланган.[7,8] (1-расм). Бирикмалар кристалл ҳолатда ажратиб олиниб, кимёвий ва физик-кимёвий усуллар асосида идентификация қилинди. Натижада системада янги бирикма $Ca(ClO_3)_2$ ҳосил бўлиши аниқланди. Рентгенофазали таҳлил янги бирикманинг таркиби ўзига хос текисликлар оралиқлари қийматларига эга эканлигини ва янги модданинг индивидуаллигини тасдиқлади. Бунда қуйидаги кимёвий реакциялар боришини кўрсатди:

$$CaCl_2+2NaClO= Ca(ClO)_2+2NaCl \quad (1)$$

Унда кальций гипохлорити ҳосил бўлиши ва ҳосил бўлган махсулотни фильтрлаб, эритмасини 75-80^{0}C 40-50 дақиқа қиздириш йўли билан кальций хлорат олинди.

$$3Ca(ClO)_2 \rightarrow Ca(ClO_3)_2+CaCl_2 \quad (2)$$



1.расм NaClO -$CaCl_2$ - H_2O системасининг эрувчанлик диаграммаси

ISSN 3030-3907

Жадвал 1

$NaClO – CaCl_2 - H_2O$ системасининг иккиламчи ва учламчи кристалланиш нуқталари

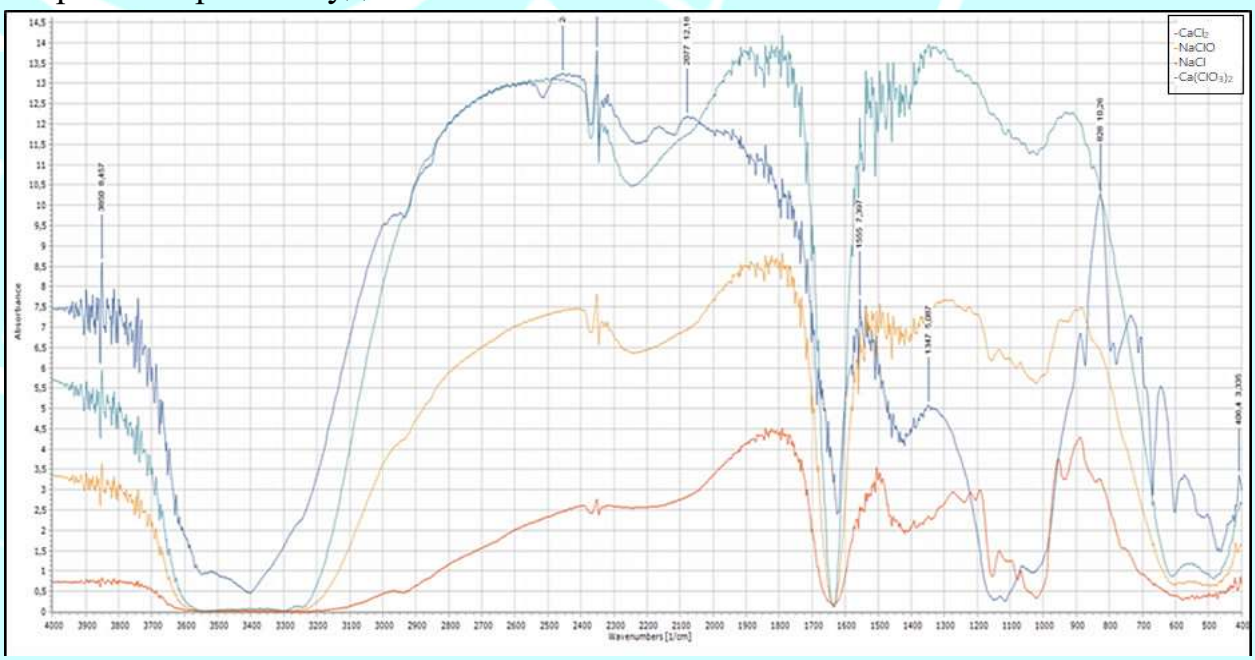
№	Суюқ фазанинг таркиби,%			Кристаллан ишҳарорати, °C	Қаттиқ фаза
	$NaClO$	$CaCl_2$	H_2O		
1.	19,2	-	80,8	-16,5	Лёд+ $NaClO·5H_2O$
2.	17,8	8,2	74,0	-19,2	Лёд+ $NaClO·5H_2O$
3.	17,2	14,8	68,0	-22,0	Лёд+ $NaClO·5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
4.	13,8	18,8	67,4	-8,0	$NaClO·5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
5.	9,3	27,5	63,2	6,2	$NaClO·5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
6.	7,8	36,8	55,4	13,6	$NaClO·5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
7.	8,2	43,7	48,1	16,0	$NaClO·5H_2O+$ $NaClO·2,5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
8.	4,0	44,00	52,0	18,5	$NaClO·5H_2O+$ $NaClO·2,5H_2O$
9.	-	45,5	54,5	24,5	$NaClO·5H_2O+$ $NaClO·2,5H_2O$
10.	8,3	47,4	44,3	22,8	$NaClO·2,5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
11.	9,7	57,2	33,1	37,1	$NaClO·2,5H_2O+Ca(ClO_3)_2$
12.	12,0	60,0	28,0	44,9	$NaClO·2,5H_2O+$ $NaClO+Ca(ClO_3)_2$
13.	8,0	60,9	31,1	47,6	$NaClO·2,5H_2O+$ $NaClO$
14.	3,9	61,5	34,6	50,8	$NaClO·2,5H_2O+$ $NaClO$
15.	-	62,3	37,7	57,5	$NaClO·2,5H_2O+$ $NaClO$
16.	10,5	66,7	22,8	53,6	$NaClO+Ca(ClO_3)_2$
17.	11,3	72,4	16,3	60,8	$NaClO+Ca(ClO_3)_2$
18.	17,3	15,1	67,6	-36,8	Лёд+$Ca(ClO_3)_2$
19.	23,5	11,9	64,6	-48,0	Лёд+$NaCl+Ca(ClO_3)_2$
20.	22,8	16,3	60,9	1,2	$NaCl+Ca(ClO_3)_2$
21.	20,7	23,8	55,5	19,0	$NaCl+Ca(ClO_3)_2$
22.	20,8	28,7	50,5	32,0	$NaCl+Ca(ClO_3)_2$
23.	21,1	34,5	44,4	36,5	$NaCl+Ca(ClO_3)_2$

Синтез қилинган кальций хлорати, натрий хлориди, шунингдек, дастлабки моддалар – кальций хлориди ва натрий гипохлоритининг

ISSN 3030-3907

инфрақизил (ИҚ) спектри олиниб, ўрганилди (2-расм). Спектрал таҳлил натижалари бирикмаларнинг молекулавий тузилиши ва кимёвий боғланишларини тасдиқлаб, системада янги бирикма – кальций хлоратининг ҳосил бўлишини исботлади. Умуман олганда, ўтказилган тадқиқотлар NaClO – $CaCl_2$ – H_2O тизимидаги эрувчанлик жараёнларини тушунтиришга ва саноат амалиётида хлорли моддаларни ишлаб чиқаришни яхшилашга хизмат қилади. [9]

Кальций хлориднинг ИҚ спектрларида ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) кристалл сувларининг -O-H гуруҳларига кирувчи 3000-3600 $см^{-1}$ минтақада ютилиш зоналари кузатилади. Спектрлардаги юмшоқ чизиқлар шуни курсатадики, 3200-2800 $см^{-1}$ минтақада ютилиш чизиқлари одатда хлоридларнинг симметрик чузилиши ва эгилиш тебранишлари билан боғ‘лиқ, биз аниқлаган ҳолатда $CaCl_2$, H-O-H гуруҳининг (2а-расм). 1600-1660 $см^{-1}$ да эгилиш тебранишлари мавжуд.



2-расм. Кальций хлорид $CaCl_2$(а), натрий гипохлорит NaClO(б), натрий хлорид NaCl(в) ва кальций хлорати $CaClO_3)_2$ (г) ларнинг ИК-спектрлари.

3600-3000 $см^{-1}$ минтақадаги натрий гипохлорит спектрларида кристалланиш сувларига тегишли бўлган юмшоқ чизиқлар кузатилади. Худди шу гуруҳнинг эгилиш тебранишлари 1633 $см^{-1}$ минтақасида пайдо булади. 1400 $см^{-1}$ натрий хлориднинг антисимметрик чузиш тебранишлари билан боғ‘лиқ булиши мумкин. Спектр шунингдек, 935-950 $см^{-1}$ да интенсив диапазонга эга, бунга $[ClO_4]$-ионларининг симметрик чузиш тебранишлари киради, унинг эгилиш тебранишлари 489 $см^{-1}$, 681 $см^{-1}$ антисимметрик эгилиш тебранишларидир . NaClO учун характерли чизиқлар $[ClO]^-$ ионларининг 3630 $см^{-1}$ симметрик чўзиш тебранишлари ҳудудида ва унинг

ISSN 3030-3907

антисимметрик чўзиш тебранишлари 671-700 $см^{-1}$ да кузатилади. Шундай қилиб, ИҚ-спектроскопик тадқиқот ма‘лумотларига асосланиб, $[ClO]^-$.ион ташқи омиллар та‘сирида $[ClO_4]^-$ ва Cl^- (NaCl) ионларига ўтади, деган хулосага келиш мумкин.[10]

Хлорат $[ClO_3]^-$ ионлари учун ИҚ спектрларида кристалланиш суви билан боғлиқ ютилиш зоналари кузатилади. 3200-3500 $см^{-1}$ минтақада бу ИҚ спектрида, шунингдек, Роман спектрида симметрик чўзилган тебраниш ($CaCl_2$) га тегишли чизиқлар киради. H_2O молекулаларининг деформатсия тебранишлари 1631 $см^{-1}$ да пайдо бўлади, 1400-1384 $см^{-1}$ да заиф интенсив чизиқлар NaCl га тегишли ҳисобланади. 1003 $см^{-1}$ да жадал чизиқлар $[ClO_3]^-$ ионларига ҳам тегишли бўлиши мумкин, 972 $см^{-1}$ ва 941 $см^{-1}$ да $Ca(ClO_3)_2$ учун характерлидир. 621 $см^{-1}$ минтақадаги ютилиш бантлари магний хлоратнинг антисимметрик чўзувчи тебранишига тегишли (2-расм). Шундай қилиб, ИҚ спектрлари асосида олинган натижалар $Ca(ClO_3)_2$ ҳосил бўлиши жараёнида $Ca(ClO)_2$ қисман ҳосил бўлади деб тахмин қилиш мумкин.

Олинган кальций хлоратининг таркиби кимёвий ва физик-кимёвий усуллар ёрдамида таҳлил қилинган натижаларда ClO_3^- иони перманганометрик усул орқали, Ca^{2+} иони эса атом-абсорбсион фотометрия ва комплексометрик усуллар билан аниқланди. [11]

Натижалар шуни кўрсатадики, системада ҳосил бўлаган эритма ($Ca(ClO_3)_2$) нинг таркиби кимёвий, физик-кимёвий усулларда ёрдами анализ қилинди. Таркибидаги ClO_3^- иони мавжудлиги перманганометрик усул ёрдамида, Ca^{2+} атом абсорцион фотометрияси ва коплексометрик усуллар ёрдамида таҳлил қилинди ва қуйидаги натижалар олинди.[12]

Олинган назарий кальций хлоратнинг таркиби масс.%:

Ca^{2+}	ClO_3	H_2O
18,32	78,68	3,0

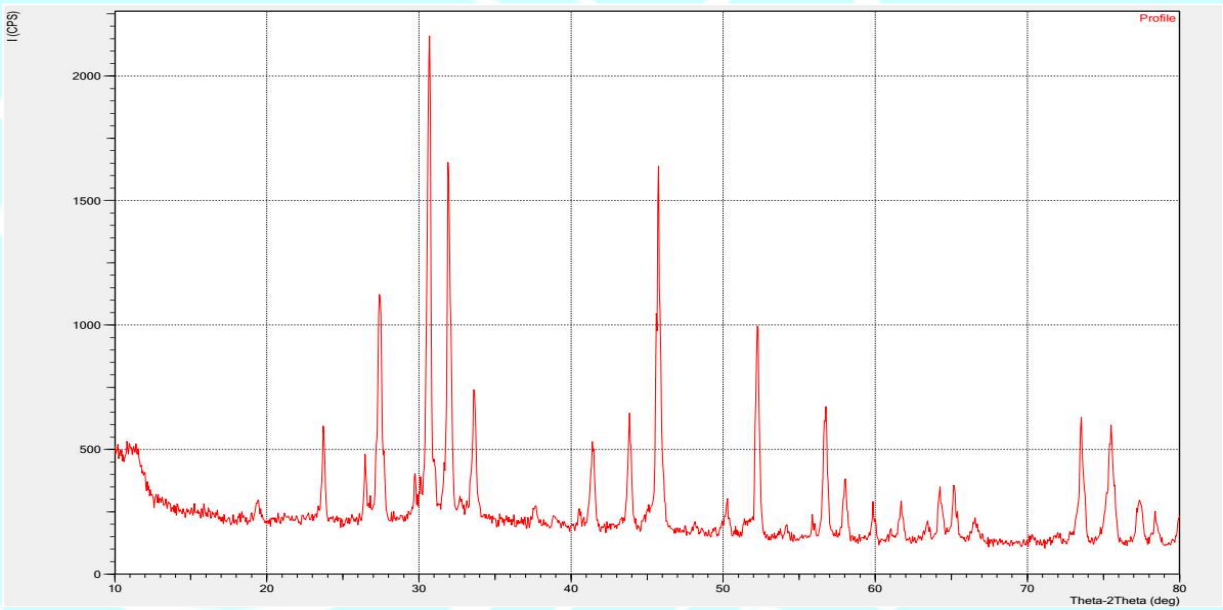
Амалий олинган кальций гипохлорит таркиби масс.%:

Ca^{2+}	ClO_3	H_2O
17,98	77,52	4,5

мавжудлиги аниқланди.

Амалий экспериментларда олинган натижалар ҳам худди шу қийматларга тўғри келди, бу эса синтез қилинган бирикманинг назарий таркибга мослигини тасдиқлайди. Системада кальций хлорат ҳосил бўлишини аниқлаш учун ренгенограммаси олинди [13,14](3-расм).

ISSN 3030-3907



3-расм. $Ca(ClO_3)_2$ нинг Рентгенограммаси

Ушбу 3-расм $Ca(ClO_3)_2$ нинг рентгенограммаси мос келишини кўрсатади. Бу ердаги натрий хлорид, кальций хлорид ва сув камроқ миқдорда учрайди.

Хулоса: “Навоийазот” АЖ каустик сода цехининг иккиламчи махсулоти натрий гипохлорити ва кальций хлориди асосида кальций хлорати олиш учун $NaClO – CaCl_2 – H_2O$ уч компонентли системани ўрганиш орқали амалга оширилган. Олинган натижалар эритмада кальций хлорати ҳосил бўлиши ва унинг таркиби кимёвий, физик-кимёвий усулларда ёрдами аниқланди. Ҳосил қилинган кальций хлоратидан кейинги боскичда қишлоқ хўжалиги яъний пахтачилик учун кальций хлорат дефолианти сифатида фойдаланишга тавсия этилди ва ишлаб чиқариш учун технологик тадқиқотлар амалга оширишни йўлга қўйиш имкони вужудга келади. Ушбу илмий тадқиқотлар асосида “Навоийазот” АЖ каустик сода цехининг иккиламчи махсулотлар қайта ишланади ва янги махсулотлар олинишига эришилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ажиметова Г.Н. Мировой опыт и обзор развития хлопководства в Казахстане // Журнал «Современные проблемы науки и образования». 2017.- №1-С.53-58.
2. Умиров Ф.Э. Получение дефолианта на основе хлоратов и органических соединений. // Монография. Бухара изд. «Дурдона». 2019г. С.139
3. Тешаев Ш. Дефолиация ва тола хусусиятлари //Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали. - 2006. -№ 1. 14 – 15-бет.
4. Умиров Ф.Э., Закиров Б.С., Номозова Research of Process of Obtainig Chlorate Magneseim Defoliant Containing Surface-Active Substances International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and

ISSN 3030-3907

Technology Voi. Issus 4, April 2019 Copyright to IJARSET www.ijarset.com 9011-9015

5. Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Шодикулов Ж.М. Физико-химические свойства и агрохимическая эффективность новых дефолиантов на основе хлоратов натрия, магния и кальция, содержащих ПАВ. Universum: Химия и Биология. Москва -2021. №1 1(79), с 90-95

6. Umirov F.E, Namazova G.R ,Majidov H Investigation of the production of surfactants containing sodium chlorate based on sodium hypochlorite Journal of Critical Reviews http://www.jcreview.com/index.php JCR. 2020; 7(10): 2577-2581.

7. Гипохлорит натрия - www.soda.perm.ru/product 09.shtml. ООО «Сода-хлорат».

8. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. и др.. - М.: Советская энциклопедия, 1992. — Т. 3. — 639 с.

9. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М. Научно-технологические принципы комплексного исползования серпентинита Карманинского месторождения // Обогащение руд Россия – Санкт-Петербург, 2022. – №1(397) – С. 41-46. ISSN 0202-3776. DOI: 10.17580/or.2022.01.07.

10. Умиров Ф.Э., Шодикулов Ж.М., Умиров У.Ф. Исследование процессов получения хлорат-магниевого дефолианта на основе серпентенита Арветенского месторождения: «Путь науки» (№ 10 (80), 2020 С.-19-22.

11. Умиров Ф.Э., Аслонов А.Б.,Шодикулов Ж.М.,Шарипов С.Ш Вещественный состав талькомагнезитовых пород Зинельбулакского месторождения Узбекистана // Обогащение руд Россия – №4(406). 2023у 25-31DOI: 10.17580/or.2023.04.05

12. Stu dy of solvability of the quanternary system Of NaClO -MgCl2-H2O // Nat. Volatiles & Essent. Oils Turkey – Anadolu, 2021. – Vol. 8, Issue 4. – P. 4743-4752. (Online ISSN: 2148-9637).

13. Umirov F.E., Nomozova G.R., Shodiqulov J.M.Solubility Diagram of the Sodium Hypochlorite–Sodium Chloride–Water System ISSN 0036-0236, Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2022, Vol. 67, No. 4, pp. 514–518. © Pleiades Publishing, Ltd., 2022. Russian Text © The Author(s), 2022, published in Zhurnal Neorganicheskoi Khimii, 2022, Vol. 67, No. 4, pp. 502–507.

14. Umirov F.E., Nomozova G.R., Khudoiberdiev F.I., Khamidova G.O. Determination of calcium hypochlorite based on soyry hypocholorite and calcium chloride. // Science and Education in Karakalpakstan. 2022 №1/1 ISSN 2181-9203.