O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI XABARLARI, 2026, [2]
ISSN 2181-7324

KIMYO
http://journals.nuu.uz
Natural sciences
ISSN 3093-8996

UDK: 541.123:661.44:661.162.62

Qahramon TO‘RAYEV,
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail: q.turayev@kstu.uz, ORCID: 0009-0009-9299-5618
Ruzimurod JO‘RAYEV,
PhD, dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
Navruzbek QAXXOROV,
Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
Ahat TOGASHAROV,
Texnika fanlari doktori (DsC), professor, O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti, Toshkent, O‘zbekiston

Dotsent, PhD A.Choriyev taqrizi asosida

MONOXLORSIRKA VA TRIETANOLAMIN ISHTIROKIDAGI SUVLI TIZIMLARDA ERUVCHANLIK MUVOZANATINI O‘RGANISH

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda monoxlorsirka kislotasi–trietanolamin - suv uch komponentli tizimining eruvchanlik xossalari - 46°C dan +13°C gacha politermik usulda o‘rganildi. Olingan natijalar asosida to‘liq eruvchanlik diagrammasi tuzilib, muz, monoxlorsirka kislotasi, uning monogidrati ($ClCH_2COOH \cdot H_2O$), trietanolamin hamda yangi aniqlangan $ClCH_2COOH \cdot H_2O \cdot N(C_2H_4OH)_3$ kompleks birikmasining mustaqil kristallanish sohalari belgilandi. Kompleksning tarkibi kimyoviy tahlillar bilan tasdiqlanib, stexiometriyasi aniqlandi. Natijalar yangi biologik faol birikmalar yaratish, reaksion muhitni optimallashtirish va texnologik jarayonlarni loyihalash uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: politermik eruvchanlik, uch komponentli sistema, monoxlorsirka kislotasi, trietanolamin, fiziologik faol moddalar, gerbisid.

STUDY OF SOLUBILITY EQUILIBRIUM IN AQUEOUS SYSTEMS CONTAINING MONOCHLOROACETIC ACID AND TRIETHANOLAMINE

Annotation

In this study, the solubility properties of the ternary system monochloroacetic acid–triethanolamine–water were investigated within the temperature range of −46°C to +13°C using the polythermal method. Based on the obtained results, a complete solubility diagram was constructed, and independent crystallization regions were identified for ice, monochloroacetic acid, its monohydrate ($ClCH_2COOH \cdot H_2O$), triethanolamine, and a newly discovered complex compound $ClCH_2COOH \cdot H_2O \cdot N(C_2H_4OH)_3$. The composition of the complex was confirmed by chemical analysis, and its stoichiometry was established. The results are of significant scientific and practical importance for the development of new biologically active compounds, as well as for optimizing reaction media and designing technological processes.

Key words: Polythermal solubility, ternary system, monochloroacetic acid, triethanolamine, physiologically active compounds, herbicide.

ИЗУЧЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ С УЧАСТИЕМ МОНОХЛОРУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ТРИЭТАНОЛАМИНА

Аннотация

В данной работе растворимость трёхкомпонентной системы монохлоруксусная кислота–триэтаноламин–вода исследована в интервале температур от −46°C до +13°C с использованием политермического метода. На основе полученных результатов построена полная диаграмма растворимости, в которой выделены самостоятельные области кристаллизации льда, монохлоруксусной кислоты, её моногидрата ($ClCH_2COOH \cdot H_2O$), триэтаноламина, а также нового комплексного соединения $ClCH_2COOH \cdot H_2O \cdot N(C_2H_4OH)_3$. Состав комплекса подтверждён методами химического анализа, а его стехиометрия установлена. Полученные результаты имеют важное научное и практическое значение для создания новых биологически активных соединений, а также для оптимизации параметров реакционной среды и проектирования технологических процессов.

Ключевые слова: Политермическая растворимость, трёхкомпонентная система, монохлоруксусная кислота, триэтаноламин, физиологически активные вещества, гербицид.

Kirish. Qishloq xo‘jaligi ekinlarining pishishi, hosildorligi va mahsulot sifati oshishida fiziologik faol moddalar muhim rol o‘ynaydi. Ular o‘simliklarda biokimyoviy va fermentativ jarayonlarni faollashtirib, moddalar almashinuvini tezlashtiradi hamda o‘sish va rivojlanishni rag‘batlantiradi [1–2]. Shu sababli bunday moddalardan defoliantlar tarkibida qo‘shimcha komponent sifatida foydalanish yuqori agrotexnik samara beradi. Yuqori va sifatli hosil olishda kimyoviy tabiatli fiziologik faol moddalardan ilmiy asosda va oqilona foydalanish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, kam zaharli, ekologik xavfsiz va yuqori samarali defoliantlar yaratish dolzarb vazifa hisoblanadi. Bunday preparatlar yordamida o‘simlik barglarini sun’iy to‘kish yoki quritish oziq moddalarning mevaga qayta taqsimlanishini tezlashtirib, mevalarning pishishini jadallashtiradi, hosildorlikni oshiradi va yig‘im-terim jarayonida texnikadan samarali foydalanishga imkon yaratadi [3, 4].

Ma’lumki, aminospirtlar, karboksil kislotalar, etanolaminlar va ularning hosilalari yuqori fiziologik faollikka ega. Ayniqsa, etanolaminlar yuqori reaksion qobiliyati tufayli turli kislotalar bilan barqaror tuz va komplekslar hosil qilib, o‘simliklarda oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini faollashtiradi, oqsil almashinuviga ta’sir ko‘rsatadi va fermentativ tizimlar faolligini oshiradi [5–7]. Avvalgi tadqiqotlarda mualliflar tomonidan etanolaminlarning fosfatkarbamidli [8], sirka [9–10], limon [11], olma [12], nitrat [13] va sulfat [14] kislotali birikmalari o‘rganilib, ularning fiziologik faol xususiyatlarga egaligi ko‘rsatilgan.

Biroq monoxlorsirka kislotasi–trietanolamin–suv uch komponentli tizimining, ayniqsa eruvchanlik xossalari ilgari o‘rganilmagan. Ushbu tizimni keng harorat va konsentratsiya oralig‘ida tadqiq etish ishning ilmiy yangiligini belgilab, yangi fiziologik faol birikmalar sintezi uchun nazariy asos yaratadi.

Eksperimmental qism. Tadqiqot ob’ekti sifatida monoxlorsirka kislotasi ($ClCH_2COOH$) va trietanolamin ($N(C_2H_4OH)_3$) tanlandi. Sintezda trietanolamin vakuumda distillyatsiya orqali tozalanib qo‘llanildi, bu esa namlik va uchuvchan aralashmalarni yo‘qotib, natijalar ishonchliligini oshirdi [15].

Monoxlorsirka kislotasi–trietanolamin–suv uch komponentli tizimining eruvchanligi vizual politermik usulda keng harorat va konsentratsiya oralig‘ida o‘rganildi. Harorat TN-6 (–30…+60 °C) va TL-15 (–100…+20 °C) termometrlari yordamida nazorat qilinib, fazaviy muvozanat aniq belgilandi. Hosil bo‘lgan birikmadagi azot miqdori spektrofotometrik usulda (GOST 20851), uglerod va vodorod esa Zeiss EVO MA10 analizatori yordamida elementar tahlil orqali aniqlandi. [16, 17]. Yangi hosil qilingan moddaning stexiometrik tarkibi kimyoviy tahlil natijalari asosida aniqlanib, uning molekulyar tarkibi tasdiqlandi. Olingan natijalar tadqiq etilayotgan tizimda yangi kompleks birikma hosil bo‘lishini ko‘rsatdi.

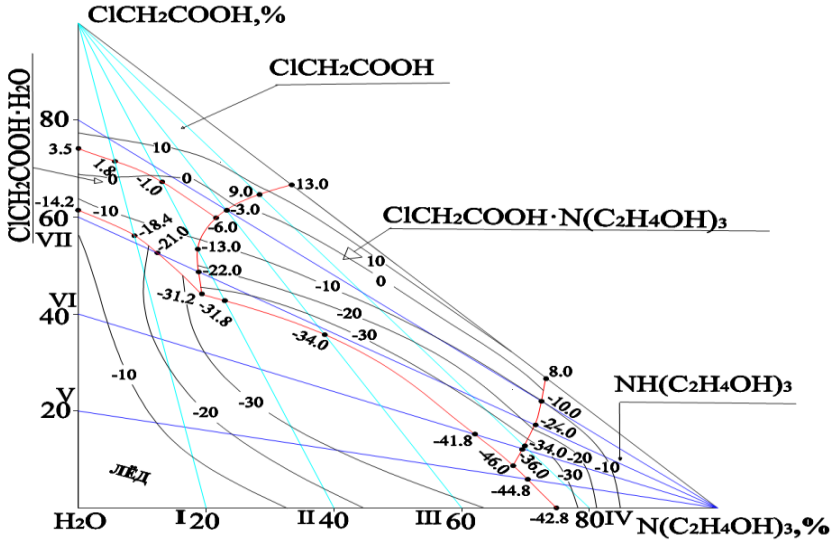
Natijalar va muhokama. $ClCH_2COOH$ – $N(C_2H_4OH)_3$ – H_2O tizimi keng harorat va konsentratsiya oralig‘ida o‘rganildi, olingan natijalar ikkilik sistemalar bo‘yicha adabiyot ma’lumotlari bilan mos keldi. $ClCH_2COOH$ – H_2O tizimi murakkab fazaviy tabiatga ega bo‘lib, qattiq fazada uchta mustaqil kristallanish sohasi aniqlandi. Kriogidrat nuqtalari muz bilan 14,2 °C da 61,3% $ClCH_2COOH·H_2O$ va 39,9% suvga, hamda 3,5 °C da 76,0% $ClCH_2COOH$ va 24,0% suvga to‘g‘ri keladi.

$ClCH_2COOH$ – $N(C_2H_4OH)_3$ – H_2O uch komponentli tizimining fazaviy xossalari –46 °C dan 13.0 °C gacha bo‘lgan temperaturada keng konsentratsiya oralig‘ida o‘rganildi. Natijada komponentlarning o‘zaro eruvchanlik chegaralari aniqlanib, sakkizta izotermik kesim asosida uchburchak koordinatalarda eruvchanlik diagrammasi qurildi. Diagramma tizimdagi o‘zaro ta’sir mexanizmi, fazalar chegaralari va temperaturaga bog‘liq fazaviy o‘tish qonuniyatlarini aniqlash imkonini berdi hamda amaliy jarayonlarni optimallashtirish uchun muhim ilmiy asos yaratdi.

Ichki chiziqlar (I–IV) trietanolamin va suv tomondan monoxlorsirka kislotasi tomon, V–VII chiziqlar esa aksincha yo‘nalganligi aniqlanib, bu holat fazalar chegaralarining proeksiyada ham aniq aks etishini va komponentlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlarni vizual baholash imkonini beradi. Politermik eruvchanlik diagrammasida muz, monoxlorsirka kislota–suv, monoxlorsirka kislota, monoxlorsirka trietanolammoniy va trietanolaminning mustaqil kristallanish sohalari ajratilib, tizimda ma’lum temperaturada qo‘shma kristallanish hodisalari, ya’ni murakkab fazaviy muvozanat mavjudligi aniqlandi. Monoxlorsirka kislotaning gidrati ($ClCH_2COOH·H_2O$) muz bilan –21,0 °C dan –14,2 °C gacha bo‘lgan oraliqda birgalikda kristallanib, bu temperaturada ular o‘rtasida barqaror qo‘sh kristall qattiq faza hosil bo‘lishini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, monoxlorsirka kislota va trietanolamin o‘rtasida hosil bo‘lgan monoxlorsirka·trietanolammoniy tuzi muz bilan −31,8 °C dan −41,8 °C gacha birgalikda kristallanishi aniqlanib, bu kuchli ion-dipol va vodorod bog‘lari hamda past temperaturada barqaror qattiq fazalar hosil bo‘lishini tasdiqlaydi. Shuningdek, trietanolaminning muz bilan −44,8 °C dan −42,8 °C gacha qo‘shma kristallanishi va yangi kompleksning −36,0 °C dan 8,0 °C gacha barqarorligi tizimda murakkab fazaviy muvozanat mavjudligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, monoxlorsirka kislota suv bilan −13,0 °C da hamda −3,0 °C dan 13,0 °C gacha bo‘lgan oraliqda qo‘shma kristallanishi aniqlanib, keng temperatura diapazonida turli qattiq fazalar hosil bo‘lishi isbotlandi.

Olingan natijalar xlorsirka kislotasining suv bilan barqaror gidrat hosil qilishini va past haroratlarda sistema geterogen muvozanatga o‘tishini ko‘rsatdi. Uch komponentli tizimda kislotalik-asoslik o‘zaro ta’siri natijasida ammoniy tipidagi tuz hosil bo‘lib, bu eruvchanlik va kristallanish chegaralariga ta’sir qiladi. Fazaviy diagramma tahlili va aniqlangan kriogidrat hamda evtektik nuqtalar optimal harorat va konsentratsiya sharoitlarini belgilash, texnologik rejimni tanlash va jarayon samaradorligini oshirish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.



Rasm-1. Monoxlor-sirka - trietanolamin - suv eruvchanlik sistemasining politermik diagrammasi

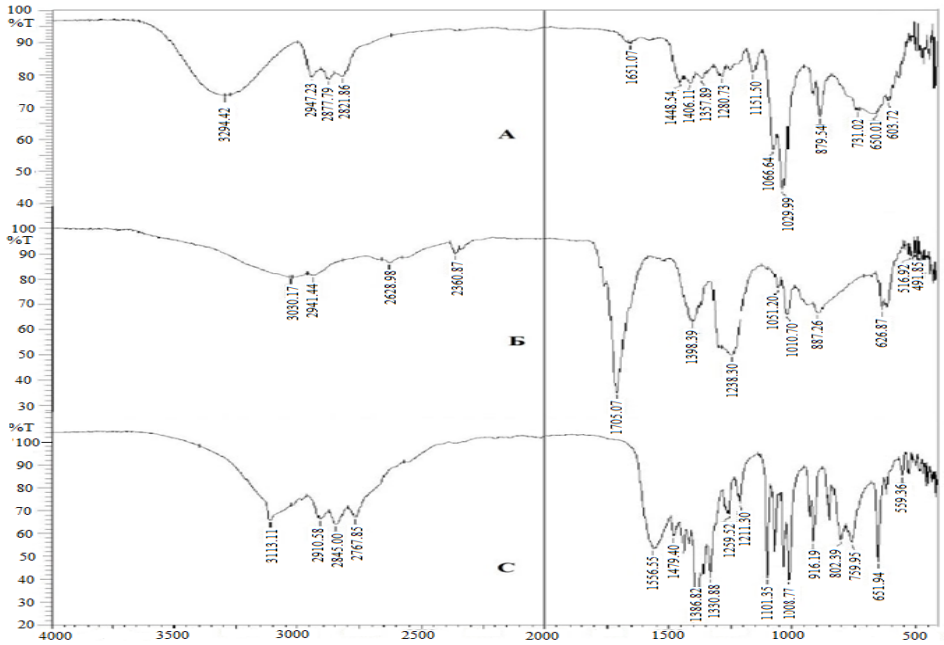
Aniqlangan fazaviy maydonlar uchta uchlamchi nuqtada kesishadi: −46,0 °C da 8,8% monoxlorsirka kislota, 67,8% trietanolamin va 23,4% suv; hamda −6,0 °C da 59,8% monoxlorsirka kislota, 23,2% trietanolamin va 17,0% suv tarkibiga mos keladi (1-jadval).

1-jadval

Monoxlor-sirka-trietanolamin-suv sistemasidagi ikkilamchi va uchlamchi nuqtalarning tasnifi.

Suyuq fazasi tarkibi, %			Kris. tem.si., °C	Qattiq faza
$ClCH_2COOH$	$N(C_2H_4OH)_3$	H_2O		
61.4	-	38.6	-14.2	Muz+ $ClCH_2COOH{\cdot}H_2O$
55.0	8.8	36.2	-18.4	-//-
52.6	12.0	35.4	-21.0	-//-
43.8	19.2	37.0	-31.2	Muz+ $ClCH_2COOH{\cdot}H_2O$ + $ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$
48.8	18.2	33.0	-22.0	$ClCH_2COOH{\cdot}H_2O$ + $ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$
52.8	19.0	28.2	-13.0	-//-
59.8	23.2	17.0	-6.0	$ClCH_2COOH$ + $ClCH_2COOH{\cdot}H_2O$ + $ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$
60.2	24.0	15.8	-3.0	$ClCH_2COOH$ + $ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$
64.8	28.6	6.6	9.0	-//-
66.2	33.8	0	13.0	-//-
68.8	12.6	18.2	-1.0	$ClCH_2COOH$ + $ClCH_2COOH{\cdot}H_2O$
72.8	5.6	21.6	1.8	-//-
76.0	-	24.0	3.5	Muz+ $ClCH_2COOH$
43.2	22.8	34.0	-31.8	Muz+ $ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$
36.2	38.2	25.2	-34.0	-//-
14.8	62.2	23.0	-41.8	-//-
8.8	67.8	23.4	-46.0	Muz+ $ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$+ $N(C_2H_4OH)_3$
-	65.0	35.0	-42.8	Muz+ $N(C_2H_4OH)_3$
11.8	69.2	19.0	-36	$ClCH_2COOH \cdot N(C_2H_4OH)_3$+ $N(C_2H_4OH)_3$
12.6	69.8	17.6	-34.0	-//-
16.8	71.4	11.8	-24.0	-//-
21.4	72.4	6.2	-10	-//-
26.6	73.0	0.4	8.0	-//-

Sintez qilingan birikmaning kimyoviy tahlili natijasida N – 5.75%, C – 39.4%, H – 7.45%, O – 32.8% va Cl – 32.8% miqdorlari aniqlanib, uning elementar tarkibi belgilandi. $ClCH_2COOH{\cdot}N(C_2H_4OH)_3$ formulasi uchun tajribada olingan natijalarga mos ravishda N = 5.55%, C = 38.4%, H = 7.15%, O = 31.6% va Cl = 31.5% ekanligini ko‘rsatdi. Tajribada va nazariy qiymatlar o‘rtasidagi farqlar 0.2–1% dan oshmaydi, bu esa analitik xatolar bilan izohlanadi va sintez qilingan birikmaning $ClCH_2COOH{\cdot}N(C_2H_4OH)_3$ tuzilishini tasdiqlaydi.



Rasm. 2. IK- spektri: A - trietanolamin, B - monoxlor-sirka kislota,
C- monoxlor-sirka trietanolamin

Hosil bo‘lgan $CH_2ClCOOH{\cdot}N(C_2H_4OH)_3$ birikmasining IQ spektrida NH_2 guruhiga xos yutilish sohalari kuzatilmaydi, buning o‘rniga 3240 va 3110 sm^{-1} da NH_2 ionining assimetrik va simmetrik cho‘zilish tebranishlariga, 1580 va 1500 sm^{-1} da esa egilish tebranishlariga mos yangi chiziqlar paydo bo‘ladi. NH_3^+ guruhining cho‘zuvchi tebranishlari ~3120 sm^{-1} mintaqada keng yutilish zonasi sifatida namoyon bo‘lib, u CN guruhlarining cho‘zilish tebranishlari sohasi bilan qisman ustma-ust tushadi. Shu

bilan birga, CN_2 guruhlariga tegishli tebranish sohalari deyarli o‘zgarmagan, biroq spektrda boshlang‘ich birikmalarda kuzatilmagan yangi yutilish zonalari ham paydo bo‘lgan (2-rasm).

Xulosa. Tadqiqotda $ClCH_2COOH$ – $N(C_2H_4OH)_3$ – H_2O uch komponentli tizimining eruvchanlik va fazaviy muvozanat xossalari keng harorat va konsentratsiya oralig‘ida o‘rganildi. Natijada tizimning to‘liq eruvchanlik diagrammasi qurilib, asosiy kristallanish sohalari hamda yangi monoxlorsirka·trietanolammoniy kompleks birikmasi aniqlanib, uning tarkibi tasdiqlandi. Olingan ma’lumotlar tizimdagi murakkab fazaviy o‘zaro ta’sirlarni ochib berib, yangi fiziologik faol birikmalar sintezini ilmiy asoslash, optimal texnologik sharoitlarni tanlash va amaliy jarayonlarni samarali tashkil etish uchun muhim ahamiyatga ega

ADABIYOTLAR

1. Т.В. Иванченко, Г.И. Резанова И.С. Игольникова, Роль физиологически активных веществ в интегрированной системе защиты растений, Журнал известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса № 1 (37), 2015.
2. Bobozhonov Zh.S., Shukurov Zh.S., Togasharov A.S. Study of Solubility of $Ca(ClO_3)_2$–[90%C_2H_5OH+10%$C_{10}H_{11}ClN_4$]–H_2O System, Russ. J. Inorg. Chem. 2021. V. 66 1031–1035. https://doi.org/10.1134/S0036023621070032.
3. Orazbaeva A.A. Technology for obtaining seed protectants based on waste from the production of acetic acid. Abstract of the dissertation. … doc. of tech. sciens. Tashkent, 2018.
4. Turayev K.A, Toghasharov A.S, Tukhtaev S, An effective defoliant based on calcium chlorate and sodium salt of monochloroacetic fcid, J. Chem. Technol. Metall. – Bulgaria, 2022; 5: 977-983.
5. Tsyplenkova A.Yu., Koltsova O.V., Lobanov N.N., Ershov M.A., Skvortsov V.G, Physico-chemical systems of dicarboxylic acids, amino acids and water at 25°C, Butlerov messages. 2013. V. 36. № 11. Pp.146-155. DOI: jbc-01/13-36-11-146.
6. Broekgaarden C., Caarls L., Vos I.A. et al. Ethylene: traffic controller on hormonal crossroads to defense, Plant Physiol.-2015. V. 169. Pp. 2371–2379.
7. Taverner E., Letham D., Wang J. et al. Influence of ethylene on cytokinin metabolism in relation to Petunia corolla senescence, Phytochemistry.-1999. V. 51. Pp. 341–347.
8. Э.С. Хусанов, Ж.С. Шукуров, А.С. Тогашаров, С. Тухтаев, Растворимость компонентов в водной системе фосфат карбамида триэтаноламина, Узб. хим. жур. – 2021. №2. С. 19-25.
9. Z.S. Shukurov, S.S. Ishankhodzhaev, M.K. Askarova, S. Tukhtaev, Study of the solubility of components in the $NaClO_3$·$2CO(NH_2)_2$-$NH_2C_2H_4OH$·CH_3COOH–H2O system. Russ. J. Inorg. Chem. 2011. V. 56. № 3. Pp. 463. https://doi.org/10.1134/S0036023611010207
10. Shukurov Zh.S., Khusanov E.S., Mukhitdinova M.S., Togasharov A.S. Component Solubilities in the acetic acid–monoethanolamine–water system, Russ. J. Inorg. Chem. 2021. V. 66, № 6. Pp. 902 https://doi.org/10.1134/S0036023621060176
11. Toghasharov A.S., Tuchtaev S. Study of the Solubility of Components in the System $Mg(ClO_3)_2$-$2NH_2C_2H_4OH$·$H_3C_6H_5O_7$-H_2O, Jurnal of Inorganic Chemistry. – Moscow, 2013 Vol. 58. №5. Pp. 581-584.
12. Adilova M.Sh., Narkhodzhaev A.Kh., Tukhtaev S. Study of the interaction of monoethanolamine with malic and citric acids in aqueous solutions at 200C. International conference. - Samara, 2005. September 12-15. pp. 11-12. (Адилова М.Ш., Нарходжаев А.Х.,
13. Тухтаев С. Исследование взаимодействия моноэтаноламина с яблочной и лимонной кислотами в водных растворах при 200С. Международной конференции. - Самара, 2005. 12-15 сентября. С. 11-12.)
14. A. A. Sidikova, A. S. Toghasharova, J. S. Shukurova, and S. Tukhtaev, Solubility and Rheological Properties of the System $NaClO_3$·$CO(NH_2)_2$–H_2SO_4·$N(C_2H_4OH)_3$–H_2O, Russ. J. Inorg. Chem. 2021 Vol. 66, №10, Pp. 1554-1560. https://doi.org/10.1134/S003602362110017X
15. E.S. Khusanov, Zh.S. Shukurov, O.Zh. Khamidov, A.S. Togasharov, Solubility of components in the urea acetate–monoethanolamine–water system, Uzb. chem. Jur. - 2022. №4. Pp. 20-26.
16. Trunin A.S., Petrova D.G. Visual-polythermal method. Kuibyshev Polytechnic. Inst. Kuibyshev.: 1977.
17. Bazhenova L.N. Quantitative elemental analysis of organic compounds. – Yekaterinburg, 2008. Pp. 356.
18. Қ.А.ТўраевС., С.Хўажаназарова. The muitidisciplinary journal of science and technology. volume-5,issue-10. $ClCH_2COOH$-$NH_2C_2H_4OH$ - H2O системанинг эрувчанлигини ўрганиш.