



TIZIMIDAGI KOMPONENTLARNING ERUVCHANLIGINI O'RGANISH $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$

Qahramon Turayev ¹[0009-0009-9299-5618], **Ruzimurod Jurayev** ²[0000-0003-0294-8455],
Farhod Umirov ³[0000-0001-5933-3027], **Ahat Togasharov** ⁴[0009-0003-6044-9846]

¹Qarshi davlat texnika universiteti, Sanoat muhandisligi va menejmenti kafedrasida t.f.f.d., dotsenti,
E-mail: q.turayev@kstu.uz

²Qarshi davlat texnika universiteti, Sanoat muhandisligi va menejmenti kafedrasida k.f.f.d., katta
o'qituvchisi, E-mail: r.jurayev@kstu.uz

³Navoiy davlat konchilik texnologiya universiteti t.f.f.d. prof.

⁴O'RFA umumiy va noorganik kimyo instituti t.f.f.d. prof. laboratoriya mudiri.

Annotatsiya. $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$ uch komponentli tizimi fizik-kimyoviy jihatdan batafsil o'rganildi. Tadqiqot jarayonida ushbu tizim ikkilik tizimlarga ajratilib, ettita ichki kesma asosida tahlil qilindi. $-77,2$ dan $27,8$ °C gacha bo'lgan harorat oralig'ida politermal eruvchanlik ma'lumotlari olinib, tizimning politermal eruvchanlik diagrammasi tuzildi. Ushbu diagramma tizim komponentlarining haroratga bog'liq holda eruvchanlik xatti-harakatini to'liq aks ettirish imkonini berdi. Tuzilgan faza diagrammasi asosida muz, $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ va $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ ning kristallanish maydonlari aniqlandi hamda ularning o'zaro chegaralari belgilandi. Olingan natijalarga ko'ra, tizim oddiy evtonik tupga mansub ekanligi aniqlandi. Bu holat komponentlar o'zaro kimyoviy ta'sirlashuvga kirishmasdan, har biri o'z individualligini saqlab qolgan holda kristallanishini ko'rsatadi. Shuningdek, har ikkala birikmaning suvdagi eruvchanligi yuqori bo'lib, tizimda keng konsentratsiya oralig'ida barqaror eritmalar hosil bo'lishi kuzatildi.

Kalit so'zlar: eruvchanlik, diagramma, tarkib xususiyatlari, uch komponentli suv tizimi, defoliant, natriy xlorat uchkarbamid, metiletildietanolamin.

Аннотация. Трёхкомпонентная система $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$ была подробно изучена с физико-химической точки зрения. В ходе исследования данная система была разделена на бинарные системы и проанализирована на основе семи внутренних сечений. В температурном интервале от $-77,2$ до $27,8$ °C были получены политермические данные растворимости и построена политермическая диаграмма растворимости системы. Эта диаграмма позволила полностью отразить характер растворимости компонентов системы в зависимости от температуры. На основе построенной фазовой диаграммы были определены области кристаллизации льда, $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$, а также установлены границы их взаимного сосуществования. Согласно полученным результатам установлено, что система относится к простому эвтоническому типу. Это свидетельствует о том, что компоненты кристаллизуются, не вступая в химическое взаимодействие, сохраняя свою индивидуальность. Также установлено, что оба соединения обладают высокой растворимостью в воде, и в системе наблюдается образование устойчивых растворов в широком диапазоне концентраций.

Ключевые слова: растворимость, диаграмма, состав и свойства, трёхкомпонентная водная система, дефолиант, хлорат натрия трикарбамид, метилэтилдиэтаноламин.

Abstract. The ternary system $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$ was studied in detail from a physicochemical perspective. During the research, the system was divided into binary subsystems and analyzed based on seven internal sections. Polythermal solubility data were obtained in the temperature range from -77.2 to 27.8 °C, and a polythermal solubility diagram of the system was constructed. This diagram made it possible to fully reflect the temperature-dependent solubility behavior of the system components. Based on the constructed phase diagram, the crystallization fields of ice, $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, and $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ were determined, and the boundaries of their coexistence were established. According to the obtained results, the system was found to belong to a simple eutectic type. This indicates that the components crystallize without chemical interaction, each retaining its individuality. It was also established that both compounds exhibit high solubility in water, and the formation of stable solutions over a wide concentration range was observed in the system.



Keywords: solubility, diagram, composition and properties, ternary aqueous system, defoliant, sodium chlorate tricarbamide, methylethyldiethanolamine.

Kirish

Sovuq kunlar boshlanishidan oldin paxtani o'z vaqtida, yuqori sifatda va kam yo'qotishlar bilan yig'ib olish qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining muhim vazifalaridan biridir. Buning eng asosiy shartlaridan biri hosilning pishishini tezlashtiradigan hamda hosildorlikka salbiy ta'sir ko'rsatmagan holda paxta terimini qisqa muddatda amalga oshirish imkonini beradigan kam zaharli kimyoviy moddalar bilan ekinlarga ishlov berish hisoblanadi [1–4]. Amaliyotda "yengil" fiziologik ta'sirga ega samarali defoliantlardan foydalanilganda, o'simlik tanasida kechadigan metabolik jarayonlar jadallashib, hosilda ozuqa moddalarining to'planishi tezlashadi va paxtaning pishib yetilishi bir maromda kechadi.

Defoliant bilan ishlov berilgan dalalarda preparat asosan o'simlik to'qimalarida tarqaladigan zararli mikroorganizmlarga sirdan bevosita ta'sir ko'rsatish yoki ularning o'simlik organlari barglar, poyalar va ildizlar orqali so'rilishi natijasida ularni yo'q qilish xususiyatiga ega [5]. Bu esa o'simliklarning umumiy fiziologik holatini yaxshilab, hosilning sifat ko'rsatkichlarini oshirishga xizmat qiladi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, mahalliy xom ashyolar asosida yuqori samaradorlikka ega, iqtisodiy jihatdan arzon va ekologik xavfsiz fiziologik faol defoliantlarni sintez qilish hamda ularni ishlab chiqarish texnologiyalarini fizik-kimyoviy jihatdan asoslash muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Shu maqsadda natriy xlorat uchkarbamid va metildietanolamin saqlagan suvli tizimlarda komponentlarning eruvchanligi, shuningdek, ularning asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari keng harorat va konsentratsiya diapazonlarida o'rganildi.

Tadqiqot jarayonida kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlil usullaridan keng foydalanildi. Xlorat ioni miqdori hajmli permanganometrik usul yordamida aniqlandi [6]. Eritmalardagi natriy ionining miqdori olov fotometrik usuli bilan belgilandi [7]. Uglarod va vodorod elementlari miqdori esa Liebig usuli asosida aniqlandi [8,9].

Eritmalarning politermal eruvchanligi vizual-politermal usul yordamida o'rganildi. Ushbu usul bir tekis sovutish jarayonida eritmada birinchi kristallarning paydo bo'lish haroratini yoki eritmani sekin qizdirish va uzluksiz aralashtirish sharoitida oxirgi kristallarning to'liq yo'qolish haroratini vizual kuzatishga asoslangan.

Eruvchanlikni aniqlash moslamasi sifatida platina yoki shisha aralashtirgich o'rnatilgan, 0,1 °C bo'linish qiymatiga ega termometr bilan jihozlangan tiqimli sinov naychasi ishlatildi.

Bir tekis sovutish jarayonini ta'minlash maqsadida sinov naychasi sovituvchi aralashma joylashtirilgan tashqi naycha (gilza) ichiga o'rnatildi. Eritmalarni isitish jarayoni ham shu gilza orqali amalga oshirildi. Sovutish Dewar kolbalarida suyuq azot yoki quruq muz yordamida olib borildi [10-13].

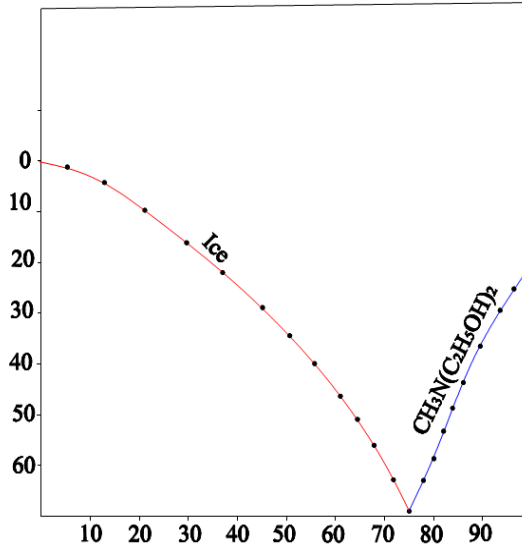
Eritmalarning vizual politermal eruvchanligi –30 dan +60 °C gacha bo'lgan o'lchov diapazoniga ega TN-6 tipidagi simobli shisha termometr hamda –100 dan +20 °C gacha bo'lgan diapazonga ega TL-15 spirtli shisha termometr yordamida o'rganildi [14-17].

Natijalar va muhokama

Tadqiqot ob'ektlari sifatida natriy xlorat uch karbamid va metildietanolamin tanlab olindi. Natriy xlorat uchkarbamid–suv binar tizimi alohida o'rganildi va olingan eksperimental natijalar adabiyot manbalarida keltirilgan ma'lumotlarga to'liq mos kelishi aniqlandi [13-16].

Tadqiqotlarda sanoat miqyosida qo'llaniladigan natriy xlorat, karbamid hamda kimyoviy toza markadagi metildietanolamin (asosiy modda miqdori 98,0 %) ishlatildi.

Metildietanolamin ($\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$) sariq rangli, suyuq agregat holatga ega modda bo'lib, suvdagi yaxshi eruvchanligi bilan tavsiflanadi. Uning molekulyar og'irligi 119,164 ga teng. Metildietanolaminning suvdagi eruvchanligi turli haroratlarda aniqlanib, 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 va 60, 50, 40, 30, 20 °C haroratlarda mos ravishda 28.0; 40.8; 52.0; 60.8; 66.8; 71.4 va 78.4; 83.2; 79; 94; 99,2 % ni tashkil qilishi belgilandi. Ushbu ma'lumotlar birikmaning harorat tushishi bilan suvdagi eruvchanligi muntazam ravishda ortishini ko'rsatadi. Ilk bor metildietanolaminni binar sistemasi o'rganildi (1-rasm).



1-rasm. $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ - H_2O binar sistemasi.

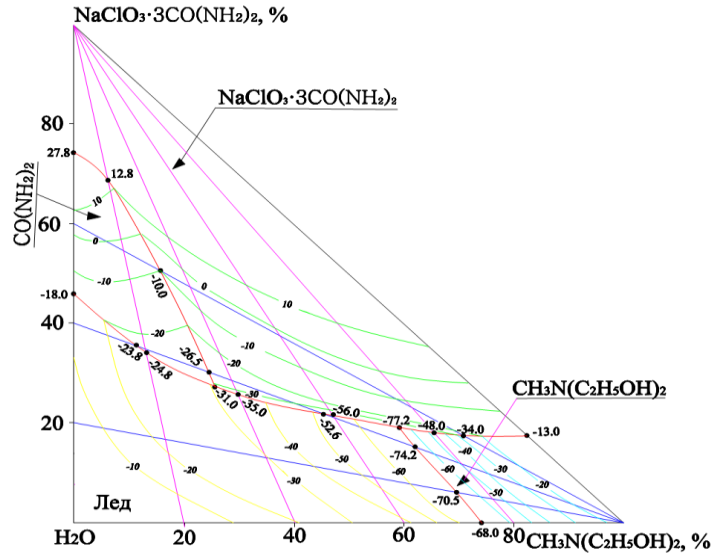
$\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ - $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ - H_2O uch komponentli tizimning politermal eruvchanligi ikkilik tizimlar va ettita ichki kesma yordamida batafsil o'rganildi. Olingan eksperimental ma'lumotlar asosida $-77,2$ dan $27,8$ °C gacha bo'lgan harorat oralig'ida tizimning politermal eruvchanlik diagrammasi tuzildi (2-rasm). Diagrammani qurishda $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ uchidan $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$ yon tomoniga uchta ichki kesma hamda $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ uchidan $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ yon tomoniga to'rtta ichki kesma o'tkazildi. Ushbu yondashuv tizimning fazaviy muvozanatini to'liq va ishonchli aks ettirish imkonini berdi.

Tuzilgan politermal faza diagrammasida muz, natriy xlorat uchkarbamid, karbamid va metildietanolaminning kristallanish maydonlari aniq belgilandi hamda ularning o'zaro chegaralari chizildi. Diagrammadan ko'rinadiki, har bir komponent alohida kristallanish maydoniga ega bo'lib, ular bir-biri bilan murakkab kimyoviy birikmalar hosil qilmasdan, o'z individualligini saqlagan holda kristallanadi. Bu holat tizimning oddiy evtonik turga mansubligini tasdiqlaydi.

Faza diagrammasida ko'rsatilgan barcha kristallanish maydonlari sistemaning ikkita o'zgarmas uchlamchi evtonik nuqtasi orqali tutashadi. Ushbu nuqtada muz, $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ va $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ fazalari muvozanatda mavjud bo'lib, haroratning minimal qiymatida bir vaqtda kristallanadi. O'zgarmas nuqtaning mavjudligi tizimning termodinamik jihatdan barqarorligini hamda komponentlar o'rtasida yangi fazalar hosil bo'lmashligini ko'rsatadi.

Diagramma tahlili shuni ko'rsatadiki, kristallanish maydonining eng katta qismi boshqa komponentlarga nisbatan $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ga to'g'ri keladi. Bu holat $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ning suvdagi eruvchanligi $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})_2$ ga nisbatan kamligini hamda harorat oralig'ida barqaror eritmalar hosil qilish qobiliyati bilan izohlanadi. Metildietanolaminning kristallanish maydoni esa nisbatan tor bo'lib, harorat pasayishi bilan uning kristallanish sohasi sezilarli darajada torayishi kuzatiladi.

Muzning kristallanish maydoni past haroratlar sohasida joylashgan bo'lib, eritma tarkibidagi suv ulushi ortishi bilan ushbu maydon kengayadi. Bu holat past haroratlarda tizimning fizik-kimyoviy xossalariga suvning hal qiluvchi ta'sirini ko'rsatadi. Umuman olganda, politermal eruvchanlik diagrammasi tizim komponentlarining o'zaro ta'sirini, kristallanish sharoitlarini va fazalar muvozanatini to'liq tavsiflaydi.



2-rasm. Natriy xlorat uchkarbamid - metildietanolamin - suv eruvchanlik politermik diagrammasi.

Politermik tizimning holat diagrammasida harorat 10 °C oraliq'ida o'zgarganda eritmaning holatini tavsiflash maqsadida -60, -50, -40, -30, -20, -10, 0, 10 °C haroratlarda eruvchanlik izotermalari o'tkazildi. Ushbu izotermalar tizim komponentlarining turli haroratlarda eruvchanlik xatti-harakatini aniqlash hamda fazalar muvozanatini chuqurroq tahlil qilish imkonini berdi.

Izotermalar yordamida har bir haroratda kristallanish maydonlarining chegaralari aniqlandi va ularning haroratga bog'liq holda siljishi kuzatildi. Olingan natijalar politermik tizimda fazalar muvozanatining o'zgarishini baholashda hamda tizimning termodinamik xususiyatlarini tavsiflashda muhim ahamiyat kasb etdi.

1-jadval.

NaClO₃·3CO(NH₂)₂ - CH₃N(C₂H₅OH)₂ - H₂O sistemasidagi ikkilamchi va uchlamchi nuqtalarining ifodalanishi

Suyuq fazaning tarkibi, %			Kristallanish harorati °C	Qattiq faza
NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂	CH ₃ N(C ₂ H ₅ OH) ₂	H ₂ O		
1	2	3	4	5
46.0	-	54.0	-18.0	muz+ NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂
35.6	11.2	53.2	-23.8	muz+ CO(NH ₂) ₂
34.0	13.2	52.8	-24.8	-//-
27.8	27.6	44.6	-31.0	muz+ CO(NH ₂) ₂ + NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂
26.4	29.2	44.4	-35.0	muz+ NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂
22.4	44.0	33.6	-52.6	Bu erda ham
21.8	46.8	31.4	-56.0	-//-



19.4	59.0	21.6	-77.2	muz+ NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂ + CH ₃ N(C ₂ H ₅ OH) ₂
14.8	63.2	22.0	-74.2	muz+ CH ₃ N(C ₂ H ₅ OH) ₂
5.8	70.8	23.4	-70.5	Bu erda ham
-	75.0	25.0	-68.0	-//-
18.8	65.2	16.0	-48.0	NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂ + CH ₃ N(C ₂ H ₅ OH) ₂
18.8	69.8	11.4	-34.0	Bu erda ham
17.6	82.2	0.2	-13.0	-//-
30.0	25.2	44.8	-26.5	CO(NH ₂) ₂ + NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂
49.8	17.2	33.0	-10.0	Bu erda ham
68.4	6.0	25.6	12.8	-//-
74.6	-	25.4	27.8	muz+ NaClO ₃ ·3CO(NH ₂) ₂

Olingan natijalar natriy xlorat uchkarbamid va metildietanolamin asosidagi suvli tizimlarning yuqori barqarorligini hamda ularning defoliant va fizologik faol preparatlar tarkibida qo'llash uchun qulay ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, komponentlarning o'z individualligini saqlab qolishi texnologik jarayonlarni soddalashtirish va tayyor preparatlarning samaradorligini oshirish nuqtai nazaridan muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa

Tadqiqot davomida NaClO₃·3CO(NH₂)₂ - CH₃N(C₂H₅OH)₂ - H₂O uch komponentli tizimi o'rganildi va uning politermik eruvchanlik diagrammasi muvaffaqiyatli qurildi. Olingan diagramma yordamida tizim komponentlarining bir-biriga ta'siri, kristallanish xususiyatlari hamda fazaviy muvozanat holatlari bo'yicha ilmiy jihatdan ishonchli ma'lumotlar olindi. Eksperimental tahlillar shuni ko'rsatdiki, tizim oddiy evtonik tipga mansub bo'lib, komponentlar o'z individualligini saqlagan holda kristallanadi.

Olingan ilmiy natijalar fiziologik xossaga ega bo'lgan yangi defoliantlar ishlab chiqarish texnologiyasini rivojlantirish uchun mustahkam fizik-kimyoviy asos bo'lib xizmat qiladi. Bu ma'lumotlar nafaqat yangi preparatlar yaratishda, balki ularning samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda ham amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati:

- [1]. A. A. Sidikov and A. S. Toghasharov, Russ. J. Inorg. Chem. 67, 1900 (2022). <https://doi.org/10.1134/S0036023622601155>
- [2]. S. Li, R. Liu, X. Wang, L. Zhao, J. Chen, Ch. Yang, G. Zhang, W. Ni, and L. Zhang, J. Plant Growth Regul. 40, 1667 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10218-w>
- [3]. M. K. Pedersen, J. D. Burton, and H. D. Coble, Crop. Sci. 46, 1666 (2006). <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.07-0189>
- [4]. X. Wang, S. Li, R. Liu, G. Zhang, Ch. Yang, and W. Ni, J. Cotton Sci., 31, 64 (2019). <https://doi.org/10.11963/1002-7807.wxjlr.20181228>
- [5]. N. N. Melnikov, New Pesticides: Collection (Mir, Moscow, 1964).
- [6]. Ts 00203855 - 43:2019. Defoliant "UzDEF". Standard of the organization, Tashkent standards, 2019, 12.
- [7]. Banerjee P., Prasad B. Determination of concentration of total sodium and potassium in surface and ground water using a flame photometer //Applied Water Science. – 2020. – T. 10. – №. 5. – C. 113.



[8]. Usselman M. C. Liebig's alkaloid analyses: the uncertain route from elemental content to molecular formulae //Ambix. – 2003. – Т. 50. – №. 1. – С. 71-89.

[9]. Michałowski T. et al. Liebig–Denigès Method of Cyanide Determination: A Comparative Study of Two Approaches //Journal of solution chemistry. – 2012. – Т. 41. – №. 7. – С. 1224-1239.

[10]. A. S. Trunin and D. G. Petrova, Visual-Polythermal Method(Kuibyshev Polytechnic. Inst., Kuibyshev, 1977)

[11]. A.S. Trunin, O.E. Morgunova, E.A. Katasonova, Development of physical and chemical analysis of multicomponent salt systems, Chemistry and chemical education XXI century, 2014, 10-14.

[12]. Bigelow N. P. et al. Cooling and cryogenic equipment //Experimental Techniques in Condensed Matter Physics at Low Temperatures. – CRC Press, 2018. – С. 5-96.

[13]. Jurayev R. S., Eshkulov B. R., Kakhkhorov N. T. Production of Complex and Mixed Fertilizers by Acidic Processing of Phosphorites //Engineering Proceedings. – 2024. – Т. 67. – №. 1. – С. 59.

[14]. Тоғашаров А.С., Тухтаев С. Политерма растворимости системы $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_{17}\text{O}_7\text{N}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ // Узбекский химический журнал. Ташкент, 2012. - №2. -С 15-18.

[15]. Тоғашаров А.С., Тухтаев С. Политерма растворимости системы $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ // ТашКТИ Кимё ва кимё технологияси илмий-техникавий журнал. Ташкент, 2012. №4 -С 21-24.

[16]. Тоғашаров А.С., Нарходжаев А.Х., Ишанходжаев С.С., Тухтаев С. Политерма растворимости системы трикарбамидохлорат натрия – двухзамещенный уксуснокислый моноэтаноламин – вода // Химический Журнал Казахстана. Алматы, 2008г. -№4. -С 74-78.

[17]. Тоғашаров А.С., Ишанходжаев С.С., Нарходжаев А.Х., Тухтаев С. Политерма растворимости системы $\text{NaClO}_3 \cdot 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ // Узб. хим. журн. Ташкент, 2010г. №1. -С 17-22.