



**SANOAT IKKILAMCHI NORDON CHIQINDISIDAN KAS VA
MONOETANOLAMIN ISHTIROKIDA BARQAROR SUYUQ KOMPLEKS
O‘G‘ITLAR OLISH**

<https://doi.org/10.70728/a.series.v08.i02.073>

Shermatov Akramjon Habibjon o‘g‘li

Namangan davlat texnika universiteti

Kimyo muhandisligi kafedrası tayanch doktoranti;

Email: Akramjon879@gmail.com

Sherqo‘ziyev Doniyor Shermamatovich

Namangan davlat texnika universiteti

Kimyo muhandisligi kafedrası professori.

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarida metallarni kimyoviy yuvish jarayonida hosil bo‘ladigan ikkilamchi nordon fosfat chiqindisini qayta ishlash asosida suyuq kompleks o‘g‘it olish texnologiyasi ishlab chiqildi. Chiqindi eritma dastlab KU-2-8 ion almashuvchi smola yordamida og‘ir metallardan tozalandi, so‘ngra turli massaviy nisbatlarda KAS (karbamid–ammoniy selitrasi) va monoetanolamin (MEA) qo‘shish orqali kolloid-barqaror suyuq o‘g‘it hosil qilindi. 1:0.3, 1:0.6 va 1:0.8 nisbatlar fizik-kimyoviy va agroximik ko‘rsatkichlar bo‘yicha solishtirildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, 1:0.6 nisbat azot va fosfor muvozanati nuqtai nazaridan optimal variant, 1:0.8 nisbat esa yuqori azotli kompleks o‘g‘it olish uchun maqsadga muvofiq variant sifatida aniqlandi. Olingan mahsulotlar cho‘kmasiz, barqaror va mikroelementlarga boyligi bilan ajralib turdi.

Kalit so‘zlar: sanoat chiqindisi, fosfat kislota, KAS, monoetanolamin, xelat komplekslar, suyuq o‘g‘it, ion almashinuvi.

Аннотация. В данном исследовании разработана технология получения жидкого комплексного удобрения на основе переработки вторичных кислых фосфатных отходов, образующихся при химической очистке металлов на промышленных предприятиях. Исходный раствор отходов предварительно очищали от тяжёлых металлов с использованием ионообменной смолы КУ-2-8. Далее при добавлении КАС (карбамидно-аммиачной селитры) и моноэтаноламина (МЭА) в различных массовых соотношениях были получены коллоидно-стабильные жидкие удобрения. Соотношения 1:0,3; 1:0,6 и 1:0,8 были сравнительно оценены по физико-химическим и агрохимическим показателям. Установлено, что соотношение 1:0,6

является оптимальным с точки зрения баланса азота и фосфора, тогда как соотношение 1:0,8 целесообразно для получения комплексного удобрения с повышенным содержанием азота. Полученные продукты характеризуются отсутствием осадка, высокой коллоидной стабильностью и обогащённостью микроэлементами.

Ключевые слова: промышленные отходы, кислый фосфатный раствор, КАС, моноэтаноламин, хелатные комплексы, жидкое комплексное удобрение, ионный обмен.

Abstract. This study developed a technology for producing liquid complex fertilizer based on the recycling of secondary acidic phosphate waste generated during the chemical cleaning of metals at industrial enterprises. The waste solution was initially purified from heavy metals using KU-2-8 ion-exchange resin. Subsequently, colloiddally stable liquid fertilizers were obtained by adding UAN (urea–ammonium nitrate) and monoethanolamine (MEA) in various mass ratios. The ratios 1:0.3, 1:0.6, and 1:0.8 were comparatively evaluated in terms of physicochemical and agrochemical parameters. The results showed that the 1:0.6 ratio is optimal in terms of nitrogen–phosphorus balance, while the 1:0.8 ratio is preferable for obtaining a nitrogen-enriched complex fertilizer. The resulting products were characterized by the absence of sediment, high colloidal stability, and enrichment with microelements.

Keywords: industrial waste, acidic phosphate solution, UAN, monoethanolamine, chelate complexes, liquid complex fertilizer, ion exchange.

Kirish. Zamonaviy qishloq xo‘jaligida suyuq o‘g‘itlardan foydalanish, ayniqsa tomchilatib sug‘orish texnologiyalari kengayishi bilan, sezilarli darajada ortib bormoqda. Shu bilan birga, sanoat korxonalarida hosil bo‘ladigan ikkilamchi nordon chiqindilar ekologik muammo sifatida dolzarbligini saqlab qolmoqda [1].

Metallarni kimyoviy fosfatlash jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindi eritmalar tarkibida: P, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn kabi foydali elementlar, Hg, Pb, Cr kabi potentsial xavfli og‘ir metallar mavjud bo‘ladi [2]. Mazkur chiqindilarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri utilizatsiya qilish ekologik xavf tug‘diradi, ammo ularni qayta ishlash orqali iqtisodiy jihatdan qimmatli agrotexnik mahsulot olish mumkin.

Ushbi tadqiqotda sanoat ikkilamchi nordon chiqindisini tozalash, barqarorlashtirish va KAS hamda monoetanolamin yordamida suyuq kompleks o‘g‘itga aylantirish texnologiyasini ishlab chiqish maqsad qilib olingan.

Shu maqsadda quyidagi ishlar amalga oshirildi.

Eritmani dastlabki tayyorlash

Chiqindi eritma:

1. 1 oy tindirildi.
2. KU-2-8 kationit orqali filtrlandi [3-4].

Natijada Fe, Zn, Mn, Hg, Pb miqdori keskin kamaydi. Tahlillar ICP-OES qurilmasida tahlil qilindi va quyidagi natijalar olindi [5].

Masalan:

Element	Dastlabki (mg/kg)	Tozalangandan keyin (mg/kg)
Fe	10140.33	85.84
Zn	8164	349.7
Mn	146.86	3.60
Hg	0.023	0.0023

Bu ion almashinuvi jarayonining yuqori samaradorligini ko‘rsatadi.

Ikkilamchi fosfat kislota chiqindisini agronomik jihatdan qimmatli mahsulotga aylantirish maqsadida u KAS (karbamid–ammoniy selitrasi) eritmasi hamda monoetanolamin (MEA) ishtirokida bosqichma-bosqich modifikatsiya qilindi. Jarayonning asosiy maqsadi eritma tarkibidagi makro- va mikroelementlarni barqaror agroximik faol shaklda saqlash, og‘ir metall ionlarining cho‘kma hosil qilishini cheklash hamda kolloid-barqaror suyuq kompleks o‘g‘it olishdan iborat bo‘ldi [6-7].

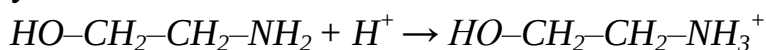
Filtrlangan va ion almashinuvidan o‘tkazilgan eritma massasi aniqlangandan so‘ng, unga nisbatan 1:0.3, 1:0.6 va 1:0.8 massaviy nisbatlarda KAS eritmasi qo‘shildi. Dastlabki aralashmalarning pH qiymati kislotali muhit ($\text{pH} < 3$) bo‘lgani sababli neytrallashtirish bosqichi amalga oshirildi. Neytrallashtirish jarayonida monoetanolamin tomchilatib qo‘shildi va muhit pH 5.0–6.0 oralig‘iga yetkazilgach jarayon to‘xtatildi.

Mazkur pH diapazoni bir necha sababga ko‘ra tanlandi:

1. Fosfatlarning maksimal eruvchanligi saqlanadi;
2. Metall ionlarining gidroksid shaklida cho‘kib ketishi oldi olinadi;
3. O‘simliklar uchun optimal oziqlanish muhiti yaratiladi.

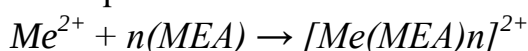
Kimyoviy mexanizm

Monoetanolamin kuchsiz asos sifatida fosfat kislota tarkibidagi erkin protonlarni bog‘laydi:

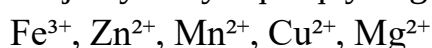


Natijada monoetanolammoniy kationlari hosil bo‘ladi. Bu kationlar eritmadagi fosfat anionlari bilan ion juftliklar hosil qilib, eritmaning umumiy ion muvozanatini barqarorlashtiradi.

MEA molekulasida bifunksional tuzilishga ega bo‘lib, tarkibidagi -NH_2 va -OH guruhlari orqali metall ionlari bilan koordinatsion bog‘ hosil qiladi:



Bu jarayon ayniqsa quyidagi ionlar uchun muhim:



Xelat komplekslar hosil bo‘lishi natijasida:

- metall ionlari erkin gidroksid yoki fosfat shaklida cho‘kmaydi,
- eritmada dispers holda saqlanadi,
- suyuq o‘g‘itning uzoq muddat barqarorligi ta’minlanadi.

KAS eritmasi aralashmaga ikki xil azot shaklini kiritadi:

1. Nitrat azoti (NO_3^-) – tez ta’sir qiluvchi
2. Amid azoti (karbamid, $-\text{NH}_2$) – sekin mineralizatsiyalanadigan

Nitrat shakl ildiz tomonidan tez o‘zlashtiriladi, dastlabki vegetativ o‘shishni rag‘batlantiradi. Amid shakl esa tuproqda bosqichma-bosqich ammoniy va nitratga aylanadi, uzoq muddatli azot manbai vazifasini bajaradi. Fosfor bilan birgalikda bu ikki fazali azot tizimi muvozanatli N–P oziqlanish mexanizmini shakllantiradi.

Kolloid-barqaror tizim shakllanishi mohiyati MEA neytrallanishi va metall xelatlanishi natijasida eritmada ion juftliklar, koordinatsion komplekslar, gidratlangan kation–anion agregatlari hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Bu struktura cho‘kma hosil bo‘lishini oldini oladi, qatlamlanishni kamaytiradi, qovushqoqlikni me’yorda ushlab turadi, saqlash vaqtida fizik barqarorlikni ta’minlaydi[8-10].

Yuqoridagilarga asoslangan ilmiy izlanishlar natijasida olingan suyuq o‘g‘itlarning kimyoviy tarkibini o‘rganish maqsadida *Full Elemental Analyzer- EDX 8800D Bench Top XRF Spectrometer* uskunasida analiz qilindi va quyidagi natijalar olindi.

1-jadval.

Olingan suyuq o‘g‘itning kimyoviy tarkibi tahlili

Ko‘rsatkichlar	1:0.3 nisbat	1:0.6 nisbat	1:0.8 nisbat
Umumiy N (Keldal)	6.77	8.49	9.58
P_2O_5	8.27	5.43	3.95
K_2O	0.0336	0.0306	0.0239
Fe_2O_3	1.42	1.372	1.35
SO_3	0.332	0.268	0.185
SiO_2	0.0600	0.0555	0.0184
MnO	0.0122	0.0079	0.0073
CaO	0.0136	0.0093	0.0079
ZnO	0.885	0.566	0.539

1-jadval ma’lumotlari KAS miqdori o‘zgarishi bilan suyuq o‘g‘it tarkibida sezilarli va mantiqiy o‘zgarishlar yuz berganini ko‘rsatadi. Turli nisbatlarda (1:0.3; 1:0.6; 1:0.8) olingan namunalarning kimyoviy tarkibi o‘zaro taqqoslanganda, har bir komponentning o‘ziga xos dinamikasi kuzatiladi.

Birinchi navbatda umumiy azot miqdoriga e’tibor qaratadigan bo‘lsak, KAS miqdori ortishi bilan N miqdori 6.77 % dan 9.58 % gacha izchil oshgan. Bu tabiiy jarayon bo‘lib, eritmaga qo‘shilayotgan KAS azotning asosiy manbai hisoblanadi. Shuni aytish

mumkin, 1:0.8 nisbat yuqori azotli suyuq o‘g‘it sifatida shakllanadi va intensiv o‘rish bosqichida qo‘llash uchun maqsadga muvofiq variant bo‘lishi mumkin.

Fosfor (P_2O_5) miqdori esa aksincha, 8.27 % dan 3.95 % gacha kamaygan. Bu kamayish kimyoviy yo‘qotish emas, balki aralashmaning umumiy hajmi ortishi natijasida nisbiy suyultirilish bilan izohlanadi. Shunga qaramay, fosfor barcha nisbatlarda agronomik jihatdan yetarli darajada saqlanib qolgan. Ayniqsa 1:0.6 nisbatda azot va fosfor o‘rtasida muvozanatli nisbat shakllanib, bu o‘simlikning ildiz rivojlanishi va vegetativ o‘rishi uchun qulay kombinatsiya hosil qiladi.

Kaliy (K_2O) miqdori 0.0336–0.0239 % oralig‘ida o‘zgarib, nisbatan barqaror saqlangan. Bu o‘g‘itning NPK tizimiga mosligini ko‘rsatadi. Kaliy miqdorining keskin kamayib ketmasligi eritmaning ozuqaviy qiymati saqlanayotganini bildiradi.

Temir (Fe_2O_3) bo‘yicha qiziqarli holat kuzatiladi. 1:0.3 nisbatda 1.42 %, 1:0.6 nisbatda 1.372 %, 1:0.8 nisbatda 1.35 % aniqlangan. Qiymatlar bir-biriga yaqin bo‘lsa-da, umumiy tendensiya temirning barqaror saqlanayotganini ko‘rsatadi. Bu monoetanolamin bilan komplekslanish jarayonining samaradorligini bildiradi — temir cho‘kma hosil qilmasdan eritmada saqlanmoqda.

SO_3 miqdori 0.332 % dan 0.185 % gacha kamaygan. Bu sulfat ionlarining ion muvozanati va aralashmaning suyultirilishi bilan bog‘liq. Shu bilan birga, Ca^{2+} bilan ortiqcha gips hosil bo‘lishining oldi olingani eritmaning cho‘kmasiz saqlanishiga xizmat qilgan.

SiO_2 miqdorining 0.0600 % dan 0.0184 % gacha kamayishi kolloid zarrachalarning qayta taqsimlanishi bilan izohlanadi. Bu ko‘rsatkich past diapazonda bo‘lib, o‘g‘it sifatiga salbiy ta‘sir ko‘rsatmaydi.

MnO va CaO miqdorlari ham past, lekin barqaror diapazonda saqlangan. Ayniqsa CaO ning 0.0136 % dan 0.0079 % gacha kamayishi kalsiyning komplekslangan shaklda saqlanayotganini ko‘rsatadi. Bu esa eritmaning uzoq muddat davomida cho‘kmasiz turishini ta‘minlaydi.

ZnO miqdori 0.885 % dan 0.539 % gacha kamaygan bo‘lsa-da, barcha nisbatlarda ruxning agronomik ahamiyatga ega miqdori saqlangan. Ruxning mavjudligi o‘g‘itni mikroelement bilan boyitilgan kompleks mahsulot sifatida baholash imkonini beradi.

Umuman olganda, jadval ma‘lumotlari shuni ko‘rsatadiki:

- KAS miqdori oshishi bilan azot miqdori barqaror ortadi.
- Fosfor nisbatan kamayadi, ammo faol shaklda saqlanadi.
- Mikroelementlar (Fe, Zn, Mn) eritmada barqaror qoladi.
- Eritma tarkibi cho‘kmasiz va muvozanatli tizim hosil qilgan.

Agronomik nuqtai nazardan 1:0.6 nisbat azot va fosfor o‘rtasidagi muvozanat sababli eng maqbul variant sifatida ko‘rilishi mumkin. 1:0.8 nisbat esa yuqori azotli intensiv oziqlantirish uchun mos keladi.

Yuqorida olingan suyuq o‘g‘itlarning fizik xossalari ya’ni qovushqoqligi, elektr o‘tkazuvchanligi va kristallanish haroratlari ham o‘rganildi va quyidagicha natijalar olindi.

5-jadval. *Olingan suyuq o‘g‘itlarning qovushqoqligi, elektr o‘tkazuvchanligi va kristallanish haroratlari*

Ko‘rsatkichlar	1 : 0.3	1 : 0.6	1 : 0.8
Zichlik (gr/sm ³)	1.16	1.21	1.25
Qovushqoqlik, η (mPa·s)	1.2	1.4	1.4-1.5
Kristallanish harorati (°C)	-13.5	-13.8	-14.2
Elektr o‘tkazuvchanlik, EC (mS/sm)	15 -25	25- 40	30 - 45

Olingan suyuq o‘g‘itlarning fizik-kimyoviy xossalari – xususan, kristallanish harorati, qovushqoqligi hamda elektr o‘tkazuvchanligi – KAS qo‘shilish miqdoriga bevosita bog‘liq ravishda muntazam o‘zgarishi kuzatildi. Kristallanish haroratining 1:0.3 nisbatda –13.5 °C, 1:0.6 nisbatda –13.8 °C va 1:0.8 nisbatda –14.2 °C gacha pasaygani eritmada umumiy eritgan modda miqdori ortishi bilan sovuqqa chidamlilik oshishini ko‘rsatadi. Bu holat aralashma tarkibidagi ionlar va xelatlangan komplekslarning kollegativ xossalarga mos ravishda kristallanish nuqtasini pastga siljitganini tasdiqlaydi.

Qovushqoqlik qiymatlarining 1.2–1.5 mPa·s diapazonida bo‘lishi suyuq o‘g‘itlarning gidravlik jihatdan oson haydalishini, nasos va purkagich agregatlari orqali berishda hech qanday texnik muammo tug‘dirmasligini bildiradi. Qovushqoqlikning KAS miqdori ortgan sari oz miqdorda o‘sishi uning tuzlar bilan boyiganini tasdiqlasa-da, eritma suvga yaqin suyuqlik holatini saqlab qolgan.

Elektr o‘tkazuvchanlikning 15–25 mS/sm dan 30–45 mS/sm gacha ortishi aralashmadagi ionlar konsentratsiyasining ko‘payishini hamda KAS qo‘shilishi bilan N, K, Ca, Mg, Fe, Zn kabi o‘simlik uchun zarur bo‘lgan makro va mikroelementlarning oson dissotsiyalanadigan shaklda mavjudligini ko‘rsatadi. Bunday diapazon o‘g‘itning agrotexnik samaradorligi yuqori ekanini, ayniqsa tomchilatib sug‘orish va barg orqali oziqlantirish tizimlari uchun qulayligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, KASning 1:0.3 dan 1:0.8 nisbatgacha oshishi suyuq o‘g‘itlarning sovuqqa chidamliligini kuchaytirgan, ion faolligini oshirgan va fizik barqarorligini yaxshilagan, bu esa olingan o‘g‘itlarni amaliyotda keng qo‘llash uchun yuqori texnologik xossalarga ega mahsulot sifatida tavsiflash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shermatov A. H. , Sherquziyev D.Sh./ Mahalliy sanoat chiqindisi eritmalarini ortiqcha metal kationlardan tozalash/ “Iqtidorli talabalar, magistrantlar, doktorantlar va mustaqil izlanuvchilar”/ 2023 yil 23 iyun/ 287-288 sahifa
2. Shermatov A. H. , Sherquziyev D.Sh. / Sanoat chiqindisi tarkibidagi mikro va makro elementlarni aniqlash va ularni qo‘llanish sohalarini o‘rganish. / “Oziq ovqat va kimyo sanoatida innovasion texnologiyalarni joriy qilish”/ 2023-yil 2-3-iyun/ 77-80 sahifa
3. Перистый В.А., Перистая Л.Ф. / Использование катионообменника КУ-2×8 для выделения алкансульфонатов натрия/Поступила в редакцию 7.12.2009 УДК 541.183
4. GOST 20298-74 Смолы ионообменные. Катиониты.
5. Ф.А. Абдуназаров/ [Химический анализ состава местного нефтяного кокса и перспективы применения в сфере производства на основе полученных результатов](#)
6. A. Puglisi, S. Plumari, and V. Greco/ Electric conductivity from the solution of the relativistic Boltzmann equation/ Phys. Rev. D 90, 114009 – Published 3 December 2014
7. [Louise A. Catling](#), [Ibrahim Abubakar](#), [Iain R. Lake](#), [Louise Swift](#), [Paul R. Hunter](#)//A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness// *Journal of Water and Health*// 06.04.2008
8. Chien, S. H., Prochnow, L. I., & Cantarella, H. (2009). Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency. *Advances in Agronomy*, 102, 267–322.
9. Li, R., et al. (2018). Recovery of phosphorus from industrial waste streams. *Chemical Engineering Journal*, 336, 396–404.
10. Sherman, G. D., & Harward, M. E. (2012). Ion exchange in soils. *Soil Science*, 76, 349–365.
11. Зокиров С.С., Журабоев Ф.М., Зокиров С., Арипов Х.Ш. Синтез ацетиленовых моноаминов и изучение их влияния на всхожесть семян хлопчатника. Научно-технический журнал Наманганского инженернотехнологического института. - С.133-139.