NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-10]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

# SANOAT CHIQINDI SUVLARIDAN OLINGAN SUYUQ KOMPLEKS O‘G‘ITLARNI SERTIFIKATLASH

**Toshtemirova Sadoqatxon Baxtiyor qizi**
Namangan davlat universiteti tayanch doktoranti
**Dehqonov Rahmatilla S.**
Namangan davlat universiteti, kimyo fanlari doktori, dotsent
**Doliyev G‘olibjon Alisherovich**
Namangan davlat universiteti, texnika fanlari doktori, professor

***Annotatsiya.*** *Maqolada metallarni kimyoviy fosfatlash jarayonida hosil bo‘ladigan kislotali fosfatli chiqindi suv («Mexmash» AJ) va uskunalarni ishqoriy tozalashda hosil bo‘ladigan oqava suv («UzChays» QK) asosida NP- va NPK-turidagi suyuq kompleks o‘g‘itlar (SKO‘) olish hamda ularning tovar xossalarini sertifikatlash talablari nuqtai nazaridan baholash natijalari keltirilgan. Fosfatli suvdagi metall ionlari unitol yordamida 86–96% ga, ishqoriy suvdagi natriy esa klinoptilolit bilan 90,0–91,1% ga kamaytirildi. Neytrallash va boyitish orqali tarkibida 3,52% N va 12,0% $P_2O_5$ bo‘lgan NP-o‘g‘it hamda 11,29% N, 28,94% $P_2O_5$ va 8,0% $K_2O$ saqlovchi NPK-o‘g‘it olindi. Mahsulotlar tarkibi SEM-EDS, XRD, IQ-spektroskopiya, fotometrik va ionometrik usullarda o‘rganildi. Olingan SKO‘ larning zichligi, qovushqoqligi, kristallanish harorati va suvda eruvchan $P_2O_5$ ulushi suyuq o‘g‘itlarga qo‘yiladigan tovar talablariga mos kelishi ko‘rsatildi. Har bir turdan 1000 kg dan tajriba partiyasi ishlab chiqarildi va NPK-o‘g‘it uchun TIF TN bo‘yicha 3105 20 100 1 kodi tavsiya etildi.*

***Kalit so‘zlar:*** *fosfatli chiqindi suv, ishqoriy oqava suv, suyuq kompleks o‘g‘it, neytrallash, unitol, klinoptilolit, SEM-EDS, tovar xossalari, sertifikatlash, TIF TN*

# СЕРТИФИКАЦИЯ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

***Аннотация.*** *В статье представлены результаты получения жидких комплексных удобрений (ЖКУ) NP- и NPK-типа на основе кислых фосфатсодержащих сточных вод процесса химического фосфатирования металлов (АО «Mexmash») и щелочных стоков от очистки оборудования (СП «UzChays»), а также оценки их товарных свойств с позиций требований сертификации. Ионы металлов в фосфатных стоках осаждены унитиолом на 86–96%, содержание натрия в щелочных стоках снижено клиноптилолитом на 90,0–91,1%. Нейтрализацией и обогащением получены NP-удобрение, содержащее 3,52% N и 12,0% $P_2O_5$, и NPK-удобрение, содержащее 11,29% N, 28,94% $P_2O_5$ и 8,0% $K_2O$. Состав продуктов изучен методами СЭМ-ЭДС, РФА, ИК-спектроскопии, фотометрии и ионометрии. Показано, что плотность, вязкость, температура кристаллизации и доля водорастворимого $P_2O_5$ полученных ЖКУ соответствуют товарным требованиям к жидким удобрениям. Выпущены опытные партии по 1000 кг каждого вида; для NPK-удобрения рекомендован код ТН ВЭД 3105 20 100 1.*

***Ключевые слова:*** *фосфатсодержащие сточные воды, щелочные стоки, жидкие комплексные удобрения, нейтрализация, унитиол, клиноптилолит, СЭМ-ЭДС, товарные свойства, сертификация, ТН ВЭД*

# CERTIFICATION OF LIQUID COMPLEX FERTILIZERS OBTAINED FROM INDUSTRIAL WASTEWATER

***Abstract.*** *The paper reports the production of NP- and NPK-type liquid complex fertilizers (LCF) from acidic phosphate-bearing wastewater of the chemical phosphating of metals (Mexmash JSC) and alkaline wastewater from equipment cleaning (UzChays JV), and evaluates their commodity properties against certification requirements. Metal ions in the phosphate wastewater were precipitated with unithiol by 86–96%, and the sodium content of the alkaline wastewater was reduced by 90.0–91.1% using clinoptilolite. Neutralization and enrichment yielded an NP fertilizer containing 3.52% N and 12.0% $P_2O_5$ and an NPK fertilizer containing 11.29% N, 28.94% $P_2O_5$ and 8.0% $K_2O$. The products were characterized by SEM-EDS, XRD, FTIR spectroscopy, photometric and ionometric methods. The density, viscosity, crystallization temperature and water-soluble $P_2O_5$ fraction of the fertilizers were shown to meet the commodity requirements for liquid fertilizers. Pilot batches of 1000 kg of each type were produced, and HS code 3105 20 100 1 was recommended for the NPK fertilizer.*

***Keywords:*** *phosphate wastewater, alkaline wastewater, liquid complex fertilizer, neutralization, unithiol, clinoptilolite, SEM-EDS, commodity properties, certification, HS code*

**Kirish.**

O‘g‘itlarning sifati va xavfsizligini ta’minlash oziq-ovqat xavfsizligi, tuproq unumdorligini saqlash va ekologik muvozanatning muhim omillaridan biridir [1]. Yangi o‘g‘it turini amaliyotga joriy etish uning me’yoriy talablarga muvofiqligini tasdiqlovchi sertifikatlash va davlat ro‘yxatidan o‘tkazish jarayonlari bilan bog‘liq. O‘zbekiston Respublikasida bu jarayonlarning huquqiy asosini texnik jihatdan tartibga solish va standartlashtirishga oid qonunlar, jumladan «Mahsulot va xizmatlarni sertifikatlashtirish to‘g‘risida»gi Qonun tashkil etadi [2]. Yangi o‘g‘itni bozorga chiqarish laboratoriya sinovlari, texnik shartlar loyihasini ishlab chiqish, davlat sinovlari, sanitariya-ekologik ekspertiza, sertifikat olish va davlat ro‘yxatidan o‘tkazish bosqichlarini o‘z ichiga oladi [1].

Suyuq kompleks o‘g‘itlarni sertifikatlashda ozuqa elementlari miqdori bilan bir qatorda pH, zichlik, qovushqoqlik, kristallanish harorati, suvda eruvchan fosfor ulushi va saqlash barqarorligi baholanadi [3]. Sanoat chiqindilaridan olinadigan o‘g‘itlarda og‘ir metallar miqdori alohida nazorat qilinadi: $P_2O_5$ ning har 1 kg iga kadmiy 60 mg, qo‘rg‘oshin 120 mg, margimush 40 mg va simob 1 mg dan oshmasligi talab etiladi [4]. Tovarlar kimyosi metodologiyasiga ko‘ra, mahsulot sifati va uning Tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasi (TIF TN) bo‘yicha kodi kimyoviy tarkibni to‘liq tahlil qilish asosida belgilanadi [5].

Metallarni kimyoviy fosfatlash – buyum sirtida suvda erimaydigan kristall fosfat qatlami hosil qilib, uni korroziyadan himoya qiluvchi va bo‘yoq qatlamining yopishqoqligini oshiruvchi jarayondir [6]. Rux-fosfatli vannalarning ishlatilgan eritmalari va detallarni yuvish suvlari tarkibida ortofosfat va nitrat ionlari hamda erigan rux va temir ionlari bo‘ladi [6]. Bunday oqava suvni tashlab yuborish suv havzalari uchun xavfli, biroq u fosfor va azot manbai sifatida qimmatli xomashyo hisoblanadi. Mahalliy korxonalarda kuchli ishqoriy oqava suvlar ham hosil bo‘ladi; kislotali va ishqoriy oqavalarni o‘zaro neytrallash qo‘shimcha ishqor sarflamasdan ikkala chiqindini bir vaqtda zararsizlantirish imkonini beradi [7].

Ishning maqsadi – fosfatli va ishqoriy sanoat oqava suvlari asosida NP- va NPK-turidagi suyuq kompleks o‘g‘itlar olish hamda ularning tovar xossalarini sertifikatlash talablari nuqtai nazaridan baholash.

**Tadqiqot usuli**

Tadqiqot obyekti sifatida Namangan «Mexmash» AJ da metallarni rux-fosfatli fosfatlashda hosil bo‘ladigan kislotali chiqindi suv (pH 0,2–1,40; umumiy $P_2O_5$ 8,12–10,39%) hamda «UzChays» QK da avtomobil reflektorlari ishlab chiqarishda uskunalarni NaOH asosidagi eritmalar bilan tozalashda hosil bo‘ladigan ishqoriy oqava suv (pH 13,13–13,24) olindi. O‘rtacha namunalar smena davomida olingan bir martalik namunalarni birlashtirib tayyorlandi, +4 °C da saqlandi va vakuum ostida filtrlandi; filtratlar keyingi tadqiqotlarda xomashyo sifatida ishlatildi. Reagentlar sifatida unitol (natriy 2,3-dimerkaptopropan-1-sulfonat), tabiiy zeolit – klinoptilolit, 25% li ammiak suvi, kaliy gidroksid, kalsiy oksid, ammofos va Dehqonobod kaliy o‘g‘itlari zavodining kaliy xloridi qo‘llanildi.

Umumiy va o‘zlashtiriladigan $P_2O_5$ Machigin usulida (GOST 26205-91) ammoniy molibdat bilan 420–470 nm to‘lqin uzunligida [8], ammiakli azot esa Nessler reaktivi bilan 510 nm da (GOST 33045-2014) fotometrik usulda aniqlandi; nitrat azoti ammoniy shakliga qaytarilgandan so‘ng shu usulda topildi. Kaliy kaliy-selektiv elektrod yordamida ionometrik usulda, erkin kislota ($H_3PO_4$ hisobida) 0,1 n NaOH eritmasi bilan metil zarg‘aldoq ishtirokida titrlash orqali aniqlandi. Eritmalarning pH qiymati Mettler Toledo pH-metrida ±0,01 aniqlikda o‘lchandi.

Element tarkibi INCA Energy 350 mikroanaliz tizimi bilan jihozlangan MIRA 2 LMU va JSM-IT200 skanerlovchi elektron mikroskoplarida (20 keV, yuqori vakuum) SEM-EDS usulida aniqlandi; suyuq namunalar tahlildan oldin liofil quritildi [9]. Faza tarkibi XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) difraktometrida (Cu K$\alpha$, 2$\theta$ = 5–70°) aniqlanib, fazalar ICDD PDF-2 ma’lumotlar bazasi bo‘yicha identifikatsiya qilindi va ularning miqdori Rietveld usulida hisoblandi [9]. Funksional guruhlar IRTracer-100 FTIR spektrofotometrida 400–4000 $sm^{-1}$ oralig‘ida o‘rganildi.

Zichlik piknometrik usulda (GOST 18995.1-73), dinamik qovushqoqlik Brookfield DV3T rotatsion viskozimetrida 5–60 °C oralig‘ida [10], kristallanish harorati GOST 18995.5-73 bo‘yicha, to‘yingan bug‘ bosimi esa statik usulda simobli manometr yordamida aniqlandi [10]. Har bir o‘lchov kamida uch marta takrorlandi; o‘lchovlarning metrologik ishonchliligi GOST ISO/IEC 17025-2019 talablari asosida ta’minlandi.

**Tahlil natijalari va muhokama**

Oqava suvlarning tarkibi. Vakuum ostida filtrlash fosfatli suvdagi muallaq qattiq moddalar miqdorini 0,123 dan 0,008 g/l gacha kamaytirdi, ya’ni filtrlash samaradorligi 93,5% ni tashkil etdi. Filtratlarning element tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval**

**Oqava suvlar filtratlarining element tarkibi (SEM-EDS, mass. %)**

| Element | Fosfatli chiqindi suv («Mexmash» AJ) | Ishqoriy oqava suv («UzChays» QK) |
|---|---|---|
| C | 6,56 | 12,43 |
| O | 41,99 | 48,66 |
| Na | 9,29 | 32,26 |
| Al | – | 5,70 |
| Si | 0,23 | 0,37 |
| P | 6,68 | – |
| S | – | 0,30 |
| Cl | 0,56 | 0,28 |
| Ca | 0,15 | – |
| Ti | 0,63 | – |
| Fe | 7,76 | – |
| Zn | 19,50 | – |
| pH | 0,2–1,40 | 13,13–13,24 |

Fosfatli filtratda rux (19,50%), temir (7,76%), natriy (9,29%) va fosfor (6,68%) asosiy komponentlar hisoblanadi; demak, o‘g‘it olishdan oldin metall ionlarini eritmadan chiqarish zarur. Ishqoriy filtratda og‘ir metallar deyarli yo‘q, biroq natriy ulushi 32,26% ga yetadi. Natriy o‘g‘itdagi ozuqa elementlari ulushini kamaytiradi va tuproqning sho‘rlanish xavfini oshiradi, shu sababli ishqoriy suv neytrallashdan oldin natriydan tozalandi.

Oqava suvlarni dastlabki tozalash. Unitol molekulasidagi ikkita qo‘shni SH-guruh protonsizlanib, metall ioni bilan besh a’zoli M–S–C–C–S xelat halqa hosil qiladi, sulfonat guruhi esa reagentning suvda eruvchanligini ta’minlaydi:

$$Zn^{2+} + H_2L^- \rightleftharpoons [ZnL]^- + 2H^+ \quad (1)$$

bu yerda $H_2L^-$ – unitol anioni. Unitol konsentratsiyasi va muhit pH ining metall ionlarining cho‘kish darajasiga ta’siri 2-jadvalda keltirilgan.

**2-jadval**

**Unitol konsentratsiyasi va pH ning metall ionlarining cho‘kish darajasiga ta’siri (25 °C), %**

| Unitol, mol/l | pH | $Fe^{3+}$ | $Zn^{2+}$ | $Cu^{2+}$ | $Ti^{4+}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,001 | 5,5 | 43,0 | 45,0 | 52,0 | 50,58 |
| 0,001 | 6,0 | 44,5 | 46,0 | 52,5 | 52,67 |
| 0,01 | 6,0 | 78,0 | 72,0 | 85,0 | 70,00 |
| 0,01 | 6,5 | 78,25 | 72,5 | 85,5 | 70,57 |
| 0,1 | 6,5 | 86,0 | 90,0 | 92,0 | 93,00 |
| 0,1 | 7,0 | 88,0 | 91,0 | 92,1 | 94,00 |
| 0,5 | 7,0 | 93,0 | 92,0 | 95,30 | 93,30 |
| 0,5 | 7,5 | 94,0 | 93,0 | 95,44 | 94,37 |

Unitol konsentratsiyasi 0,001 mol/l va pH 5,5–6,0 bo‘lganda cho‘kish darajasi 43–55% dan oshmaydi, chunki kuchli kislotali muhitda $H^+$ ionlari metall ionlari bilan raqobatlashib, xelat kompleks hosil bo‘lishini qiyinlashtiradi. Konsentratsiya 0,01 mol/l ga yetkazilganda ko‘rsatkich 70–85,5% gacha, 0,1–0,5 mol/l va pH 6,5–7,5 da esa 86–96% gacha ko‘tariladi. pH ortishi SH-guruhlarning protonsizlanishini osonlashtiradi; shu bilan birga, bu sharoitda $Fe^{3+}$ va $Zn^{2+}$ ionlarining bir qismi gidroksid va fosfat holida ham cho‘kmaga o‘tadi. Konsentratsiya 0,1 dan 0,5 mol/l gacha oshirilganda cho‘kish darajasi atigi 1–5% ga o‘sgani sababli maqbul sharoit sifatida unitol konsentratsiyasi 0,1 mol/l va pH 6,5–7,5 tanlandi.

Ishqoriy suvdagi natriy klinoptilolit, shabazit va mordenit bilan sorbsiyalandi. Adsorbent me’yori hisobiy miqdorning 90% idan 105% igacha oshirilganda tozalanish darajasi klinoptilolit uchun 82,1–91,8%, shabazit uchun 84,5–95,2%, mordenit uchun 85,2–95,3% ni tashkil etdi. Jarayon ion almashinuviga asoslangan: $Na^+$ ionlari zeolit karkasining

manfiy zaryadini muvozanatlovchi almashinuvchi kationlar ($K^+$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$) o‘rnini egallaydi. Klinoptilolitning samaradorligi biroz pastroq bo‘lsa-da, u mahalliy va arzon bo‘lgani uchun tanlandi; 95–100% me’yorda natriyning 90,0–91,1% i chiqarib olindi, bu neytrallash bosqichi uchun yetarli hisoblanadi.

NP- va NPK-turidagi SKO‘ olish. Metallardan tozalangan fosfatli suv va natriydan tozalangan ishqoriy suv 7:1 hajmiy nisbatda olindi: ishqoriy suv 5 ml li ulushlarda, har bir ulushdan keyin 2 daqiqa aralashtirib, 16–17 °C da qo‘shildi va aralashma pH 6,5 gacha neytrallandi. Neytrallash chuqurlashgan sari eritma suyulishi hamda rux, temir va alyuminiy fosfatlarining cho‘kishi hisobiga ozuqa elementlari kamayib, yakuniy eritmada N 1,52% va $P_2O_5$ 4,0% ni tashkil etdi. Bu qiymatlar agrokimyoviy talablar uchun past bo‘lgani sababli mahsulot ammofos bilan boyitildi.

NPK-turidagi o‘g‘it olish uchun fosfatli suv ketma-ket ammiak (pH 2,5–3,0 gacha), kaliy gidroksid (pH 3,0–5,0 gacha) va kalsiy oksid (pH 5,0–6,5 gacha) bilan neytrallandi. Ammiak avval kuchliroq nitrat kislotani, so‘ngra fosfat kislotani neytrallaydi; jarayonni quyidagi reaksiyalar bilan ifodalash mumkin [11]:

$$H_3PO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4H_2PO_4 \quad (2)$$

$$H_3PO_4 + 2NH_3 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4 \quad (3)$$

$$HNO_3 + KOH \rightarrow KNO_3 + H_2O \quad (4)$$

$$2H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2H_2O \quad (5)$$

Ammiak va fosfat kislotaning maqbul mol nisbati $NH_3 : H_3PO_4 = 1,3–1,5$ deb belgilandi: undan past nisbatda eritmada uskunalarni korroziyaga uchratuvchi erkin kislota qoladi, yuqori nisbatda esa ammiak bug‘lanib yo‘qoladi va diammoniyfosfat hamda kalsiy fosfatlari cho‘kmaga tushadi. KOH bilan neytrallashda $K_2O$ miqdori 1,09% gacha ortdi; kaliy ulushini oshirish uchun eritmaga kaliy xlorid qo‘shildi. Olingan o‘g‘itlarning kimyoviy tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

**3-jadval**

**Olingan suyuq kompleks o‘g‘itlarning kimyoviy tarkibi, mass. %**

| O‘g‘it namunasi | pH | N umum. | N amm. | N nitr. | $P_2O_5$ umum. | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NP (neytrallash, boyitishsiz) | 6,5 | 1,52 | – | – | 4,0 | – |
| NP (ammofos bilan boyitilgan) | 6,0 | 3,52 | – | – | 12,0* | – |
| NPK ($NH_3$, KOH, CaO) | 5,0–6,5 | 15,07 | 4,60 | 10,47 | 32,79 | 1,09 |
| NPK (KCl qo‘shilgan) | 5,0–6,5 | 11,29 | 2,15 | 9,14 | 28,94 | 8,0 |

Boyitilgan NP-o‘g‘itda o‘zlashtiriladigan $P_2O_5$ umumiy fosforning 99,2% ini tashkil etadi. NPK-o‘g‘itda azotning asosiy qismi nitrat shaklida bo‘lib, u fosfatlash eritmasidagi nitrat ionlaridan kelib chiqadi; ammiakli azot neytrallashda qo‘shilgan ammiak hisobiga hosil bo‘ladi. KCl qo‘shilishi bilan $K_2O$ miqdori 8,0% ga yetdi, N va $P_2O_5$ ulushi esa suyultirish hisobiga kamaydi.

Element va faza tarkibi. Liofil quritilgan NP-o‘g‘itning SEM-EDS tahlili natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

**4-jadval**

**Liofil quritilgan NP-turidagi SKO‘ ning element tarkibi (SEM-EDS)**

| Element | Massa ulushi, % | Mavjudlik shakli |
|---|---|---|
| O | 49,48 | fosfat, nitrat va sulfat ionlari tarkibida |
| Na | 20,87 | $Na_2SO_4$ va natriy fosfatlari (neytrallovchi ishqoriy suvdan) |
| N | 13,95 | $NH_4^+$ va $NO_3^-$ ionlari |
| P | 11,32 | ortofosfat ionlari ($H_2PO_4^-$, $HPO_4^{2-}$) |
| K | 0,06 | iz miqdorda |
| Boshqa elementlar (Fe, Zn va b.) | 4,32 | kam miqdorda |
| **Jami** | **100,00** | |

Quruq qoldiqda kislorod, natriy, azot va fosfor asosiy elementlar hisoblanadi. Natriyning yuqori ulushi neytrallovchi agent – ishqoriy oqava suvdan kelib chiqadi, kaliy miqdori esa (0,06%) usulning aniqlash chegarasidan (~0,1%) past. EDS natijalari suvsiz qoldiqqa nisbatan berilgani sababli ular suyuq o‘g‘itdagi kimyoviy tahlil natijalari (3-jadval) bilan bevosita taqqoslanmaydi.

Rentgenofazaviy tahlilga ko‘ra, NP-o‘g‘itning quruq qoldig‘i 65,0% $NH_4H_2PO_4$, 16,30% $Na_2SO_4$, 10,20% $(NH_4)_2HPO_4$ va 2,49% ZnO dan, NPK-o‘g‘itniki esa 35,04% $NH_4H_2PO_4$, 28,02% $KH_2PO_4$, 12,15% $Ca(H_2PO_4)_2$ va 11,72% KCl dan iborat. KOH va KCl qo‘shilishi natijasida ammoniy fosfatning bir qismi kaliy digidrofosfatga, CaO esa kalsiy digidrofosfatga

o‘tgan. Fosforning asosan suvda eruvchan digidrofosfat shaklida bo‘lishi uning o‘simliklar tomonidan oson o‘zlashtirilishini ta’minlaydi. IQ spektrdagi 3200–3600 $sm^{-1}$ (O–H), 1300–1400 $sm^{-1}$ ($NO_3^-$) va 900–1100 $sm^{-1}$ (P–O, P–OH) sohalaridagi yutilish chiziqlari eritmada nitrat va fosfat guruhlari mavjudligini sifat jihatdan tasdiqlaydi.

Tovar xossalari va sertifikatlash talablariga muvofiqligi. Olingan SKO‘ larning organoleptik va fizik-texnik ko‘rsatkichlari suyuq o‘g‘itlarga qo‘yiladigan talablar bilan solishtirildi (5-jadval) [3].

**5-jadval**

**Suyuq kompleks o‘g‘itlarning tovar ko‘rsatkichlari va ularning talablarga muvofiqligi**

| Ko‘rsatkich | Talab (me’yor) | NP-o‘g‘it | NPK-o‘g‘it |
|---|---|---|---|
| Tashqi ko‘rinish | shaffof suyuqlik | shaffof yoki biroz loyqa suyuqlik | shaffof yoki biroz loyqa suyuqlik |
| Rang | – | rangsizdan sariq-yashilgacha | sariq-yashildan och jigarranggacha |
| Hid | zaif ammiak hidi | xarakterli ammiak hidi | xarakterli ammiak hidi |
| pH | 5,5–7,0 | 6,0–7,5 | 6,5–7,5 |
| Zichlik*, $g/sm^3$ | 1,10–1,45 | 1,298–1,409 | 1,308–1,426 |
| Dinamik qovushqoqlik*, mPa·s | 5–30 | 6,05–19,79 | 7,06–21,75 |
| Kristallanish harorati*, °C | −5 … −20 | −15,2 … −17,4 | −15,7 … −18,9 |
| Suvda eruvchan $P_2O_5$ ulushi, % | ≥ 85 | 99,2 | – |
| $N + P_2O_5 + K_2O$ yig‘indisi, % | 20–50 | 15,52 | 48,23 |

Zichlik, qovushqoqlik va kristallanish harorati bo‘yicha ikkala o‘g‘it ham suyuq o‘g‘itlarga qo‘yiladigan talablarga mos keladi. Harorat 5 °C dan 60 °C gacha ko‘tarilganda qovushqoqlik taxminan ikki barobar kamayadi, bu elektrolit eritmalari uchun xos bo‘lib, o‘g‘itni nasoslar va tomizgichlar orqali uzatishni osonlashtiradi. Kristallanish haroratining −15…−19 °C bo‘lishi mahsulotni Markaziy Osiyo sharoitida qishda isitilmaydigan omborlarda saqlash imkonini beradi. 20 °C da NP-eritmalar ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi 1,04–2,21 kPa ni tashkil etib, toza suvnikidan (2,34 kPa) past; bu Raul qonuniga muvofiq erigan tuzlar suvning faolligini kamaytirishi bilan izohlanadi va ochiq maydonda qo‘llashda bug‘lanish yo‘qotishlari kamligini ko‘rsatadi.

pH ning yuqori chegarasi (7,5) tavsiya etilgan qiymatdan (7,0) biroz yuqori bo‘lgani sababli ishlab chiqarishda neytrallashni pH 6,0–7,0 oralig‘ida yakunlash maqsadga muvofiq. NP-o‘g‘itda ozuqa elementlari yig‘indisi 15,52% bo‘lib, yuqori konsentratsiyali SKO‘ uchun belgilangan quyi chegaradan (20%) past; shu sababli u past konsentratsiyali suyuq o‘g‘it sifatida tasniflanadi yoki qo‘shimcha boyitishni talab etadi. NPK-o‘g‘itda bu ko‘rsatkich 48,23% ni tashkil etadi. Sanoat sinovida olingan neytrallangan namunada temir miqdori 0,1%, eruvchan rux esa 0,08% ni tashkil etdi. Sertifikatlash uchun majburiy bo‘lgan kadmiy, qo‘rg‘oshin, margimush va simob miqdorini aniqlash hamda texnik shartlar loyihasini ishlab chiqish tadqiqotning keyingi bosqichi hisoblanadi.

Sanoat-tajriba sinovi va TIF TN bo‘yicha tasniflash. Laboratoriya natijalari 2026-yil 23-yanvardan 23-fevralgacha «IFODA Agro Kimyo Himoya» MChJ QK ning tajriba qurilmasida sinovdan o‘tkazildi. Neytrallash X18H10T po‘latdan yasalgan, aralashtirgich va isitish tizimi bilan jihozlangan 0,25 $m^3$ hajmli reaktorda 35–40 °C da 25–30 daqiqa davomida olib borildi; harorat ammiakning bug‘lanib yo‘qolishining oldini olish uchun 40 °C dan oshirilmadi. «Mexmash» AJ va «UzChays» QK chiqindi eritmalari 490:35 nisbatda aralashtirilganda pH 6,88–7,00 ga yetdi; olingan NP-o‘g‘itda umumiy $P_2O_5$ 12,0%, azot 3,52% ni, NPK-o‘g‘itda esa N, $P_2O_5$ va $K_2O$ mos ravishda 11,29; 28,94 va 8,0% ni tashkil etdi. Mahsulotlar tarkibi korxonada ishlab chiqarilayotgan «IFO MAKROMIX» suyuq o‘g‘itiga yaqin bo‘lgani uchun har bir turdan 1000 kg dan tajriba partiyasi ishlab chiqarildi.

TIF TN bo‘yicha tasniflash tarkibdagi ozuqa elementlarini aniqlash, ularning kimyoviy shakli, mahsulotning fizik holati hamda qo‘shimcha anion va kationlarni baholash ketma-ketligida amalga oshirildi [12]. Ikkala mahsulot ham 31-guruhning 3105 pozitsiyasiga kiradi. NP-turidagi o‘g‘it tarkibida nitratlar va fosfatlar bo‘lgani sababli 3105 51 000 0 subpozitsiyasiga mos keladi. Bojxona organlari tomonidan azot, fosfor va kaliy saqlovchi suyuq kompleks mineral o‘g‘it uchun 3105 20 100 1 kodi tavsiya etildi. To‘g‘ri tovar kodi bojxona to‘lovlari stavkasini, eksport-import tartibini va sertifikatlash talablarini aniq belgilash imkonini beradi.

**Xulosa.**

1. Fosfatli chiqindi suvni vakuum ostida filtrlash muallaq qattiq moddalarni 93,5% ga kamaytiradi; unitol bilan $Fe^{3+}$, $Zn^{2+}$, $Cu^{2+}$ va $Ti^{4+}$ ionlarining cho‘kish darajasi 86–96% ni, klinoptilolit bilan ishqoriy suvdan natriyni ajratish darajasi 90,0–91,1% ni tashkil etadi.

2. Fosfatli va ishqoriy oqava suvlarni o‘zaro neytrallash va ammofos bilan boyitish orqali tarkibida 3,52% N va 12,0% $P_2O_5$ bo‘lgan NP-o‘g‘it, ammiak, KOH va CaO bilan neytrallab, KCl qo‘shish orqali esa 11,29% N, 28,94% $P_2O_5$ va 8,0% $K_2O$ saqlovchi NPK-o‘g‘it olindi; $NH_3$ : $H_3PO_4$ mol nisbatining maqbul qiymati 1,3–1,5 ga teng.

3. XRD tahliliga ko‘ra, NP-o‘g‘itning asosiy fazalari $NH_4H_2PO_4$ (65,0%) va $Na_2SO_4$ (16,30%), NPK-o‘g‘itniki esa $NH_4H_2PO_4$ (35,04%) va $KH_2PO_4$ (28,02%) bo‘lib, fosfor asosan suvda eruvchan digidrofosfat shaklida mavjud.

4. Olingan SKO‘ larning zichligi (1,298–1,426 g/$sm^3$), qovushqoqligi (6,05–21,75 mPa·s), kristallanish harorati (−15,2…−18,9 °C) va suvda eruvchan $P_2O_5$ ulushi suyuq o‘g‘itlarga qo‘yiladigan tovar talablariga mos keladi; NP-o‘g‘it ozuqa elementlari yig‘indisi bo‘yicha past konsentratsiyali o‘g‘itlar guruhiga kiradi.

5. «IFODA Agro Kimyo Himoya» MChJ QK da NP- va NPK-turidagi SKO‘ dan 1000 kg dan tajriba partiyalari ishlab chiqarildi; NP-o‘g‘it TIF TN ning 3105 51 000 0 subpozitsiyasiga mos keladi, NPK-o‘g‘it uchun 3105 20 100 1 kodi tavsiya etildi.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Hignett, T. P. (1985). Fertilizer manual. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

2. O‘zbekiston Respublikasining «Mahsulot va xizmatlarni sertifikatlashtirish to‘g‘risida»gi Qonuni. (2022). Toshkent: Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.

3. FAO. (2023). Fertilizer quality and safety standards. Rome: FAO.

4. Slack, A. V., & James, W. A. (1979). Fertilizer science and technology (Vol. 2). New York: Marcel Dekker.

5. Asqarov, I. R. va boshq. (2019). Tovarlar kimyosi. Toshkent: Yangi asr avlodi.

6. Grilikhes, S. Ya. (1985). Oksidnye i fosfatnye pokrytiya metallov (5th ed.). Leningrad: Mashinostroenie.

7. Metcalf & Eddy, Inc. (2014). Wastewater engineering: treatment and resource recovery (5th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

8. GOST 26205-91. (1992). Pochvy. Opredelenie podvizhnykh soedineniy fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikatsii TsINAO. Moscow: Izdatel’stvo standartov.

9. Vasil’ev, V. P. (2004). Analiticheskaya khimiya: Kn. 2. Fiziko-khimicheskie metody analiza. Moscow: Drofa.

10. Namazov, Sh. S. va boshq. (2018). Suyuq azot-fosforli o‘g‘itlar texnologiyasi. Toshkent: Fan.

11. Pozin, M. E. (1974). Tekhnologiya mineral’nykh soley (udobreniy, pestitsidov, promyshlennykh soley, okislov i kislot) (Ch. 2, 4th ed.). Leningrad: Khimiya.

12. Toshtemirova, S. B., Dehqonov, R. S., & Doliyev, G‘. A. (2026). Sanoat fosfatli chiqindilari asosida olingan suyuq kompleks o‘g‘itlarni TIF TN bo‘yicha tasniflash va sertifikatlash asoslari. In «Tovarlar kimyosi va xalq tabobati muammolari va istiqbollari» XIII Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari (pp. 134–135). Andijon.