ISSN: 3060-4966
JIZPI XABARNOMASI



ISSN: 3060-4966





# JIZPI XABARNOMASI

ILMIY-TEXNIK JURNAL

05.00.00 - Texnika fanlari
05.02.00 - Mashinasozlik va mashinashunoslik. Mashinasozlikda materiallarga ishlov berish. Metallurgiya. Aviasiya texnikasi
05.03.00 - Asbobsozlik, metrologiya va axborot-o'lchov asboblari va tizimlari
05.04.00 - Radiotexnika va aloqa
05.05.00 - Energetika va elektrotexnika. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish texnologiyasi. Elektronika
05.06.00 - To'qimachilik va yengil sanoat materiallari va buyumlari texnologiyasi
05.07.00 - Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini mexanizasiyalash texnologiyasi
05.08.00 - Transport
05.09.00 - Qurilish
05.10.00 - Inson faoliyati xavfsizligi

**2026**

**maxsus son**

JURNAL.JIZPI.UZ

JIZPI XABARNOMASI

**Muassis:**
Jizzax politexnika instituti

**O‘zR Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2024-yil 25- dekabrdagi 365/4-son qarori bilan jurnal 05.00.00 – Texnika fanlari bo‘yicha OAK milliy nashrlari ro‘yxatiga kiritilgan**

**JizPI xabarnomasi**
**ILMIY-TEXNIK JURNAL**

**Vestnik DjizPI**
**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**Bulletin of JizPi**
**SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL**

*Bir yilda to‘rt marta chop etiladi.*

Jizzax viloyati Matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2019 yil 14 martda 06-042 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

**Nashr uchun mas’ul:**
K.Karimova

Bosishga ruxsat etildi: 04.10.2026.
Qog’oz bichimi: 60x84 1/8.
Bosma tabog’i: 13,5.
Ofset bosma. Ofset qog’ozi.
Adadi: 100 dona.
Bahosi kelishilgan narxda.
Buyurtma №14
“JIZPI TIPOGRAFIYASI” MChJ tomonidan tayyorlangan.

“JIZPI TIPOGRAFIYASI” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
130100,Jizzax shahri, Islom Karimov shoh ko‘chasi, 4 - uy.

**Telefon: (+99888) 140 00 74**

**BOSH MUHARRIR:**
**A.USMANKULOV, texnika fanlari doktori, professor**
**BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARI:**
**J.ABDUNAZAROV, texnika fanlari doktori, professor**
**MAS’UL MUHARRIR**
**K.KARIMOVA, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori**
**TAHRIR HAY’ATI:**
**S.M.Turobjonov,** texnika fanlari doktori, akademik (TDTU)
**S.S. Shaumarov,** texnika fanlari doktori, professor (TDTrU)
**U.Yu.Yuldashev,** fizika-matematika fanlari doktori, professor (JizPI)
**J.N.Abdunazarov,** texnika fanlari doktori, professor (JizPI)
**A.Parpiyev,** texnika fanlari doktori, professor (JizPI)

**I.S.Shukurov,** texnika fanlari doktori, professor (SamGASU)
**Q.J.Jumaniyozov,** texnika fanlari doktori, professor (TEITI)
**M.T.Xodjiyev,** texnika fanlari doktori, professor (GulDU)
**A.Z.Mamatov,** texnika fanlari doktori, professor (TTYeSI)
**U.B. Yusupov,** texnika fanlari doktori, dotsent (TDTrU)
**Sh. A.Qorabayev,** texnika fanlari doktori, professor (NDTU)
**S.L. Eshkobilov,** PhD, professor (AQSH)
**M.Mikusova,** PhD, professor (Slovakia)
**V.A.Kondratev,** texnika fanlari doktori, professor (Belarus)
**M.M. Ganiyev,** texnika fanlari doktori, professor (Rossiya)
**F.A. Egamberdiyev,** texnika fanlari doktori, dotsent (JizPI)
**I.Z.Abbazov,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**O.Zafarov,** texnika fanlari doktori, dotsent (JizPI)
**I.B.Asqarov,** pedagogika fanlari doktori, professor (JizPI)
**W. Pangwei,** PhD, professor (Xitoy)
**K. Kim,** PhD, professor (Janubiy Koreya)
**K. Széll, -** PhD, Dotsent (Vengriya)
**A. Cansiz –** PhD, Professor (Turkiya)
**M. Pogatsnik –** PhD, Dotsent (Vengriya)
**Sh. Madjidov –** DSc, Dotsent (Xitoy)
**V.I. Rimshin,** texnika fanlari doktori, professor (Rossiya)
**A.B. Zabiyeva,** PhD, dotsent (Qozog'iston)
**S.X.Baxriev,** texnika fanlari nomzodi, dotsent (Tojikiston)
**I.V.Yakimenko,** texnika fanlari doktori, professor (Rossiya)
**S.O. Eshbekova,** fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent
**O.K.Adilov,** texnika fanlari nomzodi, professor (JizPI)
**S.Tavboyev,** Texnika fanlari nomzodi, dotsent (O‘zMU JF)
**Sh.M. Musayev,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**A.O. Sultonov,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**S.V.Djiyanbayev,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**G‘I.Mamayev,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**O.B.Berdiyev,** texnika fanlari nomzodi, professor (JizPI)
**B.I.Matniyazov,** texnika fanlari nomzodi, professor (JizPI)
**S.A. Sattarov,** fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent (JizPI)
**G’.G’.Egamnazarov,** texnika fanlari nomzodi, dotsent (JizPI)
**B.B.Doniyorov,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**M.A.Doniyorova,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**T.A.Berdiyorov,** iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**O‘.I.Jamolov,** iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**S.A.Usmanov,** pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, professor (JizPI)
**A.A.Taylaqov,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**B.A.Tursunov,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**M.Anorboyev,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**E.Abdullayev,** texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (JizPI)
**L.M.Qurbonova,** kimyo fanlari falsafa doktori, PhD (JizPI)
**B.U.Meliyev,** texnika fanlari falsafa doktori, dotsent (JizPI)

**TEXNIK MUHARRIRLAR:**
**M.Eshqulov** - assistent o‘qituvchi, (UZ, ENG, RUS)

**X.Xamdamova** – filologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (UZ)
**M.Ziyayeva** - pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (RU)
**F.Xiloliddinova** - v.b.dotsent (ENG)

**Tahririyat manzili:**
**Jizzax shahri, Islom Karimov shoh ko‘chasi, 4-uy**
**Faks: (0372) 226-45-47. Rasmiy sayt jurnal.jizpi.uz**

# Mundarija


1 ***Oybek Achilovich Kayumov, Nazokat Rashitovna Kayumova.*** A Safety-Constrained Speaker-Adaptive Algorithm for Foreign Language Pronunciation Assessment in Correctional Education ..... **6**

2 ***Хамиджонов Шермурод Хомиджон ўғли.*** Namangan viloyatida sanoat tarmoqlari joylashuvining o‘ziga xos xususiyatlari va rivojlanish tendensiyalari ..... **10**

3 ***Fakhriddin A. Boboyev, Malokhat U. Ilkhamova, Shakhruzbek O. Ozodov.*** Optimizing Overlock Seam Parameters for Joining Footwear Uppers to Nonwoven Strobel Insoles ..... **14**

4 ***Nuriddin Tojiyev, Shohruh Safarov, Behzod Tahirov, Otabek Abdullayev.*** Thermo-Magneto-Electro-Elastic Nonlinear Bending of Anisotropic Plates of Complex Shape ..... **18**

5 ***Yusufov Khakim, Khamidov Ilyosbek.*** Investigation of the strength properties of polymer-modified asphalt concrete mixtures ..... **24**

6 ***Nazarov Furqat Daminovich, Saodullayev Abror Saypullayevich.*** Shamol tezligi nisbatan past bo‘lgan hududlar uchun ikki rotorli qarama-qarshi aylanadigan shamol turbinalarini hisoblash (Jizzax hududi misolida) ..... **27**

7 ***Kamoliddin Kadirov, Nazarov Furqat Daminovich, Xoldarov Botir.*** Yengil sanoat korxonalarining rivojlanishi va elektr energiya iste’moli holati tahlili ..... **32**

8 ***O‘rinov Shuhrat, Shermuxammedov, Abdulatif.*** Multisim dasturi asosida elektron sxemalarni modellashtirish va tadqiq etish ..... **36**

9 ***Xoshimov Ilhomjon Erkin o‘g‘li.*** Yuvilgan kuydirilgan konsentrat asosidagi ekstraksion fosfat kislotasini sulfatsizlantirish va konsentrlash ..... **40**

10 ***Amanov Azamat Kushnazarovich.*** O‘zbekiston sanoat korxonalarining atrof-muhitga ta’sirini matematik tahlil qilish ..... **44**

# YUVILGAN KUYDIRILGAN KONSENTRAT ASOSIDAGI EKSTRAKSION FOSFAT KISLOTASINI SULFATSIZLANTIRISH VA KONSENTRLASH

*Xoshimov Ilhomjon Erkin o‘g‘li*
*Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandislik kafedrasi*
*Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti*
*Farg‘ona, O‘zbekiston*
*email:*
*xoshimov.ilhomjon1991@gmail.com*

***Annotatsiya - Ekstraksion fosfor kislotasini (EFK) tozalash va konsentrlash yuqori sifatli o‘g‘it hamda ozuqa fosfatlarini olishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotda 20,5% $P_2O_5$ tarkibli EFKni stronsiy karbonat (SrCO3) yordamida sulfatsizlantirish va so‘ngra bug‘latish orqali konsentrlash jarayoni o‘rganildi. Bunda Optimal me'yor: SrCO3 ning stehiometrik miqdorga nisbatan 100% olinganda kislotani sulfatsizlantirish darajasi kamida 97% ga yetishi aniqlandi. Cho‘kma hosil bo‘lishi: sulfatsizlantirish kislotani 45% dan 60% P2O5 gacha bug‘latish jarayonida ko‘plab erimaydigan tuzlar (xususan, ftor, ikki va uch valentli metallar) cho‘kmaga tushadi. Xossalari: Tiniqlashtirilgan EFK yaxshi oquvchanlikka va tashish uchun qulay xususiyatlarga ega bo‘lib, normal sharoitda uchuvchan emas. Bug‘latilgan va tiniqlashtirilgan kislotalarning tarkibi aniqlanib, komponentlarning taqsimlanish darajasi hisoblandi hamda bug‘langan EFKning fizik-kimyoviy xossalari (to‘yingan bug‘lar bosimi va qaynash harorati) o‘rganildi.***

***Kalit so‘zlar - ekstraksion fosfor kislotasi, stronsiy karbonat, sulfatsizlantirish, bug‘latish, tiniqlashtirish, tarkib, bug‘ bosimi, qaynash harorati.***

KIRISH

Yuqori sifatli konsentrlangan fosforli o‘g‘itlar va ozuqa tuzlarini ishlab chiqarish uchun tarkibida 37-56% va undan ortiq P2O5 bo‘lgan fosfor kislotasi talab etiladi. Nazariy jihatdan kislotani bug‘latish orqali zarur konsentratsiyaga erishish mumkin. Biroq bu jarayon issiq kislota ta’sirida apparatura materiallarining korroziyasi va tarkibdagi aralashmalarning cho‘kmaga tushishi tufayli jiddiy qiyinchiliklarga uchraydi. Asosan kalsiy, temir, alyuminiy sulfatlari va fosfatlari, shuningdek kalsiy ftoridlaridan iborat cho‘kmalar qizdiruvchi sirtlarni qoplab oladi.

Tabiiy fosfatlarni sulfat kislota yordamida parchalash jarayonida olinadigan ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) tarkibida jami 15 massa % gacha qo‘shimchalar mavjud bo‘ladi. Ularning asosiy qismini Ca2+, Mg2+, K+, Na+, Fe3+, Al3+, Pb2+ kationlari hamda SO42-, F-, SiF62-, C1-, HSO4-, AsO43- kabi anionlar tashkil etadi [1]. EFKni bug‘latish imkoniyati ko‘p jihatdan undagi magniy miqdoriga bog‘liq. Magniy ftoridning parchalanishi va gel hosil bo‘lishining oldini olish uchun aktiv SiO2 qo‘shiladi [2]. Natijada quyidagi reaksiya yuzaga keladi:

2MgF2 + 4H3PO4 + SiO2 → 2Mg(H2PO4)2 + SiF4 + 2H2O

Bu jarayon ftorning SiF4 ko‘rinishida chiqarilishini va kislotani 50-53% P2O5 gacha quyuqlashtirishni ta’minlaydi [3]. Masalan, Xibin apatit konsentratidan, Qoratau oddiy fosforit unidan va Qizilqum fosforitlari asosidagi yuvilgan kuydirilgan konsentratdan (26% P2O5 saqlovchi MOK-26) olingan fosfor kislotalarida MgO miqdori mos ravishda iz miqdorida, 1.8-2.3% va 0.39-0.81% ni tashkil etadi. Bu MOK-26 asosidagi EFKni yuqori P2O5 konsentratsiyalarigacha bug‘latish to‘liq mumkinligidan dalolat beradi [4].

Hozirgi vaqtda fosfor kislotasini tozalashning quyidagi usullari mavjud: issiq gazsimon issiqlik tashuvchilar bilan konsentrlash vaqtida aralashmalarni gaz fazasiga chiqarib yuborish (ftorsizlantirish); aralashmalarni qiyin eruvchan tuzlar, masalan, kalsiy sulfat ko‘rinishida cho‘ktirish; adsorbentlar yordamida sorbsion usullar; ion-almashtirib tozalash; sovutish va kristallash; organik erituvchilar bilan ekstraksion tozalash; EFKni ammonizatsiyalash orqali aralashmalarni cho‘ktirish [5].

Hozirgi kunda O‘zbekistondagi “Ammofos-Maxam” AJ o‘rtacha 26% P2O5 saqlaydigan yuvilgan kuydirilgan konsentratni (MOK-26) digidrat usulida qayta ishlab, quyidagi tarkibli EFKni olmoqda (massa. %): P2O5 - 16.46; CaO - 0.052; MgO - 1.11; SO3 - 2.98; Fe2O3 - 0.28; Al2O3 - 0.42; F - 0.99, va uning asosida ammofos ishlab chiqarmoqda. TSh 6.6-09:2008 bo‘yicha ammofos tarkibi: 46±1% o‘zlashtirilgan P2O5, 33-43% suvda eruvchan P2O5, 11±1% N, 1.0% H2O. Granulalar mustahkamligi 3 MPa dan kam emas. Biroq mahsulot suvda to‘liq erimaydi (suvdagi P2O5 ning umumiy P2O5 ga nisbati 80% dan kam), bu EFK tarkibining turli ballast aralashmalar bilan ifloslangani bilan izohlanadi [6], [7], [8].

EFKda ustunlik qiluvchi aralashma sulfat ionlari bo‘lgani sababli, tozalashning birinchi va hal qiluvchi bosqichi sulfatsizlantirish bo‘lishi kerak. EFK sifatini yaxshilash maqsadida [9], [10]-ish mualliflari Ca(OH)2, CaCO3 va tarkibida 20% gacha erkin CaO saqlovchi MOK-26 yordamida sulfat ionlarini dastlabki tarzda yo‘qotishni amalga oshirganlar. Bunda SO3 ning maksimal cho‘kish

koeffitsiyenti (85.65%) 125%-li CaCO3 normasi qo‘llanilganda ta’minlanadi. Shundan so‘ng sulfatsizlantirilgan EFK kislotaga nisbatan uch karrali ortiqcha miqdordagi atseton (99.5% C3H6O) yordamida qolgan aralashmalardan chuqur tozalanadi. Bunda P2O5, MgO, Fe2O3, Al2O3, SO3 va F ning cho‘kish koeffitsiyentlari mos ravishda 16.56; 97.89; 95.65; 91.08; 96.89; 86.25 va 60.10% ni tashkil etadi. Tozalash jarayonida ishlatiladigan atseton oson tiklanadi va yangi porsiya sulfatsizlantirilgan EFKni tozalash uchun qayta ishlatiladi. Atseton va qisman suv haydab chiqarilganda EFKdan ikki- va uch o‘rinbosarli metallar, sulfat hamda ftorid ionlari qo‘shimcha ravishda chiqarib yuborilishi aniqlangan, bu esa yuqori sifatli fosfatlar ishlab chiqarishga yaroqli 35-55% P2O5 konsentratsiyali fosfor kislotasini olish imkonini beradi. Kalsiy minerallarini qo‘llash usulining asosiy kamchiligi shundaki, ular EFK tarkibidagi sulfat ionlarini to‘liq olib tashlay olmaydi.

Masalan, Rossiyada sanoat usulida cho‘ktirgich sifatida Xibin apatitidan foydalanadilar. 52-54% P2O5 gacha bug‘latilgan EFK jadal aralashtirish sharoitida 70-80°C da apatit bilan ishlov beriladi, so‘ngra koagulyant qo‘shilib, tinchitiladi va tozalangan EFK eritmasi kalsiy sulfatning erimaydigan cho‘kmasidan ajratib olinadi. Bunda mahsulot fosfor kislotasidagi SO42- miqdori 0.15-0.5% ni tashkil etadi. Kalsiy sulfatning fosfor kislotali eritmalarida eruvchanligi tufayli bundan chuqurroq sulfatsizlantirishga erishib bo‘lmaydi. Apatitni qo‘shishning muhim kamchiliklaridan biri - u bilan birga qo‘shimcha miqdordagi aralashmalar kirib kelishi bo‘lib, bu EFKni keyingi tozalashga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [11].

Bariy tuzlarini ishlatish orqali eng chuqur sulfatsizlantirishga erishish mumkin. Bunda kislotadagi qoldiq SO42- miqdori 0.002% gacha kamayadi, bu kalsiy minerallarini qo‘llashdagiga qaraganda 100 baravar kam. Biroq bariy tuzlarini qo‘llash bariyning eruvchan birikmalari zaharli ekanligi sababli xavf tug‘diradi, shuningdek, faza ajratish uchun qimmatbaho sentrifugalarni talab qiluvchi mayda dispersli, yomon cho‘kuvchi BaSO4 zarralari hosil bo‘lishiga olib keladi [12].

Bariy birikmalaridan farqli o‘laroq, stronsiy tuzlari kalsiy saqlovchi minerallar kabi kam xavfli moddalar jumlasiga kiradi. Stronsiy tuzlarining asosiy texnologik afzalligi - EFK eritmasidagi qoldiq SO42- miqdorini 30-40 baravarga kamaytirish imkoniyatidir. Ma’lumki, 18°C da SrSO4 ning suvda eruvchanligi 0.011% ni tashkil etadi, holbuki CaSO4 uchun bu ko‘rsatkich 0.5-0.6% ga teng.

Ushbu usulni qo‘llashda chiqindi sifatida SrSO4 hosil bo‘ladi. Biroq stronsiy karbonatining narxi yuqoriligini hisobga olib, uni olish xarajatlarini kamaytirish maqsadida EFKni sulfat ionlaridan tozalash chiqindisi sifatida hosil bo‘ladigan SrSO4 ni SrCO3 ga konversiya qilish maqsadga muvofiqdir.

Mualliflar natriy va kaliy karbonatlari yordamida stronsiy sulfatni konversiya qilish imkoniyatini o‘rganganlar. Natijada 90°C da SrSO4 → SrCO3 konversiya darajasiga ~95% gacha erishish mumkinligi aniqlangan [13].

Adabiyotlarda MOK-26 asosidagi EFKni sulfatsizlantirish jarayonlarida stronsiy tuzlarini qo‘llash bo‘yicha ma’lumotlar mavjud emas. Mazkur ishning maqsadi Qizilqum EFKni SrCO3 yordamida sulfatsizlantirish va sulfatsizlantirilgan EFKni bug‘latish usuli bilan konsentrlashdan iborat. Bunda bug‘latilgan va tiniqlashtirilgan EFKning fizik-kimyoviy xossalari (zichligi, qovushqoqligi, to‘yingan bug‘lar bosimi, qaynash harorati) o‘rganiladi.

## TADQIQOT USULLARI VA TAJRIBA O‘TKAZISH TEXNOLOGIYASI

Ishda dastlabki xomashyo sifatida AO «Ammofos-Maxam» sharoitida Qizilqum fosforitlari asosidagi yuvilgan kuydirilgan konsentratdan (MOK-26) digidrat usulida olingan ekstraksion fosfor kislotasi (EFK) ishlatildi [4]. Boshlang‘ich kislotaning kimyoviy tarkibi quyidagi massaviy ulushlarni tashkil etdi (%): P2O5 - 18.95; CaO - 0.27; MgO - 0.26; Fe2O3 - 0.41; Al2O3 - 0.56; F - 0.45; umumiy SO3 - 2.96; erkin SO3 - 0.15. Shuningdek, reagent sifatida “kimyoviy toza” markali stronsiy karbonat (SrCO3, asosiy modda miqdori 98% dan kam bo‘lmagan) qo‘llanildi [14].

Kislota tarkibidagi sulfat ionlarini chuqur cho‘ktirish va yo‘qotish jarayoni quyidagi reaksiya tenglamasi asosida amalga oshirildi:

SrCO3 + H2SO4 → SrSO4 + CO2 + H2O

Tajriba jarayonida ma’lum miqdordagi boshlang‘ich EFK reaktorga yuklanib, 75°C haroratgacha qizdirildi. Shundan so‘ng, kislotaga hisoblangan miqdordagi SrCO3 qattiq kukun yoki 40% li eritma ko‘rinishida asta-sekin qo‘shildi (stexiometriyadan 95% dan 105% gacha). Aralashtirish davomiyligi 30 daqiqani tashkil etdi. Reaksiya tugagach, reaksiya massasi 60-65°C haroratda 60 daqiqa davomida tindirildi. Hosil bo‘lgan cho‘kma filtratsiya usuli yordamida kislotaning yuqori tiniq qismidan ajratib olindi. Ajratilgan cho‘kma quritilib, undagi P2O5 miqdori va kislotaning sulfatsizlantirish darajasi quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$\text{Sulfatsizlantirish darajasi (\%)} = \frac{SO_3(boshlang'ich) - SO_3\,(tiniq\ qismi)}{SO_3\,(boshlang'ich)} \times 100$$

1-JADVAL. STRONSIY KARBONAT NORMASINING EKSTRAKSION FOSFOR KISLOTASINI SULFATSIZLANTIRISH DARAJASIGA TA’SIRI

| Физическое состояние $SrCO_3$ | Норма $SrCO_3$, % | ЭФК обессульфаченная, % | | Содержание $P_2O_5$ в сухом осадке, % | Степень обессульфа-чивания, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $P_2O_5$ | $SO_3$ | | |
| Сухой | 95 | 20.86 | 0.15 | 0.71 | 96.17 |
| | 97.5 | 20.86 | 0.13 | 0.73 | 96.48 |
| | 100 | 20.53 | 0.10 | 0.79 | 97.34 |
| | 102.5 | 21.04 | 0.10 | 0.82 | 97.36 |
| | 105 | 21.39 | 0.10 | 0.91 | 97.37 |
| 40 %-ный раствор | 95 | 20.03 | 0.16 | 0.82 | 95.25 |
| | 97.5 | 20.32 | 0.13 | 0.84 | 96.30 |
| | 100 | 20.47 | 0.12 | 0.88 | 96.55 |
| | 102.5 | 20.43 | 0.12 | 0.92 | 96.68 |
| | 105 | 20.02 | 0.12 | 0.98 | 96.76 |
| Сухой ($ЭФК_{время\ отстаивания}$ – 100 часов) | 100 | 20.53 | 0.10 | 0.83 | 97.34 |

Sulfatsizlantirilgan (20.53% $P_2O_5$) kislota kvars reaktorida 45.62%, 50.01%, 55.25% va 60.34% $P_2O_5$ qiymatlarigacha (150°C, 160°C, 165°C va 180°C haroratlarda) bug‘latildi.

## NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

Laboratoriya tadqiqotlari shuni ko‘rsatdiki, $SrCO_3$ normasining 95% dan 105% gacha oshishi bilan kislotani sulfatsizlantirish darajasi kukun uchun 96.17% dan 97.37% gacha, eritma uchun esa 95.25% dan 96.76% gacha oshadi. Optimal me’yor sifatida 100% stexiometriya tanlandi (kukun uchun 97.34%, eritma uchun 96.55% sulfatsizlantirish).

2-JADVAL. SULFATSIZLANTIRILGAN BUG‘LATILGAN FOSFOR KISLOTASI NAMUNASI VA ULARNING CHO‘KMALARI TARKIBI

| **Концентрация $P_2O_5$ в ЭФК, %** | **Содержание компонентов, вес. %** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CaO** | **MgO** | **$Fe_2O_3$** | **$Al_2O_3$** | **$SO_3$** | **F** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Упаренная обессульфаченная ЭФК** | | | | | | |
| 45.62 | 0.63 | 0.60 | 1.01 | 1.39 | 0.21 | 0.42 |
| 50.01 | 0.69 | 0.63 | 1.08 | 1.54 | 0.24 | 0.40 |
| 55.25 | 0.75 | 0.73 | 1.23 | 1.68 | 0.28 | 0.38 |
| 60.34 | 0.82 | 0.78 | 1.34 | 1.83 | 0.30 | 0.32 |
| **Осветленная часть из упаренной обессульфаченной ЭФК** | | | | | | |
| 47.22 | 0.01 | 0.40 | 0.95 | 1.22 | 0.10 | 0.30 |
| 52.15 | 0.08 | 0.42 | 1.04 | 1.40 | 0.13 | 0.28 |
| 55.58 | 0.01 | 0.53 | 1.27 | 1.61 | 0.17 | 0.26 |
| 60.21 | 0.05 | 0.47 | 1.16 | 1.47 | 0.18 | 0.24 |
| **Неотмытый осадок из упаренной обессульфаченной ЭФК** | | | | | | |
| 48.02 | 8.41 | 3.52 | 1.89 | 3.89 | 1.69 | 2.18 |
| 31.46 | 5.96 | 2.42 | 1.46 | 2.98 | 1.21 | 1.44 |
| 53.69 | 4.24 | 1.67 | 1.06 | 2.02 | 0.79 | 0.95 |
| 55.26 | 17.29 | 7.42 | 4.94 | 9.32 | 2.39 | 2.00 |

Kimyoviy tahlil shuni ko‘rsatadiki, 45%-li $P_2O_5$ li EFK eritmalarini cho‘kmani ajratgan holda tiniqlashtirganda, $Fe_2O_3$ dan tashqari aralashma komponentlari miqdori kamayadi (massa. %): CaO - 0.63 dan 0.01 gacha; MgO - 0.60 dan 0.40 gacha; $Al_2O_3$ - 1.39 dan 1.22 gacha; $SO_3$ - 0.21 dan 0.10 gacha; F - 0.42 dan 0.30 gacha; 55%-li $P_2O_5$ li EFK uchun esa CaO miqdori 0.75 dan 0.01 gacha; MgO - 0.73 dan 0.53 gacha; $Al_2O_3$ - 1.68 dan 1.61 gacha; $SO_3$ - 0.28 dan 0.17 gacha; F - 0.38 dan 0.26 gacha kamayadi.

Yuvilmagan cho‘kmalarning kimyoviy tarkibiga ko‘ra (31.46-55.26% $P_2O_5$; 4.24-17.29% CaO; 1.67-7.42% MgO; 1.06-4.94% $Fe_2O_3$; 2.02-9.32% $Al_2O_3$; 0.79-2.39% $SO_3$ va 0.95-2.18% F) ularda $CaSO_4$, $CaHPO_4$, $AlPO_4$, $FePO_4$, $MgF_2$, shuningdek $K_2SiF_6$, $KNaSiF_6$, $K_3SiF_7$ kristallanishi aniqlanadi. Ulardagi fosforning yuqori miqdori sezilarli miqdorda erkin $H_3PO_4$ mavjudligidan dalolat beradi. O‘z navbatida, ular murakkab o‘g‘it, masalan, ammofos yoki nitroammofos tarkibiga komponent sifatida xizmat qilishi mumkin [15].

Kislota konsentratsiyasi 60% $P_2O_5$ gacha yetkazilganda ham u o‘zining oquvchanligini saqlab qoldi va gel hosil qilmadi. Shu bilan birga erimaydigan tuzlar cho‘kmaga tushib, tiniqlashtirish va dekantatsiyadan so‘ng kislotadagi CaO, MgO, $Al_2O_3$, $SO_3$, F kabi aralashmalar miqdori keskin kamaydi. Olingan ma’lumotlar 3-jadvalda keltirilgan.

3-JADVAL. TARKIBIY KOMPONENTLARNING KONSENTRLANGAN EFKNING TINIQLASHTIRILGAN QISMI VA UNING CHO‘KMALARIGA TAQSIMLANISH DARAJASI

| **Концентрация $P_2O_5$ в ЭФК, %** | **Содержание компонентов, вес. %** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **$P_2O_5$** | **CaO** | **MgO** | **$Fe_2O_3$** | **$Al_2O_3$** | **$SO_3$** | **F** |
| **Осветленная часть** | | | | | | | |
| 47.22 | 96.87 | 14.22 | 62.36 | 87.96 | 82.02 | 48.41 | 66.88 |
| 52.15 | 93.47 | 10.34 | 60.19 | 85.93 | 79.96 | 47.55 | 62.68 |
| 55.58 | 83.00 | 1.13 | 59.96 | 84.86 | 78.98 | 51.00 | 56.30 |
| 60.21 | 95.92 | 5.99 | 57.58 | 83.56 | 77.31 | 61.82 | 72.19 |
| **Осадок** | | | | | | | |
| 48.02 | 3.13 | 85.77 | 37.6 | 12.04 | 17.98 | 51.59 | 33.12 |
| 31.46 | 5.28 | 89.66 | 39.81 | 14.53 | 20.04 | 52.45 | 37.32 |
| 53.69 | 17.00 | 98.76 | 40.04 | 15.14 | 21.04 | 49.00 | 43.70 |
| 55.26 | 4.08 | 94.01 | 42.42 | 16.44 | 22.69 | 38.18 | 27.81 |

Unda ko‘rsatilishicha, suyuq faza bo‘yicha komponentlarning taqsimlanish darajasi quyidagicha tashkil etadi: $P_2O_5$ - 83.00 dan 96.87% gacha; CaO - 1.13 dan 14.22% gacha; MgO - 57.58 dan 62.36% gacha; $Fe_2O_3$ - 83.56 dan 87.96% gacha; $Al_2O_3$ - 77.31 dan 82.02% gacha; $SO_3$ - 47.55 dan 61.82% gacha; F - 56.30 dan 66.88% gacha. Qattiq nam cho‘kmada esa bu komponentlar mos ravishda 31.46-55.26%; 3.13-17.00%; 85.77-98.76%; 37.6-42.42%; 12.04-16.44%; 17.98-22.69%; 38.18-51.59% va 27.81-43.70% chegaralarida bo‘ladi.

Keyingi bosqichda bug‘latilgan, tiniqlashtirilgan EFK eritmalarining to‘yingan bug‘lari bosimi ularning konsentratsiyasi (47.22-60.21% $P_2O_5$) va haroratiga (293-333 $^0$K), shuningdek qaynash harorati tizimdagi turli qoldiq bosim qiymatlariga (740-440 mm.sim.us.) bog‘liq holda o‘rganildi.

Kislotaning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilganda bug‘ bosimining haroratga bog‘liqligi Arrenius tenglamasiga bo‘ysunishi aniqlandi:

$$\lg P = A - \frac{B}{T}$$

293-313°K harorat oralig‘ida bug‘ bosimi 0.67-16.33 kPa ni tashkil etib, kislotaning kam uchuvchanligini ko‘rsatdi. Kislota konsentratsiyasining 47.22% dan 60.21% $P_2O_5$ gacha oshishi qaynash haroratini 131°C dan 149.5°C gacha ko‘tardi.

EFK eritmalarining qaynash harorati va bug‘ bosimi dinamik usulda aniqlandi. Eng kichik kvadratlar usuli yordamida A va B konstantalari hisoblab chiqildi hamda turli haroratlarda bug‘ bosimini aniqlash uchun empirik tenglamalar chiqarildi. Natijalar 4- va 5-jadvallarda keltirilgan.

4-JADVAL. SULFATSIZLANTIRILGAN BUG‘LATILGAN FOSFOR KISLOTASI USTIDAGI TO‘YINGAN BUG‘LAR BOSIMI

| Концентрация ЭФК $P_2O_5$,% | Вид уравнения Lg P=A-B/T | Давление паров (кПа) при температуре (К) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 293 | 303 | 313 | 323 | 333 |
| 47.22 | lgP= 5.5182 – 1073.6/T | 9.61 | 12.68 | 16.33 | 21.04 | 26.49 |
| 52.15 | lgP= 5.6841 – 1153.5/T | 7.39 | 9.98 | 13.15 | 17.34 | 22.34 |
| 55.58 | lgP= 6.3692 – 1474.3/T | 2.91 | 4.21 | 6.08 | 8.59 | 11.59 |
| 60.21 | lgP= 7.7481 – 2065.8/T | 0.67 | 1.13 | 1.87 | 2.90 | 4.71 |

Kislotalar ustidagi to‘yingan bug‘lar bosimi qiymatining bog‘liqligi Arrenius tenglamasiga bo‘ysunadi: lg P = A - B/T (4-jadval). EFK konsentratsiyasiga qarab A va B qiymatlari mos ravishda 5.5182-7.7481 va 1073.6-2065.8 oralig‘ida tebranadi. 293-333 $^0$K harorat oralig‘ida EFK ustidagi bug‘ bosimi uning konsentrlanishi jarayonida muttasis pasayib boradi. Harorat qanchalik baland bo‘lsa, kislota ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi shunchalik yuqori bo‘ladi. EFK konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo‘lsa, aksincha, to‘yingan bug‘ bosimi shunchalik past bo‘ladi.Uparilgan EFK ustidagi to‘yingan bug‘lar bosimi 293-313 $^0$K intervalida 0.67-16.33 kPa ni tashkil etadi, bu Markaziy Osiyo iqlim sharoitida ularning uchuvchanligi kamligidan dalolat beradi [16], [17].

5-JADVAL. SULFATSIZLANTIRILGAN BUG‘LATILGAN FOSFOR KISLOTASINING QAYNASH HARORATI

| Давление мм.рт.ст. | При концентрации кислоты, $P_2O_5$, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 47.22 | | 52.15 | | 55.58 | | 60.21 | |
| | T, K | °C | T, K | °C | T, K | °C | T, K | °C |
| 441 | 373 | 100 | 379 | 106 | 394 | 121 | 404 | 131 |
| 471 | 377 | 104 | 383 | 110 | 398 | 125 | 405.5 | 132.5 |
| 501 | 381 | 108 | 387 | 114 | 401 | 128 | 409 | 136 |
| 531 | 384 | 111 | 389 | 116 | 406 | 133 | 411 | 138 |
| 561 | 387 | 114 | 392 | 119 | 407.5 | 134.5 | 412.5 | 139.5 |
| 591 | 390 | 117 | 396 | 123 | 412 | 139 | 414 | 141 |
| 621 | 393 | 120 | 398 | 125 | 4135 | 140.5 | 415 | 142 |
| 551 | 396 | 123 | 401 | 128 | 415 | 142 | 417 | 144 |
| 681 | 399 | 126 | 404 | 131 | 416 | 143 | 419 | 146 |
| 711 | 402 | 129 | 406 | 133 | 417 | 144 | 421 | 148 |
| 741 | 404 | 131 | 410 | 137 | 419.5 | 146.5 | 422.5 | 149.5 |

5-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, EFK konsentratsiyasining oshishi bilan bu eritmalarining qaynash harorati ham yuqorilashadi. Masalan, 740 mm.sim.us. bosimda 47.22%

$P_2O_5$ li uparilgan EFK konsentratsiyasida uning qaynash harorati 131 $^0$C ga teng, 52.15% EFK konsentratsiyasida - 137 $^0$C, 55.58% $P_2O_5$ li EFKda - 146.5 $^0$C, 60.21% $P_2O_5$ li EFKda эса bu ko‘rsatkich 149.5 $^0$C gacha ko‘tariladi. Bosimning pasayishi EFK eritmalarining qaynash haroratini pasaytiradi. Jumladan, 740 mm.sim.us. bosimda 52.15%-li $P_2O_5$ li EFK qaynash harorati 137 $^0$C bo‘lsa, 440 mm.sim.us. bosimda u 106 $^0$C gacha pasayadi.

## XULOSA

Shunday qilib, laboratoriya eksperimentlari natijalari kalsiy minerallari o‘rniga stronsiy karbonatidan foydalanish istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi, bu esa zaif EFKni chuqurroq sulfatsizlantirishga erishish imkonini beradi. Sulfatsizlantirilgan kislotani bug‘latish usuli bilan 60% $P_2O_5$ miqdorugacha konsentrlash hamda boshqa aralashmalar, xususan ftor va og‘ir metallar miqdorini kamaytirish to‘liq mumkin. Bunda tiniqlashtirilgan EFK oquvchan, transportbop bo‘lib, normal sharoitda uchib ketmaydi. U ham o‘g‘it, ham ammoniy va kalsiy ozuqa fosfatlarini ishlab chiqarish uchun maqbul hisoblanadi.

## ADABIYOTLAR


[1]. Kochetkov S.P., Smirnov N.N., Ilin A.P. (2007) Concentration and purification of extractable phosphoric acid. Ivanovskiy gos.xim.-texn.universitet [Ivanovo State Chemical and Technological University] 304 p. (in Russ.).

[2]. .Khromov S.V., Smirnov N.N., Kochetkov S.P., Ilin A.P. (2005) Influence of primary sulfuric acid on the process of defluorination EPA. Khimicheskaya technology universitet [Chemical Technology University], Issue 1, pp. 18-21 (in Russ.).

[3]. Pozin M.E. (1983) Technology of mineral fertilizers. L.: Ximiya, 336 p. (in Russ.).

[4]. Zlobina E.P., Bushuev N.N., Petropavlovsky I.A., Rakcheeva L.V., Kochetkov S.P. (2002) Investigation of the process of purification of extractive phosphoric acid from sulfate ion by strontium carbonate. [Chemical technology], Issue 12, pp. 24-26 (in Russ.).

[4]. Semenov A.D., Smirnov N.N., Kochetkov S.P., Khromov S.V., Ilin A.P. (2008) Influence of the method of coal modification on the degree of EPA purification from Si, F, Fe and A1 compounds. Izv. VUZov. Ximiya va ximicheskaya texnologiya [Famous universities. Chemistry and chemical technology], Volume 51, Issue 7, pp. 69-72 (in Russ.).

[5]. Bastrykina N.S., Krachak A.N., Khamizov R.Kh., Gruzdeva A.N., Khamizov S.Kh.. Tsikin M.N., Dolgov V.V. (2013) Isolation of metal impurities from phosphoric acid on ion-exchange columns by the acid retention method. Mat. 2-oy Rossiya. nauch. konf. s mejd. uchast. “novye podxody v ximicheskoy texnologii mineralnogo sirya. Primenenie ekstraktsii va sorbtsii" [Mat. 2nd Russ. scientific conf. from int. participation «New approaches in the chemical technology of mineral raw materials. Application of extraction and sorption], St. Petersburg, June 3-6, Part 2, pp. 12-13 (in Russ.).

[6]. Bushuev N.N., Novikov A.A. (1993) Purification of phosphoric acid by cooling method. 15-y Mendeleevsky s'ezd po obshch. i prikl. chem. [15th Mendeleev Congress on the total. and appl. chem], Minsk, 4.1, pp. 159-160 (in Russ.).

[7]. Levin B.V., Grinevich A.V., Moshkova V.G., Korneva Z.N., Kuznetsov E.M. (2004) The current state and prospects for the development of the production of purified phosphoric acid in Russia. Trudy NIUIF (k 85 letiyu NIUIF) [Proceedings of NIUIF (to the 85th anniversary of NIUIF], Moscow, pp.119-129 (in Russ.).

[8]. Karshiev Bekzod, Seytnazarov Atanazar, Alimov Umarbek, Namazov Shafoat, Reymov Akhmed. Purification Of Wet Process Phosphoric Acid By Desulfurization And Ammonization. Voprosy Khimii I Khimicheskoi Tekhnologii [Issues of Chemistry and Chemical Technology]. – Dnipro (Ukraine), Issue 1, pp. 24- 34 (in Russ.).

[9]. Karshiev B.N., Kakharov E.M., Seytnazarov A.R., Namazov Sh.S. (2020) Obessulfachivanie and purification of extraction phosphoric acid with help of calcium minerals and acetone. Xim. Prom [Chemical industry], Volume 97, Issue 3, pp. 136-144 (in Russ.).

[10]. Arifdzhanova K.S., Mirzakulov X.Ch., Arifdzhanov S.Z., Usmanov I.I. (2020) Issledovanie protsessa polucheniya ochlechennogo monohydrata dighidrofosfata natriya iz fosforitov Tsentralnyx Kyzylkumov. Universum: technical science: electronic. nauchn. Journal, Issue 12(81), part 3, pp. 20-23 (in Russ.). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11038.

[11]. Kirgintsev A.N., Trushnikova L.N., Lavrenteva V.G. (1972) Rastvorimost inorganicheskikh veshchestv v vode. Spravochnik. L.: «Ximiya», 248 p. (in Russ.).

[12]. ZlobinaE.P., Bushuev N.N., Petropavlovsky I.A. i dr. (2004) Study of the process of conversion of strontium sulfate in carbonates. Xim. texnologiya [Chem. technology], Issue 3, pp. 3-5 (in Russ.).

[13]. Khoshimov, I. E. U., Turdialieva, S. I., Seytnazarov, A. R., & Namazov, S. S. (2025). Concentration of wet process phosphoric acid from washed thermo concentrate of phosphorites Central Kyzylkum and its rheological properties. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 60(2), 207–214. https://doi.org/10.59957/jctm.v60.i2.2025.2

[14]. Turdialieva, S., Khoshimov, I., Seytnazarov, A., Namazov, S., Kholmurodov, J., Nomozov, S., ... Valeeva, N. (2025). Producing Feed Ca(H2PO4)2 based on Animal Bone Meal and Wet-Process Phosphoric Acid. New Materials, Compounds and Applications, 9(2), 326-338. https://doi.org/10.62476/nmca.92326

[15]. Khoshimov I. E., Turdialieva, S. I., Seytnazarov, A. R., Namazov, S. S., & Rifky, M. (2024). Investigation of Vapor Pressure and Infrared Spectroscopic Analysis of Phosphoric Acid Extract Evaporation after Desulfation with $SrCO_3$. EURASIAN JOURNAL OF CHEMISTRY, 29(4 (116), 82–91. https://doi.org/10.31489/2959-0663/4-24-4

[16]. Khoshimov I, Turdialieva SH, Namazov SH, Karshiev B, Seytnazarov A, Rajabov R. Production of feed calcium phosphates based on Kyzylkum evaporated extraction phosphoric acid and lime raw materials. Uzbek Chemical Journal/O'Zbekiston Kimyo Jurnali. 2024 May 1;1(3).