

**X.CH.MIRZAYEV, TULOV,  
I.T.SHAMSHIDINOV, Z.TO'RAYEV**

**MURAKKAB O'G'ITLAR  
ISHLAB CHIQRISH  
NAZARIYASI VA  
TEXNOLOGIK  
HISOBLARI**

**Toshkent – 2013**

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

---

**X. CH. MIRZAKULOV  
I. T. SHAMSHIDINOV  
Z. TURAYEV**

**MURAKKAB O'G'ITLAR  
ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI  
VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus  
ta'lim vazirligi tomonidan oliy o'quv yurtlari talabalari  
uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT  
«TAFAKKUR BO'STONI»  
2013

631.8  
M-54

UO'K: 63(075)  
KBK: 35.32ya73  
M-74

**Taqrizchilar:**

Sh. S. Namazov – *O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti «Fosforli o'g'itlar» laboratoriyasi mudiri, texnika fanlari doktori, professor;*

M. X. Aripova – *Toshkent kimyo-texnologiya instituti «Silikat materiallar va nodir, kamyob metallar texnologiyasi» kafedrasi muduri, texnika fanlari doktori, professor.*

**M-74 Mirzakulov X. Ch.**

Murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari: Oliy o'quv yurtlari uchun o'quv qo'llanma/  
X. Ch. Mirzakulov, I. T. Shamsiddinov, Z. Turayev;  
O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi; – Toshkent: Tafakkur bo'stoni, 2013. – 216 bet.

ISBN: 978-9943-42-38-4-8

O'quv qo'llanma 6 bobdan iborat bo'lib, undagi ma'lumotlar tegishli magistratura mutaxassisligi o'quv rejasi va fan dasturi asosida yozilgan bo'lib, unda murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish usullarining respublikamizda va xorijiy mamlakatlarda qo'llanilayotgan texnologiyalari, shuningdek, mualliflar tomonidan yaratilgan va sanoat miqyosida sinovdan o'tkazilgan yangi texnologiyalar to'g'risidagi ma'lumotlar hamda ularga tegishli bo'lgan texnologik hisoblar batafsil bayon etilgan. Murakkab o'g'itlar texnologiyasining umumiy ilmiy asoslarini ishlab chiqarish usullari bilan uyg'unlashgan holda ko'rsatib o'tilgan.

Ushbu o'quv qo'llanma oliy o'quv yurtlarining 5A320404 – Mineral o'g'itlar kimyoviy texnologiyasi mutaxassisligi talabalari uchun mo'ljallangan. Undan shuningdek, 5A320401 – Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi, 5A111001 – Kasb ta'limi (5320400-Kimyoviy texnologiya) magistratura mutaxassisliklari hamda mutaxassisligi yuqorida ko'rsatilgan yo'nalishlarga muvofiq keladigan bakalavriat bosqichi talabalari, kasb-hunar kolleji o'qituvchilari, mineral o'g'itlar va noorganik moddalar ishlab chiqarish bilan shug'ullanuvchi muhandis-texnik xodimlar ham o'z faoliyatlarida foydalanishlari mumkin.

ISBN: 978-9943-42-38-4-8

SamOXI Axborot  
resurs markazi

Inv № 363572

UO'K: 63 (075)  
KBK: 35.32ya73

© «TAFAKKUR BO'STONI» nashriyoti, 2013

## SO'ZBOSHI

Mamlakatimiz xalq xo'jaligini mineral xomashyoga bo'lgan talabini amalda to'la ta'minlashga imkoniyati bo'lgan qudratli xomashyo bazasiga ega. O'zbekiston hududida tabiiy gaz, neft, ko'mir, oltinugurt, rangli metallar rudasi va boshqa xomashyolar bo'lganligi uchun mamlakatimizda yirik kimyo sanoatlari mavjud. Prezidentimiz I.A.Karimovning «O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari» asarida ko'rsatib o'tilganidek: «O'zbekiston o'z yerosti boyliklari bilan haqli ravishda faxrlanadi – bu yerda, mashhur Mendeleev davriy sistemasining deyarli barcha elementlari topilgan ... Bir qator foydali qazilmalar, chunonchi, oltin, uran, mis, tabiiy gaz, volfram, kaliy tuzlari, fosforitlar, kaolinlar bo'yicha O'zbekiston tasdiqlangan zaxiralar va istiqbolli rudalar jihatdan MDHdagina emas, balki butun dunyoda ham yetakchi o'rinni egallaydi... Ishlab chiqarish va sotsial infrastruktura, malakali kadrlar, tog'-kon mutaxassislari tayyorlaydigan oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlari tizimi mavjud...»

Oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlarida ishlab chiqarish korxonalarini uchun malakali va yuksak salohiyatli kadrlar tayyorlashda «Murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» fanining maqsadi talabada murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishda xomashyo va boshqa ikkilamchi materiallardan samarali foydalanish, sanoatning mineral xomashyo bazasini rivojlantirish, boshlang'ich xomashyo tannaxini pasaytirish va sifatini oshirish orqali ishlab chiqarish iqtisodiyotini ko'tarish hamda atrof-muhit muhofazasini yaxshilash kabi muhandislik, shuningdek prezidentimiz asarlarida keltirilgan O'zbekiston Respublikasining barqarorligini ta'minlashda va tarraqqiyotini kafolatlashda muhim o'rin tutadigan sanoat xomashyolari turlari va ularning zaxiralari, qayta ishlash usullarini chuqur o'rganish, zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish va amaliyotga tatbiq eta olish ko'nikmalarini shakllantirishdan iboratdir.

Qo'yilgan vazifalardan kelib chiqqan holda zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlatish, yosh avlod ongiga milliy istiqloq g'oyasini singdirish maqsadida jahon standartlari darajasidagi fan va texnika hamda ilg'or tajriba va texnologiyalarning eng so'nggi yutuqlaridan boxabar bo'lgan, raqobatbardosh, o'z sohasining ham ilmiy, ham amaliy bilgan muhandis

kadrlarni tayyorlashda 5A320401 – Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi hamda 5A320404 – Mineral o‘g‘itlar kimyoviy texnologiyasi mutaxassisliklari «Mutaxassislik fanlari» blokining asosiy fanlaridan biri bo‘lgan «Murakkab o‘g‘itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» fanini chuqur o‘rganish muhim ahamiyatga ega. O‘quv qo‘llanmadagi materiallar Respublikamizning murakkab o‘g‘itlar ishlab chiqarish sanoati korxonalarining istiqbolli yo‘nalishlarini hisobga olgan holda yoritilgan bo‘lib, unda murakkab o‘g‘itlar ishlab chiqarish usullarining respublikamizda, Mustaqil Davlatlar Hamdo‘stligi mamlakatlarida va chet ellarda qo‘llanilayotgan texnologiyalar, shuningdek, mualliflar tomonidan yaratilgan, sanoat miqyosida sinovdan o‘tkazilgan yangi texnologiyalar to‘g‘risida bayon etilgan hamda tegishli hisoblash usullari keltirilgan.

## KIRISH

Agrosanoat kompleksini jadallashtirish omillaridan biri – qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan mineral o'g'itlardan samarali foydalanishdir. Bunda ishlab chiqarilayotgan mineral o'g'itlar assortimentini kengaytirish, xomashyo zaxiralaridan samarali foydalanish orqali mahsulot ishlab chiqarishning iqtisodiy tejamkor va ekologik samarador texnologiyalarini yaratish hamda sanoatga tatbiq etish muhim o'rin tutadi.

Respublikamizda bir nechta mineral o'g'itlar sanoat korxonolari mavjud bo'lib, ularda azotli, fosforli va kaliyli oddiy o'g'itlar hamda azot-fosforli, azot-kaliyli va azot-fosfor-kaliyli murakkab o'g'itlar ishlab chiqarilmoqda. O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining asosiy mahsuloti paxta va dondir, bunda yiliga paxtadan 3,5 mln. t va bug'doydan 7,5 mln t hosil olinmoqda. Ma'lumki, har bir tonna paxta hosili olish uchun yiliga tuproqdan 45 kg azot, 15 kg  $P_2O_5$  va 45 kg  $K_2O$ , har bir tonna bug'doy uchun esa 35 kg azot, 10 kg  $P_2O_5$ , 24 kg  $K_2O$  o'zlashtiriladi. Bu esa qishloq xo'jalik mahsulotlari (paxta va don) yetishtirishda ekin maydonlaridan yiliga 127500 tonna azot (N hisobida), 115 ming tonna fosfor ( $P_2O_5$  hisobida) va 337500 ming tonna kaliy ( $K_2O$  hisobida) ozuqa elementlarini o'zlashtiradi. Bundan tashqari, 2012-yilda 9 mln. t meva-sabzavot, 2 mln t kartoshka yetishtirilgan va shu bilan birga boshqa turdagi qishloq xo'jaligi mahsulotlari ham tuproqdan o'zi bilan katta miqdordagi ozuqa elementlarini olib chiqadi.

Fosfor, azot va kaliy o'simlik uchun eng zarur ozuqa moddalardir. O'simlik bu elementlarni tuproqdan oladi. Tuproqda bu moddalarning miqdori yildan-yilga kamayib, tuproqning unumdorligi pasayib boradi va bu ekinning hosildorligiga salbiy ta'sir etadi. Tuproqning unumdorligi oshishi uchun yer yetarli darajada o'g'itlanishi kerak. O'zbekiston paxtachilik ilmiy-tadqiqot instituti ma'lumotlariga ko'ra, mineral o'g'itlarsiz paxtadan 12 s/ga hosil olish mumkinligi, hosildorlikni 30–35 s/ga yetkazish uchun tuproqqa gektariga 225 kg azot, 150 kg fosfor, 100 kg kaliy ozuqa elementlari solish hamda agrotexnik qoidalarga to'g'ri amal qilish lozimligi aniqlangan.

D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi 40 dan ortiq kimyoviy elementlar o'simliklarning normal holatda o'sishi va rivojlanishi uchun zarur. Jumladan, azot, fosfor, kaliy, kalsiy, oltingugurt va magniy o'simliklarning

asosiy ozuqa moddalari tarkibiga kiradi. Tuproq unumdorligini oshirishda va undan olinadigan hosildorlikni ko'tarishda qo'llaniladigan barcha mineral o'g'itlar ichida fosforli o'g'itlar yetakchi rol o'ynaydi. Fosforli o'g'itlarga bo'lgan talabni qondirish fosfat xomashyolarini qazib olish va qayta ishlash korxonalarining quvvatini oshirish asosida amalga oshiriladi. Ishlab turgan korxonalar uskuna va qurilmalaridan foydalanib, qisqa muddatda mahalliy xomashyo manbalarini qayta ishlash orqali o'g'itlar olish muhim ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qaroriga binoan respublika qishloq xo'jaligining fosforli o'g'itlarga bo'lgan ehtiyojini ta'minlash maqsadida Qizilqum fosforit kombinati tashkil etildi. 1998-yil 29-maydan boshlab quvvati yiliga 300 ming tonna bo'lgan fosforit uni ishlab chiqarila boshlandi. 2001-yil 21-avgustdan esa yiliga tarkibida 27–28%  $P_2O_5$  bo'lgan 400 ming tonna termokonsentrat, 2005-yildan boshlab esa qo'shimcha ravishda 200 ming tonna tarkibida 18–21%  $P_2O_5$  bo'lgan yuvib quritilgan fosforit konsentrati va 200 ming tonna tarkibida 16–19%  $P_2O_5$  bo'lgan boyitilmagan fosforit xomashyosi yetkazib berilmoqda. Ulardan yuqori sifatli azot-fosforli o'g'itlar – ammosfos, suprefos PS = Agro va boshqa turdagi murakkab o'g'itlar ishlab chiqarilmoqda.

Hozirgi paytda Respublikamizdagi «Maksam-Chirchiq» OAJda ammiakli selitra, karbamid, karbamid-ammiakli selitra (KAS) eritmalari, ammiak, nitrat kislotasi, kaliy sulfat va boshqalar, «Farg'onaazot» OAJda ammiakli selitra, karbamid, KAS eritmalari, NPK, ammiak, nitrat kislotasi va boshqalar, «Ammofos-Maksam» OAJda ammosfos, superfos va boshqalar, «Samarqandkimyo» OAJda nitrofos va boshqalar, «Qo'qon superfosfat zavodi» YOAJda ammoniy olish uchun superfosfat, Navoiy «Elektrokimyosanoat» YOAJda oddiy superfosfat, «Dehqonobod kaliyli o'g'itlar zavodi» korxonasida kaliy xlorid mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda.

Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida fosforit, toshko'mir, glaukonit, bentonit, gips va boshqa xomashyo zaxiralari joylashgan. Guliyob fosforitlarining 100%  $P_2O_5$  hisobidagi zaxirasi 551 mln tonnani tashkil etadi. U tarkibi jihatidan ma'lum fosforitlardan keskin farq qilib, unda 4–14%  $P_2O_5$ , oz miqdorda magniy, flor, oltingugurt va mikroelementlar ham mavjuddir. Hozirgi kunda Guliyob fosforiti va Qizilqum fosforit kombinatida tarkibida 12–16% va 16–19%  $P_2O_5$  bo'lgan fosfat xomashyosini qayta ishlash orqali oddiy va murakkab o'g'itlar olishning samarador usullari bo'lmaganligi sababli mazkur fosforitlardan amalda foydalanish yo'lga qo'yilmagan.

Murakkab o'g'itlarga shunday kompleks (ya'ni bir necha ozuqa elementi bo'lgan) o'g'itlar kiradiki, bunda barcha zarrachalar (kristallar va

donachalar) deyarli bir xil kimyoviy tarkibga ega bo'lishi kerak. Bunday o'g'itlarga tarkibida bir necha ozuqa elementi bo'lgan bitta tuz, masalan  $\text{KNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  va boshqalar, tarkibiga ikkita (N+P, N+K, P+K) yoki uchta (N+P+K) ozuqa elementi kiruvchi ikki yoki undan ortiq tuzlar kompozitsiyasi kiradi. Bunday kompozitsiyalar nitrat, fosfat va sulfat kislotalarning ammiak, tabiiy fosfatlar, kaliy, ammoniy va boshqalarning tuzlari bilan o'zaro ta'sirlashuvidan olinadi.

## I BOB. MURAKKAB O'G'ITLARNING XALQ XO'JALIGIDAGI AHAMIYATI

### 1- §. Murakkab o'g'itlarning klassifikatsiyasi

O'simliklarning me'yorida o'sishi va rivojlanishi uchun ular yetarli miqdordagi ozuqa moddalari bilan ta'minlanishi lozim.

Asosiy ozuqa moddalariga azot, fosfor, kaliy, kalsiy, magniy, oltingugurt va temir kiradi. Bu elementlarning o'simliklardagi hissasi yuzdan bir ulushdan bir necha foizgachani tashkil etadi va ular makroelementlar nomi bilan yuritiladi. Bundan tashqari, o'simliklarga, bor, molibden, mis, marganes, rux va boshqa shular kabi bir qator o'simlik va tuproqda mingdan bir ulush foizda bo'ladigan moddalar zarurdir, ular mikroelementlar deyiladi.

O'simliklarning hayotiy faoliyatida uglerod, kislorod va vodoroddan keyin azot fosfor va kaliy ham muhim ahamiyatga ega. Bunday elementlar tutgan o'simliklarning ozuqa mahsulotlari qishloq xo'jaligida asosiy mineral o'g'itlar nomi bilan yuritiladi.

O'simliklar uglerod, kislorod va vodorodning asosiy miqdorini havo va sudvan oladi, boshqa elementlarni tuproq eritmasidan o'zlashtiradi. Buning natijasida tuproqdan qishloq xo'jaligi mahsulotlari bilan birgalikda katta miqdordagi ozuqa elementlari chiqib ketadi. Dunyo masshtabida taxminan 1 mlrd tonna donli ekinlar mahsuloti bilan yiliga 33 mln tonna N, 12 mln tonna  $P_2O_5$ , 25 mln tonna  $K_2O$  yo'qotilishi hisoblab topilgan. Bundan tashqari, tuproqning yuvilishi, denitrifikatsiya jarayonida erkin azotning hosil bo'lishi va fosforli o'g'itlarning retrogradatsiyasi hisobidan ham muntazam ravishda ozuqa elementlarining tuproqdagi zaxirasi kamayib boradi (1.1–1.3- jadvallar).

Agar yo'qotilgan ozuqa moddalari o'rni tegishli miqdordagi o'g'it solish yo'li bilan muntazam to'ldirib borilmasa, tuproq unumdorligi keskin kamayadi va hosildorlik darajasi tushib ketadi. Shuning uchun tuproqning yuqori va doimiy unumdorligini ta'minlash shartlaridan biri uni muntazam ravishda kerakli hajmdagi va assortimentdagi mineral o'g'itlar bilan oziqlantirilishi lozimdir.

**Tuproqdan hosildorlik bilan chiqib ketadigan ta'sir etuvchi  
moddalar (kg/ga hisobida)**

| Ozuqa elementlari             | Hosildorlik               |                            |                                 |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|
|                               | Qishki bug'doy<br>30 s/ga | Shakar lavlagi<br>270 s/ga | Jo'xori ko'k poyasi<br>600 s/ga |
| N                             | 112                       | 166                        | 150                             |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 39                        | 42                         | 70                              |
| K <sub>2</sub> O              | 77                        | 157                        | 200                             |

**Tuproqqa azot, fosfor va kaliy solish hisobiga  
hosildorlikning oshirilishi**

| O'simlik va mahsulot turi | Ishlatilgan 1 tonna o'g'it hisobiga (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O)<br>hosildorlikning o'sishi, tonna |                               |                  |
|---------------------------|---|-------------------------------|------------------|
|                           | N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Paxta                     | 10–14   | 5–6                           | 2                |
| Shakar lavlagi            | 120–160   | 50–55                         | 40–50            |
| Bug'doy                   | 12–15   | 7–8                           | 3–4              |

**O'g'it qo'llash hisobiga hosildorlikning o'zgarishi (s/ga hisobida)**

| Mahsulot turi | O'g'itsiz | O'g'it bilan |
|---------------|-----------|--------------|
| Paxta         | 8–9       | 27–30        |
| Bug'doy       | 7–8       | 20–40        |
| Shakarqamish  | 100–120   | 200–500      |

Hosildorlikni oshirishdagi omillarni baholashda: AQSH da 50% gacha, Fransiyada 50–70% gacha qo'shimcha hosil olish o'g'itlar hissasiga to'g'ri keladi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, hosildorlikning oshirishdagi o'g'itlarning ulushi MDH mamlakatlarining qoratuproqli mintaqalarida 40–50% ga, noqoratuproqli mintaqalarida 60–75% ga Markaziy Osiyoda, xususan, O'zbekiston Respublikasi hududidagi unumdor tuproqlarda 50–60% ga to'g'ri keladi.

**O'g'itlar klassifikatsiyasi.** O'g'itlar kelib chiqishiga ko'ra, noorganik – mineral, organik, organo-mineral va bakterial turlariga klassifikatsiyalanadi. Ular qattiq, suyuq va suspenziyal holatda bo'lishi mumkin.

**Mineral o'g'itlar (yoki sun'iy o'g'itlar).** Ular sanoat – ishlab chiqarish yo'li bilan noorganik xomashyolarni kimyoviy yoki mexanik qayta ishlash (masalan, agrokimyoviy rudalar – fosforitlar, kaliyli tuzlar, dolomitlar va hokazolarni maydalash) orqali tayyorlanadigan noorganik mahsulotlardan hosil qilinadi. Xomashyo sifatida xizmat qiladigan havo azotidan yoki tarkibida o'simliklar uchun ozuqa bo'ladigan moddalar tutgan ayrim kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining oraliq mahsulotlaridan olingan moddalar ham mineral o'g'itlar qatoriga kiradi. Masalan, ammoniy sulfat – kokslash pechi gazlari yoki kaprolaktam ishlab chiqarishning oraliq mahsulotlaridan olinadi. Fosfor tutgan rudalardan metallarni suyuqlantirib olinishida fosforli o'g'itlar sifatida qo'llaniladigan tomasshlab yoki martenli asosiy dashqollar olinadi. Xomashyoni kimyoviy qayta ishlash natijasida olinadigan mineral o'g'itlar ta'sir etuvchi moddalarning yuqori konsentrat-siyaliligi bilan ajralib turadi.

Ta'sir etuvchi modda bo'yicha mineral o'g'itlar: azotli, fosforli, kaliyli va mikroelementli (borli, molibdenli va b.) turlarga bo'linadi.

**Organik o'g'itlar.** Ulardagi elementlar o'simlik va hayvonlardan olinadigan chiqindi moddalar tarkibida bo'ladi. Bunday o'g'itlarga, birinchi navbatda, go'ng, shuningdek o'simlik va hayvonlardan kelib chiqadigan chiqindilar (torf, kunjara, baliq va parranda chiqindisi, suyak uni, aholi chiqindisi va turli oziq-ovqat mahsulotlari chiqindilari) ni qayta ishlash natijasida olinadigan mahsulotlar ham kiradi, bunga yashil o'g'itlarni ham kiritish mumkin.

Organo-mineral o'g'itlar tarkibida organik va mineral moddalar bo'ladi, bunday o'g'itlar torf, ko'mir va boshqalar kabi organik moddalarni ammiak yoki fosfat kislota bilan qayta ishlash orqali olinadi. Ularni, shuningdek, go'ng yoki torfni fosforli o'g'itlar bilan aralashtirish yo'li bilan ham olinadi.

*Bakterial o'g'itlar* – tuproqdagi va o'g'itlardagi havo azoti yoki minerallashgan organik moddalar bilan oziqlanuvchi mikroorganizmlar tutgan preparatlar kiradi. Bunday o'g'itlar qatoriga azotobakterin, tuproq nitragini kiradi.

Mineral o'g'itlar agrokimyoviy ta'siri bo'yicha to'g'ridan to'g'ri ishlatiladigan, bilvosita foydalaniladigan va o'simliklar o'sishini boshqaruvchi preparatlar turlariga bo'linadi.

*To'g'ridan to'g'ri ishlatiladigan o'g'itlar* o'simliklarning bevosita oziqlanishiga mo'ljallangan. Ular tarkibida o'simliklar hayoti uchun muhim bo'lgan elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, oltingugurt, temir, shuning-

dek, mikroelementlar (bor, molibden, mis, rux, kobalt) tutadi. To'g'ridan to'g'ri ishlatiladigan o'g'itlar, o'z navbatida, oddiy (bir yoqlama) va kompleks (ko'p yoqlama) o'g'itlarga bo'linadi.

*Oddiy o'g'itlar* tarkibida o'simliklarni oziqlantiruvchi elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, bor va boshqalardan bittasi bo'ladi. Ular ham o'z navbatida azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli o'g'itlar turlariga bo'linadi.

*Azotli o'g'itlar* suvda yaxshi eriydi, ular azot birikmalarining ammiakli, ammoniyli, amidli va bu shaklning turli hosilalari (ammiak-nitratli, ammiak-amidli va h. k.) shakllari bilan farqlanadi. Bundan tashqari, yuvilmaydigan va suvda qiyin eriydigan azotli o'g'itlar, masalan karbamid-formaldegidli, izobutilendikarbamid, oksamid va boshqalar ham ishlatiladi.

**Fosforli o'g'itlar.** Eruvchanligi va o'simliklarga o'zlashishi jihatdan fosforli o'g'itlar uch guruhga bo'linadi:

1) suvda eruvchan, ulardagi fosforli birikmalarining asosiy qismi suvda eriydi, shu sababli o'simliklarga oson o'zlashadi, bunday o'g'itlar tarkibiga superfosfat, qo'shaloq superfosfatlar, shuningdek, murakkab o'g'itlar – ammos, nitroammos, nitroammoska, nitrofoska, karboammoska va boshqalar kiradi;

2) sitratli eruvchan, ularga tarkibida limon kislotasi ammoniyli tuzining ammiakli eritmasi (ammoniy sitrat) da eriydigan fosfor birikmalari tutgan o'g'itlar kiradi (ammoniy sitrat eritmasining muhiti tuproq eritmasi muhitiga yaqin bo'lganligi uchun bunday o'g'itlar o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtiriladi), sitratli eruvchan o'g'itlarga presipitat (dikalsiyfosfat) kabi o'g'itlar kiradi;

3) limonli eruvchan, bunday o'g'itlar suvda va ammoniy sitrat eritmasida erimaydi, ammo limon kislotasining 2% li eritmasida eriydi, ularga firsizlangan fosfatlar, tomasshlik, qisman fosforit uni (mayda fraksiyasi) kiradi; kam eruvchanligiga qaramay, bunday o'g'itlar kislotali tuproqlarda yaxshi samara beradi, bunday o'g'itlardagi fosfor birikmalari sekinlik bilan (hattoki yillab) tuproq eritmasiga o'tadi va o'simliklarga o'zlashadi, shuning uchun ular *sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar* deb ham ataladi.

*Kaliyli o'g'itlar* konsentrlangan (kaliy xlorid, kaliy sulfat, kalimagneziya va boshqa) va yetilmagan tuzlar (silvinit, kainit) turlariga bo'linadi. Suvda erimaydigan minerallar (nefelin, dala shpati) to'g'ridan to'g'ri o'g'it sifatida foydalanilmaydi, ular kaliyli o'g'itlar olish uchun xomashyo vazifasini o'taydi. Masalan, nefelindan kaliy sulfat olinadi.

*Mikroo'g'itlar* – kam me'yorda (gektariga gramm va kilogrammlarda) qo'llaniladigan o'g'itlar hisoblanadi. Tarkibida mikroelementlar tutgan – borat kislota, mis(II)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. Kolchedan kuyundisi, marganesli quyqum (shlam), cho'ktirilgan magniy borat va boshqa mikroelementli chiqindilar suvda erimaydi. Ular suvda eriydigan holatga qayta ishlanadi yoki to'g'ridan to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida ham suvda eriydigan, ham suvda erimaydigan mikroo'g'itlar ishlatiladi.

*Kompleks o'g'itlar* – tarkibida kamida ikkita ozuqa elementini tutgan o'g'itlar hisoblanadi. Ikkilamchi kompleks o'g'itlar (masalan, azot-fosforli, azot-kaliyli, fosfor-kaliyli) va uchlamchi kompleks o'g'itlar (masalan, azot-fosfor-kaliyli) turlarga bo'linadi. Uchlamchi o'g'itlar to'la tarkibli o'g'itlar deyiladi. Kompleks o'g'itlar tarkibida, shuningdek, mikroelementlar, pestitsid va o'stiruvchi moddalar qo'shimchalari bo'lishi mumkin.

Kompleks o'g'itlar ularni ishlab chiqarish xususiyatiga ko'ra guruhlanadi:

– *aralash o'g'itlar* turli kukunsimon yoki donadorlangan tayyor o'g'itlarni mexanik usulda aralashtirish yo'li bilan olinadi;

– *murakkab-aralash donadorlangan o'g'itlar* aralashtirish jarayonida kukunsimon tayyor o'g'itlarni suyuq reagentlar (ammiakli suv, fosfat yoki sulfat kislota va boshqalar) qo'shish bilan aralashtirilish orqali olinadi;

– *murakkab o'g'itlar* yagona texnologik jarayonda xomashyoni qayta ishlash orqali olinadi.

Ta'sir etuvchi moddalarning konsentratsiyasi bo'yicha o'g'itlar shartli ravishda quyi konsentratsiyali (oddiy), tarkibida 20–25% gacha, konsentrlangan – 30–38%, yuqori konsentratsiyali – 60% dan ko'p va ultra konsentrlangan – 100% ta'sir etuvchi komponentli turlarga bo'linadi.

*Bilvosita foydalaniladigan o'g'itlar* – o'g'itlardan foydalanish sharoitini yaxshilash maqsadida tuproqqa kimyoviy, fizik va mikrobiologik ta'sir etish uchun qo'llaniladi, masalan, tuproq kislotaliligini neytrallash uchun maydalangan ohaktosh, dolomit yoki so'ndirilgan ohak qo'llaniladi, sho'rxok tuproqlar melioratsiyasi uchun gips ishlatiladi, shu bilan bir vaqtda u kalsiy manbai hisoblanadi, tuproq kislotaliligini (fosforli o'g'it bilan solinadigan fosfor birikmalarining eruvchanligini oshirish maqsadida) oshirish uchun natriy bisulfit ishlatiladi.

O'g'itlar fiziologik kislotali, fiziologik ishqoriy va fiziologik neytral turlariga bo'linadi. *Fiziologik kislotali o'g'itlarga* o'simliklar asosan kationlarni o'zlashtiradigan o'g'itlar kiradi, anionlar esa tuproq eritmasini kis-

lotaliligini oshiradi, masalan, ammoniy sulfat, ammoniy nitrat, kaliy xlorid, kaliy sulfat va boshqalar. Fiziologik kislotali o'g'itlarga ammoniyli azotli o'g'itlar, shuningdek karbamid ham kirishi mumkin. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar ta'sirida ammiak nitrat kislotagacha oksidlanishi natijasida tuproq kislotaliligi ortadi.

Fiziologik ishqoriy o'g'itlarga anioni o'simliklarga assimilyatsiyalana-digan o'g'itlar kiradi, ulardagi kation esa tuproq muhitini ishqorlashtirgan holda to'planadi. Masalan, bunday o'g'itlarga natriy, kaliy va kalsiy nitrat-lari kiradi.

**Mineral o'g'itlarning assortimenti va asosiy tarkibi.** Mineral o'g'itlar assortimenti barcha turdagi o'g'itlar: azotli, fosforli, kaliyli, mikroo'g'itlar, kompleks o'g'itlar, ohakli va boshqa materiallarni qamrab oladi.

O'g'itlarning muhim sifat ko'rsatkichi ulardagi o'simliklar uchun zarur bo'lgan – ta'sir etuvchi moddalar miqdori hisoblanadi. Asosiy ta'sir etuv-chi moddalar azot, fosfor va kaliy birikmalari hisoblanadi. Hozirgi paytda o'g'itdagi ularning miqdori elementar azot (N), fosfor(V)-oksid – fosfat anhidrid ( $P_2O_5$ ) va kaliy oksid ( $K_2O$ ) hisobida o'lchanadi.

Davlat standartlari (DAST) yoki texnik shartlar (TSH) asosida mine-ral o'g'itlardagi bir yoki bir necha ta'sir etuvchi moddalarning mini-mal miqdori belgilab berilgan. Shu bilan bir qatorda ushbu standartlarda o'g'itdagi namlik va o'g'itlar tarkibidagi o'simliklarga zararli, shuningdek fizik-kimyoviy va mexanik xossalari ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir etuv-chi qo'shimchalar miqdori chegaralanadi. Namlikning ortishi o'g'itning yopishqoqligini oshiradi va birbutun massa holatida qotib qoladi. Bundan tashqari, namlik o'g'it tarkibidagi ozuqa moddalar miqdorini kamaytiruv-chi ballast hisoblanadi.

1.4- jadvalda mineral o'g'itlar asosiy turlarining assortimetri keltirilgan.

*Azotli o'g'itlar* qattiq va suyuq holatda ishlab chiqariladi. Qattiq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it – tarkibida 45–46% N tutgan karbamid, undan keyin tarkibida 33,6–34,6 % N tutgan ammiakli selitra hisoblanadi. Kam konsentratsiyali o'g'it – tarkibida 20–21% N tutgan am-moniy sulfat nisbatan ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

Suyuq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it tarkibida 82% N bo'lgan suvsiz ammiak hisoblanadi. Kam konsentratsiyali ammiakatlar va azotli eritmalar tarkibida 30–36% N va ammiakli suv tarkibida 20–21% N bo'ladi. Hozirgi vaqtda keng tarqalgan suyuq azotli o'g'itlar bu KAS eritmaları bo'lib, u ammiakli selitra va karbamid eritmasi aralashmasidan iborat, tarkibida 28–32% N bo'ladi.

**Qishloq xo'jaligida ishlatiladigan kompleks o'g'itlar va  
ular tarkibiga qo'yiladigan standart talablar**

| Kompleks o'g'itlar                           | O'g'itlar tarkibi, %                     |   |   |       |                  |                  |
|--|--|---|---|-------|------------------|------------------|
|  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(umum.) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(o'ztl.) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(s.e.) | N     | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O |
| 1  | 2  | 3   | 4                                       | 5     | 6                | 7                |
| <b>Ammofos</b>                               |  |   |   |       |                  |                  |
| A markali:                                   |  |   |   |       |                  |                  |
| oliy sifat kategoriyali                      | –  | ≥52                                       | ≥48                                     | 12±1  | –                | ≤1,0             |
| birinchi sifat kategoriyali                  | –  | 50±1                                      | ≥46                                     | 12±1  | –                | ≤1,0             |
| B markali:                                   |  |   |   |       |                  |                  |
| oliy sifat kategoriyali                      | –  | ≥44                                       | ≥36                                     | 11±1  | –                | ≤1,0             |
| birinchi sifat kategoriyali                  | –  | 42±1                                      | ≥34                                     | 11±1  | –                | ≤1,0             |
| Diammoniyfosfat                              | 46–47                                    | –   | –                                       | ≥18   | –                | ≤1,5             |
| <b>Nitroammofos</b>                          |  |   |   |       |                  |                  |
| A markali                                    | ≥23                                      | –   | ≥22                                     | ≥23   | –                | ≤1,5             |
| B markali                                    | ≥24                                      | –   | ≥23                                     | ≥16   | –                | ≤1,5             |
| V markali                                    | ≥20                                      | –   | ≥19                                     | ≥25   | –                | ≤1,5             |
| Nitrodiammofos                               | ≥30                                      | –   | ≥27                                     | ≥23   | –                | ≤1,3             |
| <b>Nitroammofoska:</b>                       |  |   |   |       |                  |                  |
| A markali                                    | 17–18                                    | –   | 15                                      | 17–18 | 17–18            | ≤0,8             |
| B markali                                    | 19–20                                    | –   | 16                                      | 13–14 | 19–20            | ≤0,8             |
| <b>Azot-fosfor-kaliyli kompleks o'g'it:</b>  |  |   |   |       |                  |                  |
| 16–16–16 markali                             | –  | 16–17                                     | ≥12                                     | 16–17 | 16–17            | ≤1,5             |
| 10–20–20 markali                             | –  | 20–21                                     | ≥16                                     | 10–11 | 20–21            | ≤1,5             |
| <b>Donadorlangan murakkab-aralash o'g'it</b> | 10–11                                    | –   | ≥6                                      | 10–11 | 10–11            | ≤1,5             |
| <b>Azofos va azofoska:</b>                   |  |   |   |       |                  |                  |
| 1:1:0 markali                                | ≥21                                      | –   | ≥14                                     | ≥23   | –                | ≤1,0             |
| 2:1:0 markali                                | ≥13                                      | –   | ≥10                                     | ≥20   | –                | ≤1,0             |
| 1:1:1 markali                                | ≥16                                      | –   | ≥12                                     | ≥16   | ≥16              | ≤1,0             |
| 2:1:1 markali                                | ≥11                                      | –   | ≥6                                      | ≥21   | ≥11              | ≤1,0             |
| <b>Nitrofos</b>                              |  |   |   |       |                  |                  |
| Tenglashtirilgan markali                     | –  | 22±1                                      | ≥18                                     | 22±1  | –                | ≤1,5             |
| A markali                                    | –  | 17±1                                      | ≥7                                      | 23±1  | –                | ≤1,5             |
| B markali                                    | –  | 14±1                                      | ≥6                                      | 24±1  | –                | ≤1,5             |
| <b>Nitrofoska</b>                            | –  | ≥10                                       | ≥5,5                                    | ≥11   | ≥11              | ≤1,5             |

|   |            |            |           |           |       |            |
|---|------------|------------|-----------|-----------|-------|------------|
| Diammofoska:                                  |            |            |           |           |       |            |
| 9–25–25 markali                               | 25–26      | –          | –         | 9–10      | 25–26 | $\leq 1,3$ |
| 10–30–20 markali                              | 30–31      | –          | –         | 10–11     | 20–21 | $\leq 1,0$ |
| Ammofosfat:                                   |            |            |           |           |       |            |
| A markali                                     | 45–46      | –          | $\geq 31$ | 6–7       | –     | $\leq 1,0$ |
| B markali                                     | 38–39      | –          | $\geq 26$ | 4–5       | –     | $\leq 1,5$ |
| Murakkab-polimerli o'g'it:                    |            |            |           |           |       |            |
| A markali                                     | –          | $\geq 21$  | –         | $\geq 21$ | –     | $\leq 5$   |
| B markali                                     | –          | $\geq 17$  | –         | $\geq 23$ | –     | $\leq 5$   |
| Murakkab-aralash o'g'it fosforit kukuni bilan | 10–11      | –          | $\geq 6$  | 10–11     | 10–11 | $\leq 1,5$ |
| Poliammofos                                   | 46 $\pm$ 1 | 44 $\pm$ 1 | 30        | 9 $\pm$ 1 | –     | $\leq 1,0$ |

Barcha azotli o'g'itlar, ular tarkibidagi azotning shakliga qarab, besh-ta: ammiakli, ammoniyli, nitratli, ammoniyli-nitratli, amidli guruhlarga bo'linadi.

*Fosforli o'g'itlar* suvda eriydigan va suvda erimaydigan shakllarda ishlab chiqariladi. Suvda eruvchan fosforli o'g'itlarga apatit va fosforitdan olinadigan oddiy superfosfatlar (muvofiq ravishda 20–21%  $P_2O_{50z1}$  va 14–15%  $P_2O_{50z1}$ ) va qo'shaloq superfosfatlar (ishlatiladigan xomashyo va fosfat kislotaga muvofiq ravishda 40–50%  $P_2O_{50z1}$ ) kiradi.

Qiyin eriydigan o'g'it – fosforit uning anchagina miqdori to'g'ridan to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Bunday fosforit uni yuqori darajada maydalangan bo'ladi va undagi  $P_2O_5$  miqdori katta chegarada o'zgarishi mumkin. Suvda erimaydigan o'g'it sifatida o'g'itli presipitat ham ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda suvda erimaydigan o'g'itlar qatorida ftorsizlangan fosfatlar, tomasshlak, marten dashqollari ham ishlatilmoqda.

**Kompleks o'g'itlar.** Ularga tarkibida ikkita va uchta ozuqa elementi bo'lgan murakkab o'g'itlar (ammofos, diammofos, superammofos, nitroammofoska, nitrofoska va boshqalar), murakkab-aralash va aralash o'g'itlar, shuningdek suyuq kompleks o'g'itlar kiradi. Qishloq xo'jaligida ishlatiladigan kompleks o'g'itlar va ular tarkibiga qo'yiladigan standart talablar 1.4- jadvalda keltirilgan. Mikroo'g'itlar, ohakli materiallar, gips va gipsli materiallar, hayvonlar uchun ozuqali kimyoviy vositalar assortimenti, shuningdek, barcha turdagi o'g'itlarning agrokimyoviy xossalari mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasi va ularning qo'llanilishi to'g'risida gi ma'lumotnoma adabiyotlarida batafsil keltirilgan.

## 2- §. Murakkab o'g'itlar texnologiyasining fizik-kimyoviy asoslari

O'g'itlar xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlariga: gigroskopikligi, yopishuvchanligi, donadorlanish (fraksiyali) tarkibi, zarrachalarining o'rtacha o'lchami, donachalar mustahkamligi, tabiiy qiyalanish burchagi, nam tortuvchanligi, haqiqiy va to'kma zichligi, aralashmalarning bir jinsliliigi va qatlamli tarqalishi (segretsiyasi), elanishi, tuzli tarkibi, kristall tuzilishi, eruvchanligi, bug' bosimi, termodinamik tavsifi kiradi.

**Gigroskopiklik.** Gigroskopiklik moddaning havodan namlikni yutish xususiyati bilan tavsiflanadi. Gigroskopiklikni keng tarqalgan baholashda % bilan ifodalangan gigroskopiklik nuqtasi aniqlanadi. Suvda eruvchan tuzlar uchun gigroskopiklik nuqtasi ( $h$ ) tuzning to'yingan eritmasi ustidagi suv bug'ining parsial bosimini xuddi shu haroratdagi bug' bilan to'yintirilgan havodagi suvning bug' bosimiga nisbati orqali aniqlanadi:

$$h = (P_o/P) \cdot 100.$$

Gigroskopiklik nuqtasi moddaning namlik yutmaydigan va yo'qotmaydigan nisbiy namligiga muvofiq keladi. Cheklangan me'yorda namlik tutgan o'g'itning gigroskopiklik nuqtasi havoning yillik o'rtacha nisbiy namligidan katta bo'lmaydi.

Moddalarning gigroskopikligini baholash uchun gigroskopiklik koeffitsiyenti ( $K_{gigr}$ ) ishlatiladi. Gigroskopiklik koeffitsiyenti namunaning kritik (maksimal) namligiga to'g'ri proporsionaldir:

$$K_{gigr} = K_1 \cdot W_m,$$

bunda:  $W_m$  – namunaning kritik (maksimal) namligi;

$K_1$  – tajriba yo'li bilan aniqlanadigan kinetik konstanta.

Havoning nisbiy namligi  $j_{ms} = 81\%$  bo'lganda gigroskopiklik koeffitsiyentiga bog'liq holdagi gigroskopiklik shkalasi 1.5- jadvalda keltirilgan.

1.5- jadval

**Moddaning gigroskopiklik shkalasi**

| $K_{gigr}$ , mmol/(g·s) | 1 va undan kichik       | 1–3                     | 3–5         | 5–10               |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|--------------------|
| Sifat bahosi            | amalda gigroskopik emas | oz darajada gigroskopik | gigroskopik | kuchli gigroskopik |

Gigroskopiklik shkalasi va ko'rsatkichlari turli hududlarda qisman farq qiladi.

**Yopishqoqlik.** Yopishqoqlik – ma'lum tashqi sharoitda dispers materialning turli darajadagi kattalik va mustahkamlikka ega bo'lgan aglomeratlarni hosil qilish xossasidir. Yopishqoqlik aniq standart sharoitda tekshirib olingan aglomeratlarning mustahkamligi bilan tavsiflanadi.

Suvda eruvchan mineral o'g'itlarni donadorlanish, tarkibidagi namligini kamaytirish, donachalar mustahkamligini oshirish, mahsulotni omborga joylashtirish yoki qoplashdan oldin sovitish, uni konditsionirlash, saqlashda saqlash sharoitini ta'minlaydigan germetiklikni ta'minlash natijasida uning yopishqoqligini kamaytirilishi mumkin.

**Elanishi.** Elanish – bu o'g'itni solishda tuproqda bir tekisda taqsimlanishi uchun mashinalarning ta'minlovchi va tashlovchi qurilmalaridan o'g'itning tushishini belgilaydigan xususiyatdir. Tashlovchi qurilmalarda o'g'itlarning bir tekisda taqsimlanishi sepiluvchanligi (harakatchanligi) orqali aniqlanadi. Zamonaviy mashinalar bilan o'g'itlarni solishda ularning bir tekisda taqsimlanishi o'g'itlarning donadorlik (fraksiyali) tarkibiga bog'liq bo'ladi.

**Donachalarning mustahkamligi.** Donachalarning mustahkamligi o'g'itlarni tashish, saqlash va tuproqqa solishdagi donadorlik darajasining saqlanishidir. U namlikka, kristallarning joylashish o'lchami, shakli va zichligiga, boshqa yuzalarga ishqalanish tabiatiga va hokazolarga bog'liqdir. Donachalarning mustahkamligi dinamik mustahkamlik  $P_d$ , ishqalanishga mustahkamligi  $P_i$  va statik mustahkamlik  $P_s$  bilan tavsiflanadi. Dinamik mustahkamlik ma'lum balandlikdan tashlanganda donachalarning maydalanish soni bilan, donachalarning ishqalanishga mustahkamligi – ishqalanishi tekshirilganda hosil bo'ladigan kukun ulushi bilan tavsiflanadi. Statik mustahkamligi ularni bir tekislik bo'yicha qisishdagi mustahkamlik chegarasi bilan tavsiflanadi.

**Tabiiy og'ish (qiyalik) burchagi.** Sepiluvchi materialning to'kilishi natijasida to'planning gorizontaal yuza bilan hosil qiladigan burchagi tabiiy og'ish burchagi deyiladi.

**Namlik sig'imi.** Namlik sig'imining chegarasi o'g'itning ekish agregatlaridan bir tekisda tushishini ta'minlanishdagi maksimal namlik bilan tavsiflanadi. O'g'itlarning sorbsiyali namlik sig'imi o'g'itning belgilangan namlik va haroratdagi havodan yutadigan maksimal namligi bilan aniqlanadi. «Bufarli» namlik sig'imi o'g'itning yoyilish xususiyatini yomonlashtirmagan holda standart o'g'itga qo'shiladigan namlik orqali aniqlanadi.

**To'kma (uyma) zichlik.** To'kma zichlik – sochiluvchan moddaning hajm birligidagi massasidir, birligi  $t/m^3$  bilan aniqlanadi. U – modda zichli-

gi, zarrachalar o'lchami, fraksiyali tarkibi, namligi va yotqizilgan qatlamlar bosimining funksiyasi hisoblanadi. Massa birligidagi hajm ( $Y$ ) – to'kma zichlikning teskari qiymatidir:

$$Y = 1:X$$

Vertikal devorli bunker va siloslar uchun moddaning o'rtacha massasi ( $X$ ) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$X = \frac{a+b}{2}$$

Taxminan kesik piramida shaklidagi o'g'it o'plami uchun esa:

$$X = \frac{3f(b-a)+2d(2a+b)}{6d}$$

tenglama bilan hisoblanadi. Bunda:  $a$  – erkin to'kilgan mahsulotning to'kma zichligi;  $b$  – ostki qatlamning to'kma zichligi;  $F$  – kesik piramida ostki qatlamining yuzasi;  $f$  – kesik piramida ustki asosining yuzasi:

$$d = f + F + \sqrt{Ff}$$

Mineral o'g'itlarning fizik-kimyoviy, mexanik va termodinamik xossalari bilan mineral o'g'itlar texnologiyasi bo'yicha ma'lumotnoma adabiyotlaridan foydalangan holda batafsil tanishish mumkin.

### 3- §. Murakkab o'g'itlar xomashyo bazasining rivojlanishi

**Fosfatli minerallar.** Tabiatda 120 dan ortiq turdagi fosfatli minerallar uchraydi. Apatit guruhidagi minerallar, ulardan eng asosiysi – fluorapatit  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ , eng keng tarqalgan va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan mineral hisoblanadi.

Apatitning fosfatli guruhlariga yoki apatitlarga  $\text{Ca}_{10}\text{R}_2(\text{PO}_4)_6$  umumiy formulaga ega bo'lgan 42 zarrachadan iborat bo'lgan elementar kristall yacheykali minerallar kiradi (bu yerda  $R$  – fluor, xlor yoki gidroksil).

Apatitdagi kalsiyning bir qismi Ba, Mg, Mn, Fe, shuningdek, uch valentli nodir elementlarning ishqoriy metallar bilan birgalikdagi atomlari bilan almashgan holatda bo'ladi. Apatitning kristall panjarasida kalsiyga nisbatan katta atom massaga ega bo'lgan kationlarning kirishi mineraldagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdorining, masalan, fluorapatitdagiga  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  nisbatan kamayishiga olib keladi. Masalan, mineralda o'rtacha 2,7% SrO va 1,5% nodir ele-

mentlar oksidlarining yig'indisi bo'lsa (nodir elementlarning o'rtacha atom massasi 160), undagi  $P_2O_5$  miqdori toza apatitdagi 42,2% o'rniga 40,7% bo'ladi.

Boshqa apatit minerallari – ftorning o'rnini OH yoki xlor olishi yoxud fosfor o'rnini uglerod olishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar sifatida qaralishi mumkin. Shunday minerallar ham borki, unda ularda fosforning bir qismi kremniy va oltingugurt bilan almashgan bo'ladi.

**Fizik xossalari.** Fosfatli minerallarning fizik xossasi kristall panjarada hosil bo'luvchi ionlar zaryadining kattaligi va ular tuzilishining ixchamligi bilan aniqlanadi. Ftorapatit o'zining tuzilishiga ko'ra, ikki molekula  $Ca_5(PO_4)_3F$  dan iborat fazoviy guruhga egadir. Bunday tuzilish ftorapatit molekulasining termodinamik mustahkamligi bilan izohlanadi. Ftorapatit kristall panjarasining energiyasi – 5300 kkal/molga tengdir, ftorapatit kristallarining solishtirma sirt energiyasi – 1520 erg/sm<sup>2</sup> (NaCl uchun 160 erg/sm<sup>2</sup>) ni tashkil etadi.

Ftorapatit fazoviy tuzilishining bunday ifodalanishi ftorning asosiy valentlikdan tashqari qo'shimcha valentlikni ham namoyon etishini ko'rsatadi. Shunday qilib, ftorapatitning markaziy atomi ftor bo'lgan ichki kompleks tuz deb qaralishi mumkin.

Apatitning turli izomorf ko'rinishlari geksagonal singoniyali kristallari bor. Ftorapatit yashil, sarg'ish-yashil rangda, qisman ko'k, pushti yoki safsar ranglar aralashgan yarim shaffof donachalar hosil qiladi. U 1660°C haroratda (xlorapatit esa 1530°C haroratda) suyuqlanadi. Apatitning zichligi 3,41–3,68 g/sm<sup>3</sup> oralig'ida bo'ladi, qattiqligi esa Moos darajasi bo'yicha 5 ga tengdir.

Apatit suvda va 2% li limon kislotada eritmasida amalda erimaydi, mineral kislotalarda parchalanadi. 3 mm o'lchamli yirik donachalar shaklidagi karbonatli ko'rinishlari – kurskit, frankolit va karbonatapatit 3% li HCl eritmasida 1 soat mobaynida deyarli to'la eriydi.

Ftorapatitni suv bug'i ishtirokida 1400–1550°C haroratgacha qizdirilganda gidroksilapatitga, u esa tetrakalsiyfosfat  $4CaO \cdot P_2O_5$  (limon kislotada eriydi) va trikalsiyfosfat  $Ca_3(PO_4)_2$  ga aylanadi. Trikalsiyfosfat ikki xil allotropik shaklda mavjud bo'ladi: a-modifikatsiya yuqori haroratda barqaror, 1700°C da suyuqlanadi, limon kislotada eriydi; β-modifikatsiya past haroratda barqaror, limon kislotada erimaydi. a-modifikatsiya 1100°C gacha sovutilganda β-modifikatsiyaga o'tadi.  $Ca_3(PO_4)_2$  ni tez sovutilganda past (15–20°C haroratda ham stabil holatdagi a-modifikatsiya shakli saqlanib qoladi.

**Tabiatda hosil bo'lishi va tarqalishi.** Apatitlar yer qobig'ida ko'p tarqalgan, ularning yer qobig'idagi miqdori fosfatlar umumiy massasining 95% ni tashkil etadi. Apatitlar ichidan fluorapatit eng ko'p tarqalgandir, gidroksilapatit kam va xlorapatit esa yanada kam uchraydi. Apatit otilib chiqadigan lavalar tarkibiga kiradi, ammo konsentrlangan shaklda nisbatan kam uchraydi.

Kalsiy fosfatlari kelib chiqishiga ko'ra: magmatik va qoldiqli turlarga bo'linadi. Magmatik yoki sof apatitli jinslar erigan magmaning to'g'ridan to'g'ri sovushi natijasida yoki magmatik suyuqlanmaning kristallanish jarayonida ayrim tomirlar (pegmatitli tomirlar) ko'rinishida bo'ladi, yoxud issiq suv eritmalaridan ajralib chiqish yo'li bilan (gidrotermal) hosil bo'ladi, yoxud magmaning to'g'ridan to'g'ri ohaktoshlar bilan o'zaro ta'siridan (kontaktli) hosil bo'ladi.

Apatitli jinslar hosil bo'lish sharoitiga muvofiq holda donachali yirik kristalli tuzilishga ega bo'ladi va polidispers emasligi va mikroyoriqlarning yo'qligi bilan tavsiflanadi. Ularning donachalari bilan birgalikda yoki ularga yo'ldosh bo'lgan boshqa turdagi magmatik nefelin ( $(Na,K)AlSiO_4 \cdot nSiO_2$ ), piroksenlar (masalan, egirin  $NaFe(SiO_3)_2$ ), titanomagnetit  $Fe_3O_4 \cdot FeTiO_3 \cdot TiO_2$ , ilmenit  $FeTiO_3$ , sfen  $CaTiSiO_5$ , dala shpati, slyuda, evdialit va boshqa minerallar ham bo'ladi. Gidroksilapatit tabiatda keng tarqalgan bo'lsa-da, ammo yirik to'planish hosil qilmaydi. U inson va hayvon suyagi (tishi) ning (oz miqdorda kalsit va organik moddalar aralashgan) asosiy massasini tashkil qiladi. Fosforit konini bir necha ming yillar davomida hosil bo'lishi natijasida uning tarkibida turli hayvonlar suyaklari va qoldiqlari mavjudligi aniqlangan. Suyakning parchalanishi natijasida organik moddalar yo'qoladi va atrof-muhitdan ftorni yutishi natijasida frankolit yoki kurskit, shuningdek fluorapatit hosil bo'ladi.

Qoldiqli kalsiy fosfatlarga fosforitlar kiradi. Ular fosfatli jinslarning yemirilishi, daryolarning dengizga oqizib olib chiqishi, boshqa jinslar bilan ta'sirlashishi natijasida va tarqoq cho'kindilar holatida ham, yirik to'planish hosil qilish bilan ham hosil bo'ladi. Barcha cho'kindili kalsiy fosfatlarining ma'lum miqdori – chig'anoq va suyaklarning yer qobig'ining ko'p joylarida geologik va kimyoviy jarayonlar ta'siri natijasida to'plangan (organik kelib chiqqan) fosfor hissasiga to'g'ri keladi.

Hosil bo'lish sharoitiga bog'liq holatda va cho'kindili kalsiy fosfatlarining tuzilishiga ko'ra fosforitli to'planish uchta asosiy: organogen, donador toshsimon va qatlamli turlarga bo'linadi. Organogen (chig'anoqli) to'planish fosfatli chig'anoq va suyaklardan, qatlamli va donador toshsimon fos-

foritlar esa organizmlarning bevosita ishtirokida kimyoviy yo'l bilan hosil bo'ladi. Donador toshsimon fosforitlarga fosfatli jinslarning murakkab ikkilamchi o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi (cho'kindili) fosforitlar ham kiradi.

Fosforitli rudalar tarkibida, asosiy fosfatli moddalardan tashqari, ko'p miqdordagi boshqa minerallar: glaukonit  $(R_2O+RO)R_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$  (bunda:  $R_2O - Na_2O$  va  $K_2O$ ,  $RO - MgO$ ,  $CaO$  va  $FeO$ ,  $R_2O_3 - Fe_2O_3$  va  $Al_2O_3$ ), limonit  $2Fe(OH)_6 \cdot Fe_2O_3$ , kalsit  $CaCO_3$ , dolomit  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ , kaolin  $H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$ , pirit  $FeS_2$ , dala shpatlari, kvars, granit va boshqalar, shuningdek, oz miqdordagi organik moddalar ham bo'ladi.

**Fosfatli xomashyolarni boyitish.** Fosfatli rudalardan tarkibida fosfor tutgan minerallarni va qo'shimcha jinslarni maksimal darajada ajratish uchun ular ham birlamchi qayta ishlanadi (masalan, elanadi va yuviladi), ham asosiy flotatsiyalashda – ikkilamchi boyitiladi.

Donador toshsimon rudalarda turli miqdordagi fosfatli moddalar tutgan turlicha kattalikdagi donachalar tuproq, qum kabi qo'shimcha jinslar bilan aralashgan holda bo'ladi. Tuproq va qum singari qo'shimcha mayda jinslar elash yoki yuvish orqali ajratiladi. Bunda oz miqdordagi fosfatli moddalar tutgan 0,5 mm dan mayda zarrachalar ajratiladi. Qolgan material tarkibida 22–25% gacha  $P_2O_5$  bo'ladi. Ko'p hollarda qoldiq sinflar bo'yicha ajratiladi va fosfat miqdori eng ko'p bo'lgan mahsulotning u yoki bu (masalan, +10 yoki –25+1 mm li sinfdagi) fraksiyasi olinadi. Bu rudaning donadorlik tarkibi yoki ulardagi  $P_2O_5$  va qo'shimchalar miqdori bo'yicha farqlanadigan bir nechta fraksiyalari (konsentratlar) ga bog'liqdir. Xuddi shunday tarzda chig'anoqli fosforit rudalari birlamchi boyitiladi. Masalan, tarkibida hammasi bo'lib 5–10%  $P_2O_5$  bo'lgan past navli Maardu rudasini ezish va maydalash – asosiy minerallarning amaliy klassifikatsiyasi, tarkibida 26–27%  $P_2O_5$  bo'lgan –0,5 + 0,25 mm li va tarkibida 25–25,5%  $P_2O_5$  bo'lgan –0,074 mm li fraksiyalarda fosfatlarning to'planishi bilan sodir bo'ladi.

Apatit-nefelinli ruda va qatlamli fosforit (masalan, Qoratog') rudasi ham turli darajadagi yiriklikdagi zarrachalarda fosfat minerallarining har xil tarkibda bo'lishi bilan tavsiflanadi.

Apatit-nefelinli rudani tanlab maydalanishi va 1 mm li elakda elanishi natijasida tarkibida 36–37%  $P_2O_5$  bo'lgan konsentrat olinadi. Ammo bunda  $P_2O_5$  ning konsentratga ajratib olish darajasi 50% dan oshmaydi.

Birlamchi konsentratlar yoki yuvilgan fosforitlar ishlab chiqarishda yoki flotatsiyalash yo'li bilan ikkilamchi boyitishdan oldin rudani dastlabki ajratishda fosforitli rudalarni birlamchi quruq yoki ho'l boyitiladi. AQSHda

tarkibida – 15%  $P_2O_5$  tutgan Florida fosforit rudalari ho'l elash va gidroseparatsiyalash orqali uchta sinfga ajratiladi. Tarkibida 30–40%  $P_2O_5$  tutgan –1,3–1,4 mm o'lehamli zarrachalardan iborat yirik fraksiya va tarkibida 34–35%  $P_2O_5$  tutgan 0,25–1,3 mm zarrachali o'rta fraksiya mahsulot sifatida olinadi. Qo'shimchalarning asosiy massasi to'plangan 0,25 mm dan kichik bo'lgan mayda fraksiya flotatsiyali boyitiladi va tarkibida 34–35%  $P_2O_5$  tutgan konsentrat olinadi. Bunda rudadagi 65–70% gina  $P_2O_5$  mahsulotga ajratib olinadi, qolgan fosfatlarning uchdan bir qismi quyqum va chiqindilar shaklida yo'qotiladi. Yuqori konsentratsiyali Tenessi koni rudalari to'g'ridan to'g'ri boyitilmasdan ishlatiladi, past navli rudalar esa navlarga ajratish va yuvish orqali boyitiladi.

Respublikamizda Qizilqum fosforit konsentratlari va Qozog'iston Respublikasidan olinadigan Qoratog' fosforit konsentratlari ishlatiladi. MDH mamlakatlarida Xibin apatit konsentratlari; Qoratog', Yegorev va Kingisepp flotatsiyali fosforit konsentratlari; Vyatsk, Yegorev, Aktyubinsk, Maardu, Kursk va Bryansk yuvilgan fosforitlari hamda birlamchi fosforit konsentratlari va boshqalar ishlatiladi. Har bir fosforit rudasini boyitish tarkibidagi qo'shimchalar va fosfatlarni ajratib olish darajasiga muvofiq holda o'ziga xos xususiyatga ega.

Yuqori sifatli rudani quruq maydalash yo'li bilan ham, quyi navli ( $P_2O_5$  kam bo'lgan) fosforitli rudani boyitish orqali ham kislotali qayta ishlash uchun fosfatli xomashyo ishlab chiqariladi. Bunda hattoki fosforit tarkibida 23,3%  $P_2O_5$  va 3,6% MgO bo'lganda ham mavjud boyitish usullari orqali tarkibida 27,9%  $P_2O_5$  va 2,45% MgO bo'lgan flotatsiyali konsentrat olinadi. Bundan tashqari, fosforitlarni boyitish – ma'lum miqdordagi xomashyo yo'qotilishi bilan bog'liq qimmatbaho jarayondir. Flotatsiyali konsentratdagi 1 t  $P_2O_5$  ning tannarxi boshlang'ich rudani quruq maydalashdan olinadigan fosforit uniga nisbatan 2,5–3 marta qimmatdir. Flotatsiyalashda boyitiladigan rudadan  $P_2O_5$  ning mahsulotga ajralish darajasi 63–65% ni tashkil etadi, ya'ni boyitish jarayonida 35% fosfatli modda yo'qotiladi. Boyitish fabrikasining tarkibida 16–18%  $P_2O_5$  va 4–6% MgO tutgan chiqindisidan amalda foydalanilmaydi.

Temir rudali fosforitlarni boyitish uchun magnitli separatorlardan foydalaniladi.

Fosforitlarni boyitishda ularga termik ishlov berish usuli ham ishlatiladi. Bunda fosforitlar 400–800°C da aylanuvchi barabanli yoki qaynovchi qatlamli pechlarda ishlov berilishi natijasida undagi karbonatlar parchalanadi, fosforit zarrachalarining strukturasi qisman o'zgaradi, bu esa ularning keyingi kislotali ishlov berilishida o'z samarasini beradi.

Fosforitlarni kimyoviy boyitishda ko'p miqdordagi kislota sarf bo'lishi, suyultirilgan va tashlab yuboriladigan eritmalar hosil bo'lishi va ma'lum miqdordagi fosfatli moddalarning eritmaga o'tishi hisobiga yo'qotilishi sababli amalda joriy etilmagan. Lekin, fosforitlarni qisman parchalash va flotatsiyali boyitish orqali quyi navli fosforitlarni dastlabki kimyoviy qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Karbonatlarni yo'qotish maqsadida kimyoviy boyitish qo'llanilishi mumkin.

**O'zbekiston fosforitlarining tavsifi.** Markaziy Qizilqum fosforitlari hozirgi kunda respublikadagi fosforli o'g'itlar ishlab chiqaruvchi korxonalarining asosiy xomashyo bazasi hisoblanadi. Donador fosforitning aniqlangan umumiy zaxirasi 10 mlrd tonnani tashkil qilib, uning faqatgina 10% ini ochiq usulda qazib olish mumkin. Qizilqum havzasidagi Jer (Djeroy), Sardor (Sardara), Toshqo'ra (Toshkura) (1.6- jadval), Qoraqat (Karatau), Jetimtog' (Djetimtau) konlari deyarli to'liq o'rganilgan. Yirik konlardan hisoblangan Jer-Sardor fosforit zaxirasi 240 mln t (47 mln t  $P_2O_5$ ) ga teng. Ushbu konning 100 metrgacha bo'lgan chuqurlikdagi  $P_2O_5$  miqdori 100 mln tonnadan ko'proq ekanligi aniqlangan .

1.6- jadval

Toshqo'ra fosforitlarining kimyoviy tarkibi

| Namunalar                 | Komponentlar, % hisobida |       |      |                 |                               |                 |      |                  |      |
|---------------------------|--------------------------|-------|------|-----------------|-------------------------------|-----------------|------|------------------|------|
|                           | $P_2O_5$                 | CaO   | MgO  | CO <sub>2</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SO <sub>3</sub> | F    | H <sub>2</sub> O | e.q  |
| Boyitilmagan fosforit uni | 17,65                    | 44,57 | 1,73 | 15,25           | 2,53                          | 4,42            | 2,32 | 1,15             | 7,84 |
|                           | 18,03                    | 42,43 | 1,68 | 15,18           | 2,45                          | 3,11            | 2,10 | 1,09             | 7,35 |
| Minerallashgan fosforit   | 13,94                    | 43,78 | 2,11 | 19,10           | 3,26                          | 2,10            | 0,42 | 1,17             | 11,7 |
|                           | 12,45                    | 44,50 | 2,03 | 18,85           | 3,18                          | 1,95            | 0,35 | 1,16             | 8,61 |
| Fosforit changi           | 18,54                    | 45,29 | 1,81 | 15,00           | 2,73                          | 2,81            | 0,81 | 0,41             | 10,2 |
|                           | 18,05                    | 41,20 | 1,78 | 15,16           | 2,66                          | 0,71            | 0,76 | 0,38             | 7,23 |
| Gullob fosforiti          | 5,05                     | 17,0  | 0,70 | 5,28            | 2,83                          | 1,02            | 0,90 | 2,20             | 0,59 |

Gorizontlarda joylashgan bir necha fosfatli qatlamlar ichida umumiy qalinligi 1,0–1,3 metr bo'lgan ustki ikkitasi sanoat ahamiyatiga egadir. Ularni o'zaro 8–12 metrli kuchsiz fosfatlashgan mergelli qatlamlari ajratib turadi. Qatlamlardagi fosforit tarkibidagi fosfat angidrid miqdori birinchi qatlamda 16–19% ni, ikkinchi qatlamda esa 21–23% ni tashkil qiladi.

Fosforit rudasi (undagi 20% mergel jinslari hisobiga) tarkibidagi fosfat angidridning ulushi o'rtacha 16% ni tashkil qiladi. Qizilqum fosfat

xomashyosi o'zining tarkibi bilan Afrika va Arabiston hududida joylashgan yirik konlardagi (Xuribka, Jembel-Onk, Gafsa, Abu-Tartur) fosforit ma'danlariga juda yaqindir.

Kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlil natijalari Qizilqum fosfat xomashyosi asosan ftorkarbonatapatit va kalsit minerallaridan tashkil topganligini ko'rsatdi.

Petrografik ma'lumotlar Sardor koni fosforitlari donador organogen-oolit qoldiqlaridan tuzilganligini ko'rsatdi.

Ruda fosfatlashgan donalar va organik qoldiqlar hisoblangan ooliti fosfatlar (70% ga yaqin), oz miqdorda loysimon qo'shimchalari bo'lgan sementlangan karbonatlar yig'indisidir. Mineralogik tadqiqot natijalari donador fosforit rudalari tarkibi bir-biriga o'xshashligini ko'rsatdi. Jinsni 10% dan 90% gacha fosfat minerallari tashkil qiladi. Qolgan qismi kalsit, montmorillonit, gidroslyuda, poligorskit, gidrogetit, kvars, gips, glaukonit, dala shpatlari, galit minerallaridan iboratdir.

Jinslar tarkibida temir qoldiq holatda 12% gacha bo'lib, asosan gidroksid, kamdan-kam sulfid holida uchraydi. Magniyning asosiy qismi montmorillonitda, oz miqdorda esa dalomit tarkibida bo'ladi. Aluminiy miqdori loysimon moddalar ulushiga bog'liq bo'lib, ko'pi bilan 7,2% gacha boradi.

Rudaning o'rtacha mineralogik tarkibini (%): frankolit – 56,0, kalsit – 26,5, kvars – 7,5–8,0, gidrosluda minerallari va dala shpatlari – 4,5, gips – 3–5, getit – 1,0, seolit < 1,0, organik moddalar esa – 0,5 ga yaqin tashkil qiladi.

Fosfat moddasining o'rtacha kimyoviy tarkibini (%):  $P_2O_5$  – 32,10; CaO – 48,34;  $CO_2$  – 5,0; F – 3,19; MgO – 0,04;  $Al_2O_3$  – 0,2;  $Fe_2O_3$  – 0,18;  $Na_2O$  – 0,10;  $K_2O$  – 0,05;  $SO_3$  – 0,08;  $SiO_2$  – 0,05 tashkil qiladi. Uning zichligi 2,96–3,2 g/sm<sup>3</sup>, sindirish ko'rsatkichi 1,596–1,621 ga teng. Donador fosforitdagi fosfat moddasi adabiyotlarda «kurksit» deb nomlanadigan karbonatftorapatitga to'g'ri keladi.

Fosforitning boshqa xomashyolardan asosiy farqi ular tarkibida uch xil shaklda karbonat minerallari bo'lishidir. Ular fosforit tarkibida «endo» – va «ekzokalsit» shaklida bo'ladi. Endokalsit – chig'anoqli fosfatlar ichida fosforit zarralari bilan bog'lanishidan saqlanib qolgan dastlabki kalsit qoldig'idir. Ekzokalsit esa kalsitning ikkinchi shakli bo'lib, fosforitlarning sirtida sust bog'langan. Uchinchi shaklda karbonat ionlari fosfat donalarining tuzilish halqalarida izomorfik holatda bog'langan. Qizilqum fosforitlari yuqori karbonatli hisoblanib, ba'zi namunalari karbonat angidrid-

ning miqdori 27% gacha boradi. Fosforitlarda frankolit miqdori 20–25% dan 84–87% gacha, kalsit esa 5–8% dan 62–65% gacha oraliqda o'zgaradi va ular ma'danning 75–80% dan 93–95%gachasini tashkil etadi .

**Fosforitlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari.** Markaziy Qizilqum fosforitlaridan yangi navli fosforli o'g'itlar olishning fizik-kimyoviy asoslarini yaratishda, me'yoriy-texnik hujjatlarni ishlab chiqish va sanoat miqyosida ishlab chiqarishni tashkillashtirishda xomashyo va tayyor mahsulotlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari haqidagi ma'lumotlar zarurdir (1.7- jadval). Chunki bu tavsifnomalar xomashyolarni qayta ishlash uchun qurilma va uskunalar o'lchamini to'g'ri hisoblash bilan birga ulardan unumli foydalanishga imkon beradi.

Fosforit zarrachalarining oquvchan sharoitdagi harakatchanligi uning uyma zichligi orqali ifodalanadi. U xomashyo saqlanayotgan hajmdagi va shuningdek bunker va siloslardan bo'shatilayotgandagi harakatning asosiy ko'rsatkichlarini hisoblashda zarur bo'ladi. Asosiy xomashyo bunkerlari va idishlari o'lchovlarini, uni tashuvchi moslama va qurilma quvvatlarini hisoblash uchun uyma zichlik ko'rsatkichi aniqlanadi.

Namligi 1.15% bo'lgan boyitilmagan fosforit uning uyma zichligi 1,07 g/sm<sup>3</sup> ga teng. Xomashyo tarkibidagi namlikning 2,45% gacha ortishi uning uyma zichligini 1,13 martaga oshiradi.

Ushbu bog'liqlik past navli fosforit va fosforit changi namunalarida ham nomoyon bo'ladi. Sochiluvchan modda zarrachalari harakati ularning erkin yuzada hosil qilgan tabiiy qiyalik burchagiga bog'liqdir. Qiyalik burchagi qancha kichik bo'lsa, bu uning yuqori sochiluvchanligini ko'rsatadi.

1.7- jadval

**Toshqo'ra fosforit namunalarining fizik-kimyoviy xossalari**

| Texnologik ko'rsatkichlar       | Fosforit namunalari |      |               |  |      |      |  |      |      |
|---------------------------------|---------------------|------|---------------|--|------|------|--|------|------|
|                                 | Boyitilmagan kukun  |      |               | Minerallashgan   |      |      | Fosforit changi                                  |      |      |
| Donadorlik,%                    | +0.16 mm – 30       |      |               | –5 mm - +3 mm – 10,5<br>–2 mm - + 1 mm – 13,1<br>>1mm – 60,0 |      |      | –0,3 mm - + 0,1<br>mm –13,54, >0.1<br>mm – 86,46 |      |      |
| Namlik,%                        | 1.15                | 2.10 | 2.45          | 1.17   | 2.24 | 2.61 | 0.41   | 0.89 | 1.02 |
| Zichlik, g/sm <sup>3</sup>      | 2.31                | 2.40 | 2.43          | 2.11   | 2.23 | 2.38 | 2.17   | 2.22 | 2.30 |
| Uyma zichlik, g/sm <sup>3</sup> | 1.07                | 1.13 | 1.21          | 1.35   | 1.46 | 1.49 | 0.61   | 0.78 | 0.85 |
| Tabiiy qiyalik burchagi, °C     | 38                  | 40   | 42            | 58   | 56   | 60   | 11   | 12   | 14   |
| Oquvchanlik, s                  | 17                  | 20   | Oquvchan emas |  |      |      |  |      |      |

Past sifatli fosforit namunasida esa buning aksi, chunki uning donadorlik tarkibi fosforit changidan keskin farq qiladi.

Qadoqlash qurilmalarini loyihalash va tanlashda fosforit zarrachalarining oquvchanligi katta rol o'ynaydi. Ma'lum miqdordagi xomashyo namunalarini 4 mm diametrga ega bo'lgan voronkadan oqib tushish vaqti oquvchanlikni ifodalaydi.

Tajribalar faqatgina namligi 2,10% gacha bo'lgan boyitilmagan fosforit uni oquvchan ekanligini ko'rsatadi. Buni quyidagicha izohlash mumkin. Past sifatli fosforitdagi zarrachalar o'lchamining kattaligi hisobiga oquvchanligi oshadi va aksincha chang fraksiyasi zarrachalarining o'ta mayin bo'lishi natijasida ular voronka devorlariga yopishishi hisobiga oquvchanligi kamayadi.

Demak, mazkur fosforit namunalaridan o'g'it ishlab chiqarishda ularning har biri uchun alohida-alohida o'ziga xos saqlash, tashish va qadoqlash qurilmalaridan foydalanish kerak.

Fosforit tarkibida qo'shimchalar: karbonat minerallari, temir va aluminii oksidlarining katta miqdorda bo'lishi xomashyoni qayta ishlash texnologiyasini qiyinlashtiradi. Ushbu fosforitlarni qayta ishlashda ko'p miqdorda ko'piklar hosil bo'lishi va uni karbonsizlantirish uchun katta miqdorda kislotalar sarflanishi xomashyoning salbiy tomoni hisoblanadi.

Fosforitlarni murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishga jalb qilish uchun albatta tarkibidagi kalsit miqdorini kamaytirish hisobiga uni boyitish lozim. Qizilqum fosforitlaridan yuqori sifatli azot-fosforli murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish maqsadida hozirgi kunda xomashyoni turli usullar yordamida boyitish texnologiyalari yaratilmoqda. Fosforit rudasini flotatsiya usuli yordamida boyitish samarasiz hisoblanadi, chunki unda kalsit va fluorapatit zich bog'langan bo'ladi. Bu esa rudani maydalangandan keyin ham flotatsiya usuli bilan ajratishda noqulayliklarni keltirib chiqaradi.

Yuqori karbonatli fosforitlarni boyitishning yana boshqa usullaridan biri ularga suyultirilgan mineral kislotalar va nitrat kislotaning nordon tuz eritmaları bilan kimyoviy ishlov berishdir. I.K.Irgashev va S.X.Madaliyevlar Jer va Sardor fosforit namunalarini fosfatlarning nitrat kislotasi bilan qayta ishlashda chiqindi hisoblangan magniy va kalsiy nitratli nitrat kislotaning quyidagi tarkibli 12%  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 10%  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , 4,06%  $\text{HNO}_3$  eritmasi yordamida kimyoviy boyitish maqsadga muvofiqligini ko'rsatganlar. Bu sharoitda xomashyodagi uglerod(IV)-oksidning ajralish darajasi 63–65% ni,  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning suyuq fazaga o'tishi esa 0,14–0,78% ni tashkil qiladi.

Fosforitlar 3–9% li sulfat kislotasi bilan boyitilganda esa karbonat

angidridni kerakli darajada gaz fazasiga o'tkazishga erishilmagan, chunki bu sharoitda xomashyodagi  $P_2O_5$  ning 18,34% qismi eritmaga o'tadi.

Kimyoviy boyitish usullarining asosiy kamchiligi fosforitlardagi karbonat angidridni 100% gacha gaz holatiga o'tkazish mumkin emasligi va ko'p miqdorda hosil bo'ladigan kuchsiz eritmalarini utilizatsiya qilish (takroriy qayta ishlash) ning murakkabligidir.

Fosforitlarni termik usullar yordamida boyitish ko'pgina ilmiy ishlarda o'rganilgan. Tadqiqotlar asosida quyidagilar aniqlangan:

- fosforitlarning karbonatsizlantirish jarayonida karbonat angidridning to'liq gaz fazaga o'tishi haroratning keng oralig'ida boradi va  $1100^{\circ}C$  da yakunlanadi;

- rudani  $850^{\circ}C$  da kuydirganda mahsulot tarkibidagi erkin kalsiy oksidining ulushi yuqori bo'ladi;

- yuqori  $1000-1500^{\circ}C$  haroratda kuydirilganda xomashyodagi murakkab fizik-kimyoviy o'zgarishlar natijasida kalsiy silikati va kalsiytetrafosfatlar hosil bo'ladi;

- $1000-1300^{\circ}C$  da fosforitdan bog'lovchi qo'shimchalarsiz fosfor ishlab chiqarish uchun mustahkam donador mahsulot hosil bo'ladi;

- xomashyo  $1560-1580^{\circ}C$  da eriydi, quruq havo oqimiga ftoz gazlari ajraladi.

Hozirgi kunda Qizilqum fosforitlari jadal dezintegratsiyalanadi va ajratilib, so'ng kuydiriladi. Xomashyoning dezintegratsiyalanishi natijasida uning tarkibidagi sementlangan bo'laklar maydalanadi va mergel birikmalaridan ajratiladi. Shuningdek, kalsit va kvarsning yupqa qatlamlari yo'qotiladi. O'lchami  $+40$  ( $50$ ) mkm bo'lgan mahsulot esa kuydirishga yuboriladi. Termik boyitish asosida olingan fosforit tarkibida hosil bo'lgan erkin kalsiy oksidini an'anaviy usulda ajratib olish kam samaralidir.

Zarafshon shahridagi Qizilqum fosforit kompleksida ishlab chiqarilayotgan termokonsentrat olish usulining murakkabligi, unda yuqori harorat qo'llanilishi, kuydirilgan mahsulot tarkibida xlor miqdorining ortib ketishi, mahsulot tarkibidagi  $CaO/P_2O_5$  nisbatining katta qiymatda saqlanib qolishi undan olinadigan ammosfos o'g'itining tannarxini qimmatlashishiga olib keladi.

Bugungi kunda Qizilqum fosforitlaridan termik boyitish jarayonlaridagi muammolarni hal etish uchun arzon va sifatli fosfokonsentratlar olishning samarali usullarini izlab topish lozim. Markaziy Qizilqum fosforitlarini chiqindisiz texnologiya asosida boyitish tadqiqotlari diqqatga sazovordir. Bu usulda boyitilmagan Qizilqum fosfat namunalarini ( $17-18\% P_2O_5$ )

50–57% li nitrat kislotasi bilan qayta ishlanadi. Kislotada miqdori karbonat minerallarini parchalash uchun stexiometrik sarfining 90–110%ni tashkil etadi.

Boyitish «qattiq fazali» tartibda borishi natijasida barqaror koʻpiklar hosil boʻlmaydi. Parchalanish mahsulotlari kalsiy nitrit, loysimon minerallar va qisman parchalangan fosfatlar 10–15% li aylanma  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  eritmasi yordamida yuvilib, ajratib olinadi. Ushbu konsentrlangan nitrokalsiyfosfat eritmaları maʼlum usullar yordamida azot-fosfor-kalsiyli murakkab oʻgʻitga qayta ishlanadi. Fosforitdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning 54–56% qismi fosforit konsentratlari tarkibiga oʻtishi aniqlangan. Ishlanma mualliflari ushbu konsentratdan yuqori sifatli mono va diammoniyfosfat oʻgʻitlari ishlab chiqarishni tavsiya etishgan. Yuqorida keltirilgan usulning maʼlum kimyoviy boyitish usullaridan afzalligi shundan iboratki, fosfat konsentratlari olish uchun alohida boyitish korxonasini loyihalash va qurish shart emas, konsentratdagi kalsiy moduli ( $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ) kichik, xlor miqdori (ikki martaga) kam va uning tan-narxi arzonligidir.

Hozirgi kunda Qizilqum fosforit kompleksi korxonalarini fosfat xomashyosi bilan toʻliq taʼminlash imkoniyatiga ega emas. Respublika qishloq xoʻjaligida fosforli oʻgʻitlarga boʻlgan talabni toʻla taʼminlash uchun sanoat ahamiyatiga ega boʻlmagan fosforitlardan foydalanib, murakkab oʻgʻitlar olishning unumli usullarini yaratish zarurdir.

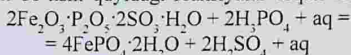
Oʻzbekiston hududida tarkibidagi asosiy fosfor miqdori maʼlum fosforitlarga nisbatan kam boʻlgan fosfatlarga Guliob (Guliob), Auminzatogʻ (Auminzatau), Choʻqay–Toʻqay (Chukay–Takay), Xoʻjayli (Xodjeyli), Xoʻjakoʻl (Xodjakul), Bolaqara (Balakaraskiy), Boʻqantogʻ (Bukantauskiy) kabi va boshqa agronomik ruda konlari aniqlangan. Yuqorida qayd etilgan mahalliy past navli xomashyolar kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xususiyatlari jihatidan bir-biridan keskin farq qiladi.

Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida joylashgan Guliob fosforiti tarkibidagi fosforli minerallar asosan dallit va diadoxit minerallaridan tashkil topgan. Rudada bu minerallarning umumiy miqdori 31% ga teng. Zaxiraning miqdori 551 ming tonna  $\text{P}_2\text{O}_5$  ni tashkil qiladi. Donador fosforitlar qora va jigar rang koʻrinishda uchraydi. Undagi fosfat angidridning miqdori 4,13% dan 22,3% gacha oʻzgaradi. Shuningdek, tarkibidagi oz miqdordagi  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$ , F va  $\text{SO}_3$  lar gips tarkibida emas, balki diadoxit mineralida boʻladi.

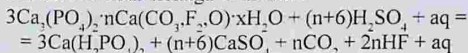
Ruda tarkibida temir, aluminiy, magniy, kaliy, marganes, nikel, mis, volfram va boshqa mikroelementlar boʻlib, fosforitga qayta ishlov beril-

ganda ular o'g'it tarkibiga o'tadi. Dallit bilan diadoxit minerallarini hosil qilgan qatlamlarni bir-biridan alohida ajratib bo'lmaydi. Markaziy qismida ko'p miqdorda dallit uchrasa, sirtida diadoxit, ayrim holatlarda teskari joylashadi. Diadoxit tarkibidagi sulfoguruhlarining fosfat minerallari bilan birikib ketishi fosforitning kislotali parchalash kimyoviy va kinetik jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi, ya'ni tez va oson parchalanishga olib keladi.

Diadoxit, masalan, fosfat kislotasi bilan parchalanganda erkin holatda sulfat kislotasi hosil bo'lishi quyidagi reaksiyalar orqali sodir bo'ladi:



Hosil bo'lgan sulfat kislotasi esa dallitga ta'sir qilib, kalsiy fluorapatitni o'simlik o'zlashtiruvchan holatga o'tkazadi.



Rudaning asosiy mineral tarkibini (o'rtacha %): kvars – 56,5; dala shpati – 0,65; fosforit – 31,1; karbonat – 1,45; loysimon minerallar – 6,3; temir gidroksidi – 3,3; sfen, apatit, turmalin, sirkon, uglerodli moddalar va pirit tashkil qiladi.

Kvars fosforitlarda juda ham notekis tarqalgan bo'ladi.

Dala shpati ortoklaz va mikroklin shaklida fosforit tarkibida 1% gacha bo'ladi.

Ortoklaz donalarida sirkon, apatit va turmalin uchraydi.

Karbonatli minerallar kuchsiz dolomitlashgan kalsidan tashkil topgan.

Loysimon minerallar bilan karbonatlar zich bog'lanishi natijasida loysimon sementli karbonatlarni hosil qiladi. Kvars donalarining sirti va yoriqlarida temir gidroksidi, uglerodli birikmalar bo'ladi.

Montmorillonit va kaolinitga o'xshash loysimon minerallar karbonatlar bilan birga sementli jinslar hosil qiladi. Xomashyodagi karbonatlarga o'xshab, bu minerallar jinsda bir tekis tarqalmagan bo'lib, ba'zi yuzalarda uning miqdori nolgacha kamayib boradi.

Sfen, apatit, turmalin, sirkon alohida ajralgan karbonat – loyli sement ko'rinishida bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, mahalliy fosforitlardan sifatli fosforli o'g'it olish uchun albatta yangi usullar ustida ilmiy izlanishlar olib borish zarur.

### *Nazorat savollari*

1. Nima uchun tuproqqa mineral o'g'itlar solinadi?

2. Makroelement va mikroelementlar deganda nimani tushunasiz?
3. O'simliklar hosildorligini oshirishdagi mineral o'g'itlarning roli qanday?
4. Mineral o'g'itlar qanday turlarga bo'linadi?
5. Organik va bakterial o'g'it deganda nimani tushunasiz?
6. Azotli o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
7. Fosforli o'g'itlar turlarini ayting.
8. Kaliyli o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
9. Mikroo'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
10. Kompleks o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
11. To'g'ridan to'g'ri ishlatiladigan va bilvosita foydalaniladigan o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
12. Azotli o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
13. Kaliyli o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
14. Kompleks o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
15. Aralash o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
16. Gigroskopiklik nima?
17. O'g'itlarning yopishqoqligi nima va uni qanday kamaytiriladi?
18. Donachalarning mustahkamligi deganda nimani tushunasiz?
19. Namlik sig'imi deganda nimani tushunasiz?
20. To'kma zichlik nima?
21. Fosfatli minerallar turlarini ayting.
22. Fosfatli minerallarning fizik xossalarini tushuntiring.
23. Fosfatli minerallarning tabiatda hosil bo'lishi va tarqalishini ayting.
24. Fosfatli xomashyolarning boyitish usullarini tushuntiring.
25. O'zbekiston fosforitlarini tavsiflang.
26. Fosforitlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalarini tushuntiring.

## II BOB. AZOT-KALIYLI VA FOSFOR-KALIYLI MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

### 1- §. Kaliyli selitra ishlab chiqarish nazariyasi

**Kaliy nitrat. Xossalari va olinish usullari.** Kaliy nitrat (kaliyli selitra)  $\text{KNO}_3$  – kristall rangsiz kukun bo'lib,  $337^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Texnik mahsulot sarg'ish rangga egadir. Suyuqlanish haroratidan yuqorida  $\text{KNO}_2$  va  $\text{O}_2$  ga parchalanadi.  $20^\circ\text{C}$  haroratda 100 g suvda 31,5 g,  $114^\circ\text{C}$  da esa – 312 g  $\text{KNO}_3$  eriydi.

Kaliy nitrat – tutunli (qora) porox ishlab chiqarishda, pirotexnikada, oziq-ovqat va shisha sanoatida ishlatiladi. U tarkibida ikkita ozuqa elementi – azot va kaliy (nazariy tarkibi – 13,85% N va 46,5%  $\text{K}_2\text{O}$ ) bo'lgan ballastsiz (keraksiz qo'shimchasi bo'lmagan) bebaho o'g'it hisoblanadi. Bu o'g'itning yana bir muhim xususiyati shundaki, u gigroskopikligi kam va fiziologik ishqoriydir. Ammo uni asosan sanoatda ishlatiladi, chunki kaliy nitratdagi azot va kaliyning narxi boshqa o'g'itlardagiga nisbatan qimmatdir.

Sanoatda ishlatish uchun bir necha navlardagi kaliy nitrat ishlab chiqariladi. Ular tarkibida 99,9; 99,85 va 99,7% dan kam bo'lmagan  $\text{KNO}_3$  va shunga muvofiq ravishda 0,08; 0,1 va 0,2% dan kam bo'lmagan namlik bo'ladi. Shuningdek, ular tarkibidagi xloridli, karbonatli, nitritli va boshqa qo'shimchalar ham me'yorlanadi.

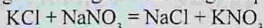
Kaliy nitrat oz bo'lsada turli biokimyoviy jarayonlar natijasida yuzaga keladigan tabiiy mineral tarzida ham uchraydi. Shulardan biri hind selitrası hisoblanadi. Uning asosiy tarkibi kaliy nitratdan iboratdir.

Kaliy gidroksid yoki karbonatda nitrat kislotasini neytrallash yoki azot oksidlarini absorbsiyalash usuli bo'yicha kaliy nitrat olish ishqoriy reagentlarning yetishmasligi va qimmatbaholigi sababli kam qo'llaniladi. Kaliy xlorid va natriy, ammoniy, kalsiy nitratlardan kaliy nitrat olishning konversiyali usuli sanoatlarda keng tarqalgan. Masalan,  $\text{KCl}$  va  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ishlatilganda jarayonni kation almashinuv usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunda kationit davriy ravishda kalsiy nitrat eritmasi bilan ( $\text{KNO}_3$  eritmasi olishda) va kaliy xlorid eritmasi bilan (kationitning regeneratsi-

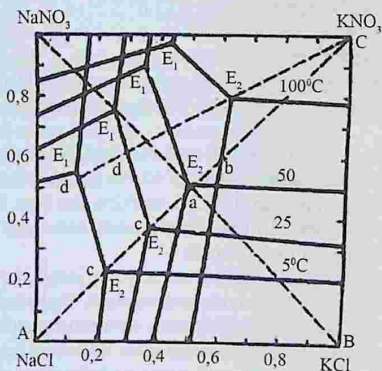
yasida) ishlov berib turiladi. Soʻngra kaliy nitrat eritmasi bugʻlatiladi, sovutiladi,  $\text{KNO}_3$  kristallari sentrifugada ajratiladi va quritiladi.

Kaliy xlorid va nitrat kislotasi yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish ham oʻziga xos xususiyatga egadir.

**Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usuli.** Quyidagi almashinish reaksiyasiga asoslangan usul keng tarqalgandir:



5, 25, 50 va  $100^\circ\text{C}$  haroratdagi  $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$  suvli sistemasida eruvchanlik diagrammasi 2.1- rasmda tasvirlangan. Bundan koʻrinadiki,  $5\text{--}25^\circ\text{C}$  haroratdagi kaliy tuzlarining eruvchanligi natriy tuzlariga nisbatan kam,  $100^\circ\text{C}$  da, aksincha, NaCl ning kristallanish sohasi keskin ortadi. Agar  $100^\circ\text{C}$  da KCl va  $\text{NaNO}_3$  larning ekvimolyar aralashmasining eritmasi tayyorlansa, kvadrat diagonallari kesishishiga toʻgʻri keladigan *a* nuqta NaCl ning kristallanish sohasida yotadi. Bunday eritmadan  $100^\circ\text{C}$  haroratda suv bugʻlatilganda, eritma toʻyinishi natijasida NaCl kristallana boshlaydi va eritma tuzli massasining tarkibi *ab* chiziq boʻyicha oʻzgaradi.



2.1- rasm. 5, 25, 50 va  $100^\circ\text{C}$  haroratdagi  $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$  suvli sistemasida eruvchanlik izotermasi.

*b* nuqtada eritma KCl ga ham toʻyinadi. Agar xuddi shu paytda ajraladigan NaCl kristallari ajratilsa va soʻngra eritma, masalan  $5^\circ\text{C}$  ga sovutil-

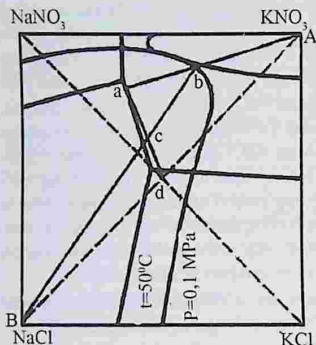
sa, bunda  $b$  nuqta  $\text{KNO}_3$  ning kristallanish sohasida bo'lib qoladi. Eritma sovutilganda bu tuz ham cho'kmaga tushadi va qolgan eritma tarkibi  $bc$  chiziq bo'yicha o'zgaradi.

Bunda  $a$  va  $b$  nuqtalar orasidagi masofa unchalik katta emas, u holda ekvimolekular miqdordagi  $\text{KCl}$  va  $\text{NaNO}_3$  tutgan eritmadan suvni bug'latishda juda oz miqdordagi  $\text{NaCl}$  cho'kmaga tushadi va eritma tezda  $\text{KCl}$  bilan ham to'yingan holga keladi. Bu esa eritmani sovutish  $\text{KNO}_3$  unumini kamaytiradi. Ajratib olinadigan  $\text{NaCl}$  miqdorini oshirish va  $\text{KNO}_3$  unumini oshirish uchun, diagrammadan ko'rinadiki, boshlang'ich eritmaga ortiqcha  $\text{NaNO}_3$  qo'shish lozimdir. Agar  $\text{NaCl}$  ajratib olinishi tugallanishiga eritma uchta tuz –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  va  $\text{KNO}_3$  bilan to'yinsa (ya'ni uning tuzli massasi  $E_2$  nuqta bilan tasvirlangan) eng yuqori unumga erishiladi. Bunda hosil bo'lgan  $\text{NaCl}$  kristallarini ajratib olingandan so'ng, eritmani sovutishi natijasida  $\text{KNO}_3$  ning kristallanishi eng uzun yo'l  $E_2d$  bo'yicha sodir bo'ladi va eng yuqori unumda mahsulot olinishi ta'minlanadi.

$\text{KCl}$  va  $\text{NaNO}_3$  orasidagi almashinishni ta'minlashning eng samarador va tejamkor usuli bu – o'zgarmas bosim va o'zgaruvchan haroratda sistemadan suvni bug'latish paytida  $\text{NaCl}$  ning kristallanishi sodir bo'ladigan siklik jarayonda amalga oshirish hisoblanadi. Bunday optimal siklning tartibi va hisobi izotermik va izobarik diagrammalar kesishuvi yordamida amalga oshirilishi mumkin.  $\text{KNO}_3$  kristallanishi  $50^\circ\text{C}$  da tugallanadigan optimal sikl uchun misol 2.2- rasmda ko'rsatilgan. Izotermik kesishuvda  $a$  nuqta – sovutish jarayonida  $ba$  kesimda  $\text{KNO}_3$  kristallanganidan so'ng qoladigan eritmani tavsiflaydi. Kristallanish boshlanishida eritmaning tuzli tarkibiga  $b$  nuqta muvofiq keladi. Kristallanishdan oldin unga shunday miqdordagi suv qo'shiladiki, u kristallanish oxirida faqat belgilangan haroratdagina ( $50^\circ\text{C}$  natriy xlorid bilan to'yinishi kerak.  $b$  eritma qaynayotgan  $c$  eritmadan suvning bug'lanishi va  $\text{NaCl}$  ning kristallanishi natijasida olinadi. Eritma  $a$  ning  $\text{KCl}$  va  $\text{NaNO}_3$  lar ekvimolar miqdorlari aralashtirilishidan boshlang'ich eritma  $c$  bug'latish uchun olinadi.

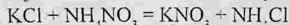
Shunday qilib, sikl  $cab$  uchburchagi bo'yicha amalga oshiriladi. Siklning tuzli koeffitsiyenti (ya'ni olingan  $\text{KNO}_3$  massasining bug'latilgan suv massasiga nisbati) qanchalik katta bo'lsa, bug'latishga shunchalik oz energiya sarflanadi.  $\text{KNO}_3$  kristallanishining oxirgi harorati qanchalik katta bo'lsa, eritmani sovutishga shunchalik oz xarajat ketadi.  $50\text{--}25^\circ\text{C}$  oralig'ida joylashgan qaynash nuqtasidan kristallantirishning oxirgi haroratigacha chegarasidagi haroratli sikl eng tejamkor hisoblanadi. Bunda  $Bb$

chiziqli bug'lanish uchun optimal  $K^+ : NO_3^-$  nisbati 0,69–0,96 oralig'ida bo'ladi; ular nisbatan yuqori tuzli koeffitsientlar va kam hajmli aylanma eritmalar bo'lishini ta'minlaydi.



2.2- rasm. Izotermik ( $50^{\circ}\text{C}$  va izobarik ( $0,1\text{ MPa}$ ) kesishuvli diagrammada  $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$  konversiyaning optimal sikli.

**Kaliy nitrat ishlab chiqarishning samarador usullari.** Kaliyli selitra turli xil usullarda, shu jumladan almashinish reaksiyasi orqali olinadi:

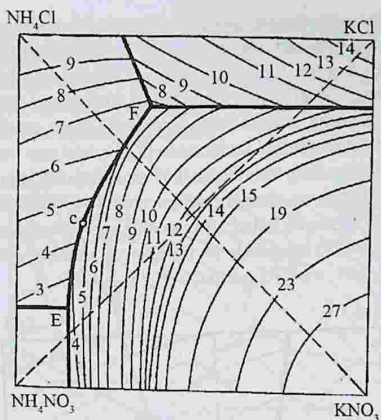


Bu jarayonning sodir bo'lish sharoitlariga bog'liq ravishda almashinish darajasi turlicha bo'lishi mumkin. Buni hisoblash uchun, odatda, grafik usul qo'llaniladi.

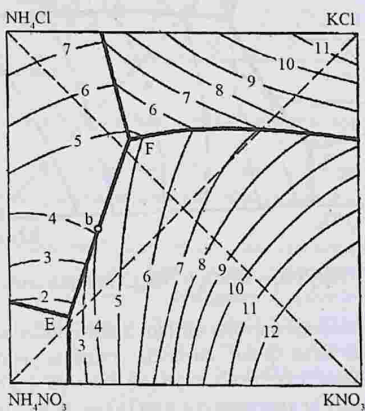
2.3, 2.4, 2.5, 2.6 va 2.7- rasmlarda  $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$  sistemasining  $0; 20; 40; 60$  va  $100^{\circ}\text{C}$  haroratlardagi izotermasi ifoda etilgan.

Izotermalarning har bir maydoni ionlar o'rtasidagi mumkin bo'lgan nisbatlarni o'z ichiga oladi va ular to'q rangdagi chiziqlar bilan ajratilgan bo'lib, to'rtta kristallanish maydoniga bo'lingan.

Bunda har bir maydonda eritma faqatgina bita tuz cho'kmasi bilan muvozanatda bo'ladi. To'qroq chiziqlar bo'ylab eritma bir paytning o'zida ikkita tuz bilan muvozanatda bo'ladi. Ikkita nuqta F va E da esa uchta shunday chiziqlar uchrashadi va bunda eritma uchta tuz bilan muvozanatda bo'ladi. Ingichka chiziqlar esa bir xil miqdordagi suvga ega bo'lgan eritmalariga oid nuqtalarni birlashtiradi. Bu chiziqlar raqamlari to'yingan eritmada 1 mol tuzlar yig'indisi (jami) ga qancha mol suv to'g'ri kelishini ko'rsatadi.



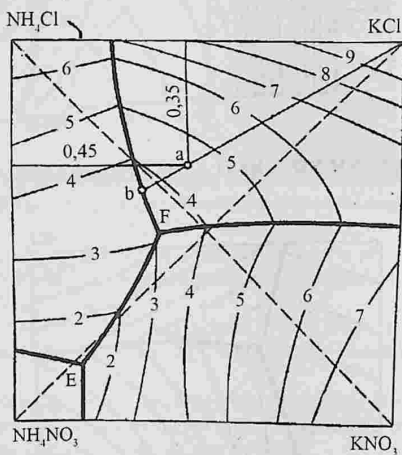
2.3- rasm.  $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi ( $0^\circ\text{C}$ ).



2.4- rasm.  $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi ( $20^\circ\text{C}$ ).

Har bir tuzlar aralashmasi tarkibiga izotermada ma'lum nuqta to'g'ri keladi va izoterma kvadrati tomonlarigacha bo'lgan masofa bilan tavsiflanadi. Bu masofa kvadrat tomonlari uzunligi hissalarini (o'lchamlari) bilan o'lchanadi va eritmadagi tuzlar aralashmasi bir moliga to'g'ri keladigan ayni (muvofiq) ionning gramm-ionlari sonlarini ifoda etadi.

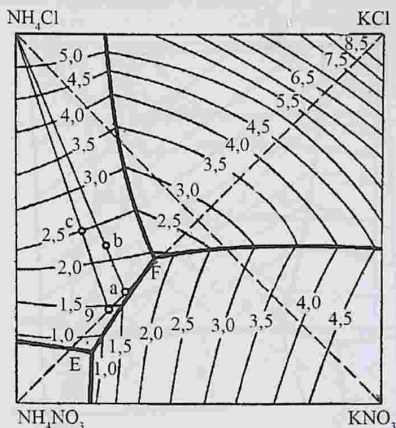
Masalan, 40°C haroratdagi izotermada (2.5- rasm) «a» nuqtasi belgilangan. Bu nuqta kvadrat chap tomonidan 0,45 masofada KCl ning kristallanish maydonida joylashgan va shuning uchun unga 0,45 g-ion  $K^+$  va  $1 - 0,45 = 0,55$  g-ion  $NH_4^+$  muvofiq keladi. Shu bilan birga «a» nuqtasi kvadratning yuqori tomonidan 0,35 masofada joylashgan va shuning uchun unga eritmada 0,35 g-ion  $NO_3^-$  va 0,65 g-ion  $Cl^-$  to'g'ri keladi.



2.5- rasm. KCl –  $NH_4NO_3$  –  $KNO_3$  –  $NH_4Cl$  sistema izotermasi (40°C).

Eritmada «a» nuqtaga muvofiq bir mol tuzlar miqdoriga olti mol suv to'g'ri keladi, deb faraz qilsak, bu holda eritma to'yinmagan bo'ladi. Chunki 40°C bo'yicha izotermada to'yingan eritmada 4,5 mol suv bo'lishi kerak edi. Bunday to'yinmagan eritmani izotermik bug'latishdan so'ng 1 mol tuzlar miqdoriga 4,5 mol suv to'g'ri kelgandagina qattiq faza paydo

bo'ladi. Suvni yana bug'latish natijasida kaliy xlorid cho'kmaga tushadi va to'yingan eritma tarkibi «a» nuqtani izoterma kvadrati cho'qqisi bilan birlashtiruvchi chiziq bo'ylab o'zgaradi. Bu esa faqatgina toza holdagi kaliy xloridga muvofiq keladi (so'ngra bu cho'qqilar: KCl cho'qqisi,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  cho'qqisi va hokazo bilan belgilanadi).



2.6- rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi ( $60^\circ\text{C}$ ).

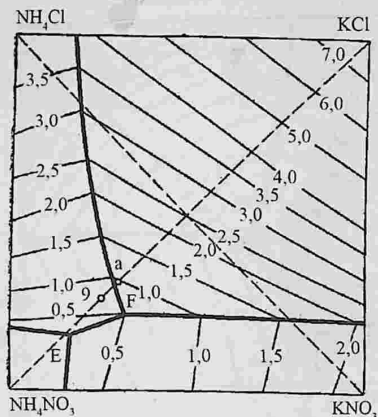
Kaliy xlorid cho'kishi bilan kechadigan bug'lanish eritma tarkibi «b» nuqtaga muvofiq kelguncha davom etadi. Bungacha esa cho'kmada faqat KCl bo'ladi.

Agar shu haroratda bug'lanish davom etsa, cho'kmaga birdaniga ikkita tuz: KCl va  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tushadi. Eritma tarkibi bu tuzlarning birgalikdagi kristallanish chizig'i bo'ylab «F» nuqtagacha o'zgarib boradi.

Suvning bug'lanishi davom ettirilsa, cho'kmaga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  va  $\text{KNO}_3$  lar tushadi va eritma tarkibi «FE» chizig'i bo'ylab o'zgaradi. «E» nuqtaga muvofiq keladigan tarkibdagi eritma ionlar nisbatlari o'zgarmagan holda quriguncha bug'latilishi mumkin.

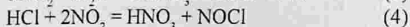
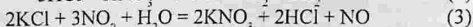
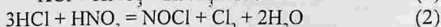
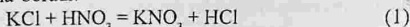
Yuqorida keltirilgan sistemalar izotermasi masshtabida 0; 20; 40; 60 va  $100^\circ\text{C}$  haroratlardagi sistema politermasi 2.8- rasmda ifodalangan.

**Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish.** Jihozlarning yuqori darajada korroziyalanishi va qo'shimcha mahsulotlar – HCl, Cl<sub>2</sub>, NOCl ni tutib qolish va ishlatilishidagi qiyinchiliklar sababli sanoatda kam qo'llaniladigan bu usulda kamyob ishqor va ko'p miqdordagi bug' talab etiladi.



2.7-rasm. KCl – NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – KNO<sub>3</sub> – NH<sub>4</sub>Cl sistema izoterma (100°C).

Kaliy xloridning nitrat kislota yoki azot oksidlari bilan reaksiyasi quyidagi sxemalar bo'yicha boradi:

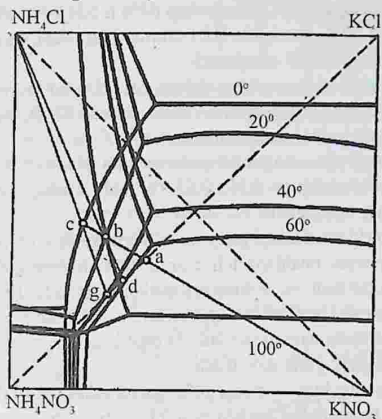


Nisbatan past haroratda (25–60°C reaksiya (1) chapdan o'ngga boradi. (2) reaksiya qaytar jarayon bo'lib, past haroratda boshlanadi. 100°C haroratda muvozanat deyarli to'la NOCl va Cl<sub>2</sub> tomonga siljiydi.

Nitrozil xlorid NOCl va xlorning hosil bo'lishi eritma konsentratsiyasi va haroratning ko'tarilishiga bog'liqdir. 30–40% li nitrat kislota ishlatilganda va 60°C dan past haroratda azotning nitrozil xlorid tarzida yo'qotilishi unchalik ko'p bo'lmaydi va xlor eritmada HCl shaklida to'planadi.

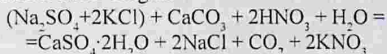
Eritma sovutilganda undagi  $\text{KNO}_3$  ning anchagina qismi ajralib chiqadi, qolgan eritma siklga qaytarilishi mumkin. Bunda undan vodorod xloridni haydalishi kerak. Haydalgan bug'ni xlorid kislotaga tarziida kondensatlanadi.

Reaksiya (1) bo'yicha  $\text{KNO}_3$  olishni organik erituvchilar – butil, izoamil spirtlari va boshqalar muhitida amalga oshirilishi ham mumkin, bunda organik erituvchilar regeneratsiyalab turiladi.

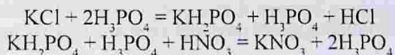


2.8- rasm.  $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$  sistema politermasi.

$\text{KCl}$  va nitrat kislotadan  $\text{NOCl}$  hosil qilinmagan holda ham  $\text{KNO}_3$  olish usullari yaratilgan. Masalan, nisbatan ( $100^\circ\text{C}$  dan) past haroratda suvli muhitda boradigan quyidagi reaksiya tenglamasi bilan ifodalanuvchi jarayondan foydalanish taklif etilgan:



yoki  $300\text{--}700^\circ\text{C}$  haroratda kaliy xloridni dastlab ortiqcha miqdordagi fosfat kislotaga ( $\text{HCl}$  ni haydalishi) bilan parchalash, so'ngra fosfat kislotani jarayonga qaytarish orqali kaliy fosfatni nitratga konversiyalashni amalga oshirish mumkin:



## 2- §. Kaliyli selitra ishlab chiqarish texnologik hisoblari

### Kaliyli selitra olishning ikki sxemasida energetik sarflarni grafik usulda hisoblash

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

1. Qayta ishlashga  $100^{\circ}\text{C}$  haroratdagi 64% li  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi tushadi.
2. Sistemaga  $20^{\circ}\text{C}$  haroratda  $\text{KCl}$  eritmasi kiritiladi va uning konsentratsiyasi hisoblash orqali aniqlanadi.

3. Reaksiya natijasida amalda qo'shimchalardan holi  $\text{KNO}_3$  hosil bo'ladi, deb faraz qilingan (qoldiq eritma – matochnikda  $\text{KNO}_3$  miqdori ko'proq bo'lgan tuzlar miqdorini hisobga olinmagan).

4.  $\text{KNO}_3$  ni ajratib olingunga qadar eritma  $100^{\circ}\text{C}$  haroratga ega va  $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3$  mol nisbati = 0,365:0,635 bo'ladi. Undagi suv miqdori hisoblashlar orqali aniqlanadi.

Solishtirish ikki sxemadagi jarayonlarda energetik sarflarga tegishli:

– birinchi sxema: boshlang'ich eritma  $20^{\circ}\text{C}$  haroratgacha sovutiladi. Bunda  $\text{KNO}_3$  cho'kadi va qoldiq eritmadan ajratiladi. Bu eritma  $60^{\circ}\text{C}$  haroratda (izotermik) bug'latiladi va cho'kmaga tushgan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  filtrlanadi. Filtrat  $100^{\circ}\text{C}$  haroratgacha qizdiriladi va boshlang'ich eritmalar ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va  $\text{KCl}$ ) qo'shilgach, yana sovutiladi.

– ikkinchi sxema: bunda eritma  $20^{\circ}\text{C}$  gacha emas, balki  $0^{\circ}\text{C}$  haroratgacha sovutiladi. Jarayonning boshqa bosqichlari birinchi sxemaga o'xshash bo'ladi.

**Birinchi sxema moddiy hisobi.** 2.8- rasmidagi politerma boshlang'ich eritma tarkibiga, ya'ni 0,365 g-ion  $\text{K}^+$ , 0,635 g-ion  $\text{NH}_4^+$ , 0,365 g-ion  $\text{Cl}^-$  va 0,635 g-ion  $\text{NO}_3^-$  larga muvofiq keluvchi «a» nuqtasi qo'yiladi. Bunda «a» nuqta  $20^{\circ}\text{C}$  (va  $0^{\circ}\text{C}$  da  $\text{KNO}_3$  ning kristallanish maydonida joylashadi, shuning uchun uni  $\text{KNO}_3$  cho'qqisi bilan to'g'ri chiziq bo'yicha bug'latiladi va  $20^{\circ}\text{C}$  dagi izoterma bilan «b» nuqtada va  $0^{\circ}\text{C}$  izoterma bilan «c» nuqtada kesishguncha davom ettiriladi. «b» nuqtada eritma tarkibi anaqlanadi va  $20^{\circ}\text{C}$  dagi izotermaga (2.4- rasmga qarang) bu nuqtani ko'chirib, eritmadagi suv miqdori topiladi. «a» nuqtaga muvofiq keladigan boshlang'ich eritma sovutilishi natijasida «ab» chiziq bo'ylab  $\text{KNO}_3$  cho'kmaga tushadi va «b» nuqtaga to'g'ri keladigan tarkibda qoldiq eritma qoladi.

Sovutish jarayonining hisobi quyidagi sxemada tasvirlangan:

$$\left. \begin{array}{l} \text{«à» nuqta} \\ 0,365 \hat{E}^+ \\ 0,635 \text{NH}_4^+ \\ 0,365 \text{Cl}^- \\ 0,635 \text{NO}_3^- \\ \text{X H}_2\text{O} \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{jarayonda} \\ \text{cho'kadi} \\ \\ \text{Y KNO}_3 \end{array} \right\} + \text{Z} \left\{ \begin{array}{l} \text{«b» nuqta} \\ \text{K}^+ \quad 0,252 \\ \text{NH}_4^+ \quad 0,748 \\ \text{Cl}^- \quad 0,430 \\ \text{NO}_3^- \quad 0,570 \\ \text{H}_2\text{O} \quad 4,05 \end{array} \right.$$

Bunda «Z» – eritmadagi tuzlarning jami miqdori, u boshlang'ich eritmadagi jami tuzlar bir moldan hosil bo'ladi, mol/mol hisobida.

Noma'lum kattaliklar X, Y, Z larni aniqlashda tenglamalar sistemasidan foydalanish mumkin. Bunday tenglamalar har bir komponent uchun alohida-alohida tuziladi.  $\text{NH}_4^+$  va  $\text{Cl}^-$  uchun tenglamada bitta noma'lum bo'ladi, boshqa tenglamalarda ikkita noma'lum kattalik bo'ladi. Shuning uchun hisoblashni  $\text{NH}_4^+$  bo'yicha (shuningdek,  $\text{Cl}^-$  ioni bo'yicha) «Z» ni aniqlashdan boshlanadi:

$$0,635 = Z \cdot 0,748, \text{ bundan } Z = \frac{0,635}{0,748} = 0,849.$$

Bu holda «Y» ni  $\text{K}^+$  yoki  $\text{NO}_3^-$  ionlari bo'yicha aniqlanishi mumkin.  $\text{NO}_3^-$  ioni bo'yicha hisoblash:

$$0,635 = Y + Z \cdot 0,570 = Y + 0,849 \cdot 0,570,$$

bundan

$$Y = 0,635 - 0,484 = 0,151.$$

«X» uchun esa:

$$X = Z \cdot 4,05 = 0,849 \cdot 4,05 = 3,44.$$

Shunday qilib, boshlang'ich eritmada 1 mol tuzlar aralashmasida 3,44 mol  $\text{H}_2\text{O}$  bo'ladi.

Shart bo'yicha  $\text{KNO}_3$  cho'kmasidan ajratilgan qoldiq eritma  $60^\circ\text{C}$  haroratgacha qizdiriladi. Bunda «b» nuqta  $60^\circ\text{C}$  li izotermada  $\text{NH}_4\text{Cl}$  kristallanish maydonida joylashadi. Politermada «b» nuqta  $\text{NH}_4\text{Cl}$  cho'qqisi bilan bog'lanadi va  $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KCl}$  kvadratidagi diagonal bilan «d» nuqtada kesishguncha davom ettiriladi. Suvning bug'lanishi natijasida («bd» chiziq bo'yicha) cho'kmaga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tushadi, eritma esa  $60^\circ\text{C}$  dagi izotermada «d» nuqta bilan aniqlanadigan tarkibga ega bo'ladi.

Qoldiq eritmaning izotermik bug'lanish jarayoni quyidagi sxema bilan ifodalanadi:

$$\left. \begin{array}{l} \langle b \rangle \text{ nuqtada} \\ K^+ \quad 0,252 \\ NH_4^+ \quad 0,748 \\ Cl^- \quad 0,430 \\ NO_3^- \quad 0,570 \\ H_2O \quad 4,05 \end{array} \right\} 0,849 = \left. \begin{array}{l} \text{bug'lanadi} \\ \text{va cho'kadi} \\ \omega_{i,j} + \nu_{NH_4Cl} \end{array} \right\} + "u" \left. \begin{array}{l} \langle d \rangle \text{ nuqtada} \\ K^+ \quad 0,307 \\ NH_4^+ \quad 0,693 \\ Cl^- \quad 0,307 \\ NO_3^- \quad 0,693 \\ H_2O \quad 1,70 \end{array} \right\}$$

Bunda «u» boshlang'ich eritmadagi jami tuzlarning bir molidan («a» nuqta) bug'latilgan qoldiq eritmada hosil bo'lgan tuzlarning umumiy miqdori, mol/mol hisobida. «u» ni  $K^-$  yoki  $NO_3^-$  bo'yicha hisoblash mumkin.

Hisoblashni  $K^-$  bo'yicha bajarish:

$$0,252 \cdot 0,849 = 0,307 \cdot u, \text{ bundan } u = \frac{0,252 \cdot 0,849}{0,307} = 0,698.$$

Cho'kmaga tushgan  $NH_4Cl$  miqdorini  $NH_4^+$  yoki  $Cl^-$  bo'yicha hisoblash mumkin.  $V$  ni  $NH_4^+$  bo'yicha hisoblash:

$$0,748 \cdot 0,849 = V + u \cdot 0,698 = V + 0,698 \cdot 0,693, V = 0,151.$$

Bug'langan suv miqdori quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$4,05 \cdot 0,849 = \omega + u \cdot 1,70 = \omega + 0,698 \cdot 1,70 \\ \omega = 4,05 \cdot 0,849 - 0,698 \cdot 1,70 = 2,25.$$

«d» nuqtadagi filtrat  $100^\circ C$  haroratgacha qizdirilganda  $KCl$  kristallanish maydoniga o'tadi. Ammo undagi suv miqdori to'yingan eritmada  $100^\circ C$  dagi izotermasi bo'yicha aniqlanadigan miqdoridan (2.6- rasm) ko'proq bo'ladi (1 mol tuz miqdoriga nisbatan 0,95 mol) va shu sabab cho'kma hosil bo'lmaydi. Sistemani «a» nuqtaga qaytarish uchun «d» nuqtadagi qizdirilgan eritmaga  $NH_4NO_3$  va  $KCl$  eritmaları qo'shiladi:

$$\left. \begin{array}{l} \langle d \rangle \text{ nuqtada} \\ K^+ \quad 0,307 \\ NH_4^+ \quad 0,693 \\ Cl^- \quad 0,307 \\ NO_3^- \quad 0,693 \\ H_2O \quad 1,70 \end{array} \right\} 0,698 + \left. \begin{array}{l} \text{qo'shiladi} \\ n_{i,j} + s_{NH_4NO_3} + q_{KCl} \end{array} \right\} =$$

$$= \left\{ \begin{array}{ll} \text{«a» nuqtada} & \\ K^+ & 0,365 \\ NH_4^+ & 0,635 \\ Cl^- & 0,365 \\ NO_3^- & 0,635 \\ H_2O & 3,44 \end{array} \right.$$

Qo'shilgan  $NH_4NO_3$  miqdorini aniqlash uchun  $NH_4^+$  yoki  $NO_3^-$  uchun tenglamalardan foydalanish mumkin. «S» ni  $NH_4^+$  bo'yicha hisoblash:

$$0,693 \cdot 0,698 + S = 0,635, S = 0,635 - 0,693 \cdot 0,698 = 0,151.$$

Xuddi shunday KCl uchun «g» ni  $Cl^-$  bo'yicha hisoblash:

$$0,307 \cdot 0,698 + g = 0,365, g = 0,365 - 0,307 \cdot 0,698 = 0,151.$$

Suv uchun:  $1,70 \cdot 0,698 + n = 3,44, n = 3,44 - 1,70 \cdot 0,698 = 2,25.$

$NH_4NO_3$  va KCl eritmalari o'rtasida suvning taqsimlanishining hisobi quyida keltirilgan.

Energetik sarflarni hisoblash uchun mol va g-ionlarda ifodalangan moddalar massalarini kilogrammga o'tkaziladi. Hisobni 1000 kg kaliyli selitra olish uchun bajariladi.

«a» nuqtaga muvofiq keladigan eritmadan 0,151 mol  $KNO_3$  hosil bo'ladi, ya'ni 1000 kg olish uchun «a» nuqtadagi eritma massasiga teng

$$\frac{1000 \cdot 1000}{0,151 \cdot 101,108} = 65500 \text{ kg yuklamani qayta ishlashga to'g'ri keladi:}$$

$$65500 \cdot 39,100 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 934,8 \text{ kg } K^-$$

$$65500 \cdot 18,040 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 750,3 \text{ kg } NH_4^+$$

$$65500 \cdot 35,457 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 847,7 \text{ kg } Cl^-$$

$$65500 \cdot 62,008 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 2580,1 \text{ kg } NO_3^-$$

$$65500 \cdot 18,016 \cdot 3,44 \cdot 10^{-3} = 4059,4 \text{ kg } H_2O$$

Cho'kmaga tushadigan tuz miqdori:

$$65500 \cdot 101,108 \cdot 0,151 \cdot 10^{-3} = 1000 \text{ kg } KNO_3,$$

bunda 386,7 kg  $K^-$  va 613,3 kg  $NO_3^-$  bor. Qoldiq eritmada:

$$934,8 - 386,7 = 548,1 \text{ kg } K^- \text{ va } 2580,1 - 613,3 =$$

$$= 1966,8 \text{ kg } NO_3^- \text{ qoladi.}$$

Boshqa komponentlar miqdori o'zgarmaydi.

Olingan eritma 60°C haroratda izotermik bug'latiladi. Bunda bug'langan suv miqdori:

$$65500 \cdot 18,016 \cdot 2,25 \cdot 10^{-3} = 2655,1 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Cho'kadigan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  miqdori:  $65500 \cdot 53,497 \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 529,1 \text{ kg}$  bo'lib, bunda 178,4 kg  $\text{NH}_4^+$  va 350,7 kg  $\text{Cl}^-$  bo'ladi.

Eritmadagi «d» nuqtada:

$$548,1 \text{ kg } \text{K}^+ \text{ va } 750,3 - 178,4 = 571,9 \text{ kg } \text{NH}_4^+,$$

$$847,7 - 350,7 = 497,0 \text{ kg } \text{Cl}^-,$$

$$1966,8 \text{ kg } \text{NO}_3^- \text{ va } 4059,4 - 2655,1 = 1404,3 \text{ kg suv qoladi.}$$

Bunda eritmaga boshlang'ich eritmani hosil qilish uchun quyidagi moddalarni qo'shish kerak bo'ladi:

a)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasida:  $750,3 - 571,9 = 178,4 \text{ kg } \text{NH}_4^+$ ,  $2580,1 - 1966,8 = 613,3 \text{ kg } \text{NO}_3^-$  bo'lishini nazarda tutgan holda, jami  $178,4 + 613,3 = 791,7 \text{ kg } \text{NH}_4\text{NO}_3$  beriladi.

Sistemaga  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ning 64% li eritmasi berilishi hisobga olinsa, 791,7 kg  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  bilan:

$$\frac{791,7 \cdot 36}{64} = 445,3 \text{ kg suv beriladi.}$$

b) KCl eritmasida:

$934,8 - 548,1 = 386,7 \text{ kg } \text{K}^+$  va  $847,7 - 497,0 = 350,7 \text{ kg } \text{Cl}^-$  bo'lishini nazarda tutgan holda, jami  $386,7 + 350,7 = 737,4 \text{ kg KCl}$  beriladi.

Sistemaga  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va KCl bilan tushadigan suv miqdori:

$4059,4 - 1404,3 = 2655,1 \text{ kg}$ , bundan  $445,3 \text{ kg } \text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasida bo'lsa, qolgan  $2655,1 - 445,3 = 2209,8 \text{ kg suv KCl eritmasida}$  bo'ladi.

Demak, beriladigan KCl eritmasining konsentratsiyasi:

$$\frac{737,4 \cdot 100}{2209,8 + 737,4} = 25,02\% \text{ li bo'ladi.}$$

2.1- jadval

**$\text{KNO}_3$  olish bosqichlari bo'yicha moddiy balans**

| Kirish   |             | Sarf           |             |
|--|-------------|----------------|-------------|
| Komponentlar   | Massasi, kg | Komponentlar   | Massasi, kg |
| 1  | 2           | 3              | 4           |
| Harorat 100°C dan 20°C gacha pasayganda va filtrlashda |             |                |             |
| Eritma:  |             | Qoldiq eritma: |             |

2.1- jadvalning davomi

|                              |        |                              |        |
|------------------------------|--------|------------------------------|--------|
| K <sup>+</sup>               | 934,8  | K <sup>-</sup>               | 548,1  |
| NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 750,3  | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 750,3  |
| Cl <sup>-</sup>              | 847,7  | Cl <sup>-</sup>              | 847,7  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 2580,1 | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1966,8 |
| H <sub>2</sub> O             | 4059,4 | H <sub>2</sub> O             | 4059,4 |
| Jami:                        | 9172,3 | Jami:                        | 8172,3 |
| Kaliyli selitra tarkibi:     |        |                              |        |
|                              |        | K <sup>-</sup>               | 386,7  |
|                              |        | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 613,3  |
|                              |        | Jami:                        | 1000,0 |
|                              |        | Hammasi:                     | 9172,3 |

| Qoldiq eritmani 20°C dan 60°C haroratgacha qizdirish, bug'latish va filtrlash |        |                              |        |
|---|--------|------------------------------|--------|
| Qoldiq eritma:  |        | Filtrat:                     |        |
| K <sup>+</sup>  | 548,1  | K <sup>-</sup>               | 548,1  |
| NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>  | 750,3  | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 571,9  |
| Cl <sup>-</sup>   | 847,7  | Cl <sup>-</sup>              | 497,0  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 1966,8 | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1966,8 |
| H <sub>2</sub> O  | 4059,4 | H <sub>2</sub> O             | 1404,3 |
| Jami:   | 8172,3 | Jami filtrat:                | 4988,1 |
| Ammoniy xlorid tarkibi:   |        |                              |        |
|   |        | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 178,4  |
|   |        | Cl <sup>-</sup>              | 350,7  |
|   |        | Jami:                        | 529,1  |
|   |        | Bug':                        | 2655,1 |
|   |        | Hammasi:                     | 8172,3 |

| Filtratni 100°C haroratgacha qizdirish, ammiakli selitra va kaliy xlorid bilan aralashtirish |        |                                |        |
|--|--------|--------------------------------|--------|
| Filtrat:   |        | Sovutishga beriladigan eritma: |        |
| K <sup>+</sup>   | 548,1  | K <sup>-</sup>                 | 934,8  |
| NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>   | 571,9  | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>   | 750,3  |
| Cl <sup>-</sup>  | 497,0  | Cl <sup>-</sup>                | 847,7  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 1966,8 | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 2580,1 |
| H <sub>2</sub> O   | 1404,3 | H <sub>2</sub> O               | 4059,4 |
| Jami filtrat:  | 4988,1 | Jami:                          | 9172,3 |

|  |        |  |  |
|--|--------|--|--|
| Ammiakli selitra eritmasi:                     |        |  |  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                   | 178,4  |  |  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                   | 613,3  |  |  |
| Jami NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>           | 791,7  |  |  |
| H <sub>2</sub> O                               | 445,3  |  |  |
| Jami NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> eritmasi: | 1237,0 |  |  |
| Kaliy xlorid eritmasi:                         |        |  |  |
| K <sup>+</sup>                                 | 386,7  |  |  |
| Cl <sup>-</sup>                                | 350,7  |  |  |
| Jami KCl:                                      | 737,4  |  |  |
| H <sub>2</sub> O                               | 2209,8 |  |  |
| Jami KCl eritmasi:                             | 2947,2 |  |  |
| Hammasi:                                       | 9172,3 |  |  |

### Birinchi sxema energetik hisobi

Energetik hisoblarda quyidagi shartlarga amal qilinadi:

1. Kristallanish issiqliklari hisobga olinmaydi.
2. Eritma issiqlik sig'imi suvning eritmadagi miqdori issiqlik sig'imiga teng deb olinadi.

3. Eritmani 100°C dan 20°C haroratgacha sovutishda deyarli energiya talab etilmaydi. Chunki, issiqlikni tashqi muhitga berish yoki suv bilan sovutish orqali amalga oshirish mumkin. Bunga juda oz energiya sarf bo'ladi.

Bunday cheklanishlarni nazarda tutgan holda birinchi sxemada energiya sarfi quyidagicha aniqlanadi.

Qizdirishga beriladigan qoldiq eritmada 4059,4 kg suv bo'ladi (moddiy balansga qarang). Uning issiqligi:

$$4059,4 \cdot 4,19 \cdot 20 = 340000 \text{ kJ.}$$

Filtratda 60°C haroratda 1404,3 kg suv bor va issiqligi:

$$1404,3 \cdot 4,19 \cdot 60 = 353000 \text{ kJ.}$$

60°C haroratda 2655,1 kg bug' bilan:

$$2655,1 \cdot 2609 = 6930000 \text{ kJ issiqlik chiqib ketadi.}$$

Filtrat 100°C haroratgacha qizdiriladi. Unda issiqlik miqdori:

$$1404,3 \cdot 4,19 \cdot 100 = 588000 \text{ kJ.}$$

Filtratni 60°C dan 100°C gacha qizdirilganda issiqlik sarfi:

$$588000 - 353000 = 235000 \text{ kJ bo'ladi.}$$

Kaliy xlorid eritmasi bilan 20°C da kirgan issiqlik:

$$2209,8 \cdot 4,19 \cdot 20 = 185000 \text{ kJ.}$$

Kaliy xlorid eritmasining 100°C dagi issiqligi:

$$2209,8 \cdot 4,19 \cdot 100 = 926000 \text{ kJ.}$$

Eritmani qizdirish uchun issiqlik sarfi:

$$926000 - 185000 = 741000 \text{ kJ.}$$

Birinchi sxema bo'yicha 1000 kg  $\text{KNO}_3$  olish uchun zarur bo'lgan foydali issiqlik:

$$6943000 + 235000 + 741000 = 7919000 \text{ kJ.}$$

Isitish uchun foydali ish koeffitsiyenti (FIK) ni 0,3 deb qabul qilinsa, sarflangan issiqlik 26400000 kJ ga yaqin bo'ladi.

### Ikkinchi sxema moddiy hisobi

Birinchi sxema moddiy hisobida «a» nuqtadan  $\text{KNO}_3$  cho'qqisini bog'lovchi chiziq 0°C izotermani «c» nuqtada kesib o'tgan edi. «c» nuqtada eritma tarkibi aniqlanadi. «c» nuqtani izoterma 0°C ga o'tkaziladi (2.3-rasm) va bu eritmadagi suv miqdori topiladi:

$$\left. \begin{array}{l} \text{«a»} \\ K^+ \\ NH_4^+ \\ Cl^- \\ NO_3^- \\ H_2O \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nuqta} \\ 0,365 \\ 0,635 \\ 0,365 \\ 0,635 \\ X \end{array} \left. \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{jarayonda} \\ \text{cho'kadi} \\ Y \text{ } KNO_3 \end{array} \right\} + Z \left. \begin{array}{l} \text{«c»} \\ K^+ \\ NH_4^+ \\ Cl^- \\ NO_3^- \\ H_2O \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nuqta} \\ 0,190 \\ 0,810 \\ 0,466 \\ 0,534 \\ 4,40 \end{array}$$

«Z» ni  $\text{Cl}^-$  bo'yicha aniqlash:

$$0,365 = Z \cdot 0,466, \quad Z = \frac{0,365}{0,466} = 0,783$$

«Y» ni  $\text{K}^+$  bo'yicha aniqlash:

$$0,365 = Y + Z \cdot 0,190 = Y + 0,783 \cdot 0,190,$$

$$Y = 0,365 - 0,149 = 0,216$$

Suv uchun:

$$X = Z \cdot 4,40 - 0,783 \cdot 4,40 = 3,44 \text{ ga ega bo'linadi.}$$

«c» nuqta 60°C da  $\text{NH}_4\text{Cl}$  kristallanish maydonida yotadi. «c» nuqta  $\text{NH}_4\text{Cl}$  cho'qqisiga tomon chiziq bilan bog'lanadi va  $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KCl}$  diagonal bilan kesishguncha, ya'ni «g» nuqtagacha davom ettiriladi.

«cg» chizig'i bo'yicha suv bug'langanda cho'kmaga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tushadi va  $60^\circ\text{C}$  izotermada «g» nuqtada aniqlanuvchi tarkibdagi eritma qoladi:

$$\left. \begin{array}{l} \text{«c»} \\ K^+ \\ \text{NH}_4^+ \\ \text{Cl}^- \\ \text{NO}_3^- \\ \text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nuqta} \\ 0,190 \\ 0,810 \\ 0,466 \\ 0,534 \\ 4,40 \end{array} \Bigg\} 0,783 = \left. \begin{array}{l} \text{bug'lanadi} \\ \text{va cho'kadi} \\ \omega \text{H}_2\text{O} + \nu \text{NH}_4\text{Cl} \end{array} \right\} +$$

$$+ \left. \begin{array}{l} \text{«u»} \\ K^+ \\ \text{NH}_4^+ \\ \text{Cl}^- \\ \text{NO}_3^- \\ \text{H}_2\text{O} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nuqta} \\ 0,262 \\ 0,738 \\ 0,262 \\ 0,738 \\ 1,45 \end{array}$$

«u» ni  $\text{NO}_3^-$  bo'yicha aniqlash:

$$0,534 \cdot 0,783 = u \cdot 0,738, \quad u = \frac{0,534 \cdot 0,783}{0,738} = 0,567,$$

«v» ni  $\text{Cl}^-$  bo'yicha hisoblash:

$$0,466 \cdot 0,783 = \nu + u \cdot 0,262 = \nu + 0,567 \cdot 0,262, \\ \nu = 0,365 - 0,149 = 0,216$$

Bug'langan suv miqdori:

$$4,40 \cdot 0,783 = w + u \cdot 1,45 = w + 0,567 \cdot 1,45, \\ w = 3,44 - 0,82 = 2,62$$

«g» nuqtadagi filtrat  $100^\circ\text{C}$  gacha qizdiriladi. Bunda tuzlar cho'kmaydi, chunki unda suv miqdori (1,45 mol) to'yingan eritmadagi (0,75 mol) dan ko'proq bo'ladi (2.7- rasm,  $100^\circ\text{C}$  dagi izoterma).

Sistema «a» nuqtaga qaytguncha qizdirilgan eritmaga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  va  $\text{KCl}$  eritmasi qo'shiladi:

$$\begin{array}{l}
 \text{«g»} \quad \text{nuqta} \\
 K^+ \quad 0,262 \\
 NH_4^+ \quad 0,738 \\
 Cl^- \quad 0,262 \\
 NO_3^- \quad 0,738 \\
 H_2O \quad 1,45
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{«g»} \\ K^+ \\ NH_4^+ \\ Cl^- \\ NO_3^- \\ H_2O \end{array}} \right\} 0,567 + \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{«g»} \\ K^+ \\ NH_4^+ \\ Cl^- \\ NO_3^- \\ H_2O \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{qo'shiladi} \\ n H_2O + s NH_4NO_3 + g KCl \end{array} =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} \text{«a»} \quad \text{nuqta} \\ K^+ \quad 0,365 \\ NH_4^+ \quad 0,635 \\ Cl^- \quad 0,365 \\ NO_3^- \quad 0,635 \\ H_2O \quad 3,44 \end{array} \right.$$

Qo'shilgan ammoniy nitrat miqdorini aniqlash uchun S ni  $NO_3^-$  bo'yicha hisoblanadi:

$$0,738 \cdot 0,567 + S = 0,635;$$

$$S = 0,635 - 0,738 \cdot 0,567 = 0,635 - 0,419 = 0,216.$$

Shunga o'xshash KCl uchun g ni  $K^+$  bo'yicha aniqlanadi:

$$0,262 \cdot 0,567 + g = 0,365;$$

$$g = 0,365 - 0,262 \cdot 0,567 = 0,365 - 0,146 = 0,216.$$

Suv uchun:

$$1,45 \cdot 0,567 + n = 3,44;$$

$$n = 3,445 - 1,45 \cdot 0,567 = 3,44 - 0,82 = 2,62.$$

$NH_4NO_3$  va KCl o'rtasida suvning taqsimlanishi quyida hisoblangan.

Olingan natijalarni 1000 kg  $KNO_3$  olish hisobida kilogrammlarda qayta hisoblanadi.

«a» nuqtadagi eritmadan 0.216 mol  $KNO_3$  hosil bo'ladi, ya'ni 1000 kg  $KNO_3$  olish uchun:

$$\frac{1000 \cdot 1000}{0,216 \cdot 101,108} = 45790 \text{ kg/s yuklama berish kerak, bu massa}$$

bo'yicha «a» nuqtadagi eritmaga tengdir.

Bunday massadagi eritmada bo'ladigan ionlar massasi:

$$45790 \cdot 39,100 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 653,5 \text{ kg K}^+$$

$$45790 \cdot 18,040 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 524,5 \text{ kg NH}_4^+$$

$$45790 \cdot 35,457 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 592,6 \text{ kg Cl}^-$$

$$45790 \cdot 62,008 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 1803,0 \text{ kg NO}_3^-$$

$$45790 \cdot 18,016 \cdot 3,44 \cdot 10^{-3} = 2837,8 \text{ kg H}_2\text{O}$$

---

|       |           |
|-------|-----------|
| Jami: | 6411,4 kg |
|-------|-----------|

Cho'kmaga tushadi:

$$45790 \cdot 101,108 \cdot 0,216 \cdot 10^{-3} = 1000 \text{ kg KNO}_3,$$

bunda: 386,7 kg K<sup>+</sup> va 613,3 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> bor. Qoldiq eritmada 653,5 – 386,7 = 266,8 kg K<sup>+</sup> va 1803,0 – 613,3 = 1189,7 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> qoladi. Boshqa komponentlar miqdori o'zgarmaydi.

Qoldiq eritma 60°C da bug'latiladi. Bunda bug'langan suv miqdori:

$$45790 \cdot 18,016 \cdot 2,62 \cdot 10^{-3} = 2161,4 \text{ kg.}$$

Cho'kmaga tushadi:

$$45790 \cdot 53,497 \cdot 0,216 \cdot 10^{-3} = 529,1 \text{ kg NH}_4\text{Cl,}$$

uning tarkibida: 178,4 kg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> va 350,7 kg Cl<sup>-</sup> bor.

«g» nuqtada qoladi:

$$268,8 \text{ kg K}^+,$$

$$524,5 - 178,4 = 346,1 \text{ kg NH}_4^+,$$

$$592,6 - 350,7 = 241,9 \text{ kg Cl}^-,$$

$$1189,7 \text{ kg NO}_3^-,$$

$$2837,8 - 2161,4 = 676,4 \text{ kg suv.}$$

NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> eritmasi bilan berilishi kerak:

$$524,5 - 346,1 = 178,4 \text{ kg NH}_4^+,$$

$$1803 - 1189,7 = 613,3 \text{ kg NO}_3^-,$$

$$\text{Jami: } 791,7 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3.$$

Ammiakli selitra bilan 445,3 kg suv kiradi.

KCl eritmasida esa:

$$653,5 - 266,8 = 386,7 \text{ kg K}^+, 592,6 - 241,9 = 350,7 \text{ kg Cl}^- \text{ bor,}$$

$$\text{Jami: } 737,4 \text{ kg KCl.}$$

NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> va KCl bilan kiradigan jami suv miqdori:

$$2837,8 - 676,4 = 2161,4 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Bundan 445,3 kg suv NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> bilan, qolgan: 2161,4 – 445,3 = 1716,1

kg suv esa KCl bilan beriladi. Eritmadagi KCl konsentratsiyasi:

$$\frac{737,4 \cdot 100}{737,4 + 1716,1} = 30,06\% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

Demak, KCl to'yingan eritmasining 20°C haroratdagi konsentratsiyasi 25,5% bo'lganligi sababli eritmani 100°C gacha qizdirish va shu haroratda bug'latish kerak.

Tarkibida 737,4 kg KCl bo'lgan 25,5% eritma miqdori:

$$\frac{737,4 \cdot 100}{25,5} = 2891,8 \text{ kg.}$$

Eritmada: 2891,8 – 737,4 = 2154,4 kg suv bo'ladi. Bunda 2154,4 – 1716,1 = 438,3 kg suvni bug'latish kerak.

2.2- jadval

**Ikkinchi sxemada KNO<sub>3</sub> olishning bosqichlar bo'yicha moddiy balansi**

| Kirish  |        | Chiqish                      |        |
|---|--------|------------------------------|--------|
| komponentlar  | kg     | komponentlar                 | kg     |
| 1   | 2      | 3                            | 4      |
| 100°C dan 20°C gacha sovutish va filtrlash                                    |        |                              |        |
| Eritma:   |        | Qoldiq eritma:               |        |
| K <sup>-</sup>  | 653,5  | K <sup>+</sup>               | 266,8  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 524,5  | NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 524,5  |
| Cl <sup>-</sup>   | 592,6  | Cl <sup>-</sup>              | 592,6  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 1803,0 | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1189,7 |
| H <sub>2</sub> O  | 2837,8 | H <sub>2</sub> O             | 2837,8 |
| Jami eritma:  | 6411,4 | Jami qoldiq eritma:          | 5411,4 |
|   |        | Kaliyli selitra tarkibi:     |        |
|   |        | K <sup>+</sup>               | 386,7  |
|   |        | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 613,3  |
|   |        | Jami KNO <sub>3</sub> :      | 1000,0 |
|   |        | Hammasi:                     | 6411,4 |
| Qoldiq eritmani 0°C dan 60°C gacha qizdirish, 60°C da bug'latish va filtrlash |        |                              |        |
| Qoldiq eritma:  |        | Filtrat:                     |        |
| K <sup>-</sup>  | 266,8  | K <sup>+</sup>               | 266,8  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 524,5  | NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 346,1  |
| Cl <sup>-</sup>   | 592,6  | Cl <sup>-</sup>              | 241,9  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 1189,7 | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1189,7 |
| H <sub>2</sub> O  | 2837,8 | H <sub>2</sub> O             | 676,4  |
| Jami qoldiq eritma:   | 5411,4 | Jami filtrat:                | 2720,9 |

## 2.2- jadvalning davomi

| Ammoniy xlorid tarkibi:  |        |                                |        |
|--|--------|--------------------------------|--------|
|  |        | $\text{NH}_4^-$                | 178,4  |
|  |        | $\text{Cl}^-$                  | 350,7  |
|  |        | Jami $\text{NH}_4\text{Cl}$    | 529,1  |
|  |        | Bug'                           | 2161,4 |
|  |        | Hammasi                        | 5411,4 |
| Filtratni 100°C gacha qizdirish va KCl eritmasini bug'latish, filtratni $\text{NH}_4\text{NO}_3$ va KCl eritmalari bilan aralashtirish |        |                                |        |
| Filtrat:   |        | Sovutishga berilayotgan eritma |        |
| $\text{K}^+$   | 266,8  | $\text{K}^+$                   | 653,5  |
| $\text{NH}_4^-$  | 346,1  | $\text{NH}_4^-$                | 524,5  |
| $\text{Cl}^-$  | 241,9  | $\text{Cl}^-$                  | 592,6  |
| $\text{NO}_3^-$  | 1189,7 | $\text{NO}_3^-$                | 1803,0 |
| $\text{H}_2\text{O}$   | 676,4  | $\text{H}_2\text{O}$           | 2837,8 |
| Jami filtrat:  | 2720,9 | Jami                           | 6411,4 |
| Ammiakli selitra eritmasi:   |        | Bug'                           | 438,3  |
| $\text{NH}_4^-$  | 178,4  | Hammasi                        | 6849,7 |
| $\text{NO}_3^-$  | 613,3  |                                |        |
| Jami $\text{NH}_4\text{NO}_3$  | 791,7  |                                |        |
| $\text{H}_2\text{O}$   | 445,3  |                                |        |
| Jami $\text{NH}_4\text{NO}_3$ eritmasi   | 1237,0 |                                |        |
| Kaliy xlorid eritmasi:   |        |                                |        |
| $\text{K}^+$   | 386,7  |                                |        |
| $\text{Cl}^-$  | 350,7  |                                |        |
| Jami KCl   | 737,4  |                                |        |
| $\text{H}_2\text{O}$   | 2154,4 |                                |        |
| Jami KCl eritmasi  | 2891,8 |                                |        |
| Hammasi  | 6849,7 |                                |        |

**Ikkinchi sxemaning energetik hisobi.** Yuqorida ta'kidlanganidek, eritmani 100°C dan 20°C gacha sovutish energiya sarfini talab qilmaydi. Eritmani 20°C dan 0°C gacha pasaytirishda undan  $2837,8 \cdot 4,19 \cdot 20 = 238000$  kJ issiqlikni ajratib olish kerak.

Sovutish mashinasi foydali ish koeffitsiyenti (FIK) ni 0,15 deb qabul qilinadi, ya'ni sovutish uchun:

$$\frac{238000}{0,15} = 1587000 \text{ kJ sarflanadi.}$$

Qoldiq eritmani 0°C dan 20°C gacha isitish issiqlik sarflanmasdan sodir bo'ladi deb qabul qilinadi. Qoldiq eritma bilan 238000 kJ issiqlik kiradi. 60°C haroratdagi filtratda 676,4 kg suv bo'ladi, uning issiqligi:

$$676,4 \cdot 4,19 \cdot 60 = 170000 \text{ kJ ga teng.}$$

2161,4 kg bug' bilan chiqib ketadigan issiqlik:

$$2161,4 \cdot 2609 = 5640000 \text{ kJ ni tashkil etadi.}$$

20°C dan 60°C gacha qizdirish va bug'latish uchun:

$$5640000 + 170000 - 238000 = 5572000 \text{ kJ issiqlik zarur bo'ladi.}$$

Filtrat 100°C gacha qiziydi. Undagi issiqlik:

$$676,4 \cdot 4,19 \cdot 100 = 283000 \text{ kJ ni tashkil qiladi.}$$

Sistemaga kiritish zarur bo'lgan issiqlik:

$$283000 - 170000 = 113000 \text{ kJ ga teng.}$$

Kaliy xlorid eritmasi bilan 20°C da kiradigan issiqlik esa:

$$2154 \cdot 4,19 \cdot 20 = 181000 \text{ kJ ga teng.}$$

100°C haroratda bug'latilgan kaliy xlorid bilan:

$$1716,1 \cdot 4,19 \cdot 100 = 719000 \text{ kJ issiqlik chiqib ketadi.}$$

100°C haroratdagi 438,3 kg suv bug'i bilan:

$$438,3 \cdot 2676 = 1173000 \text{ kJ issiqlik chiqib ketadi.}$$

KCl eritmasini qizdirish va bug'latish uchun:

$$1173000 + 719000 - 181000 = 1711000 \text{ kJ issiqlik kiritiladi.}$$

Ikkinchi sxema bo'yicha zarur bo'lgan jami foydali issiqlik:

$$5572000 + 113000 + 1711000 = 7396000 \text{ kJ ni tashkil qiladi.}$$

Qizdiruvchi qurilmaning FIK 0,3 bo'lsa, qizdirish uchun 24653000 kJ energiya sarf bo'ladi.

Sovutish va qizdirish uchun sarflanadigan umumiy issiqlik miqdori:

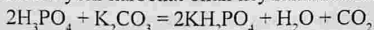
$$24653000 = 1587000 = 26240000 \text{ kJ ga teng bo'ladi.}$$

Birinchi va ikkinchi sxemalarni solishtirsak, ikkinchi sxemadagi energiya sarfi:  $26400000 - 26240000 = 160000 \text{ kJ}$ , ya'ni 0,6% ga kam sarf bo'lishini ko'rish mumkin.

Boshqacha so'z bilan aytganda, energiya sarfi foydalanilayotgan sxemaga deyarli bog'liq emas. Shu sababli birinchi sxemaning afzalligi shundaki, unda KCl ni oldindan bug'latish va sovutish tizimini tashkil etish zarur emas.

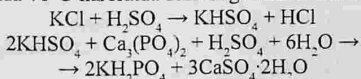
### 3- §. Kaliy orto- va metafosfatlari ishlab chiqarish usullari

Kaliy orto- va metafosfatlar yuqori konsentratsiyali fosfor-kaliyli o'g'itlar hisoblanadi. Mono-, di- va trikaliyfosfatlar – fosfat kislotaning kaliy gidroksid yoki karbonat bilan neytrallanishi natijasida olinadi, masalan:



Kaliy ishqori va kaliy karbonatning qimmatligi va kamyoblighi sababli bu usul mineral o'g'itlar sanoatida qo'llanilmaydi.

Kaliy xlorid, sulfat kislota va fosforit asosida ham monokaliyfosfat olinishi mumkin. Shunday usullardan birida kaliy xlorid 200°C haroratda ortiqcha miqdordagi konsentrlangan sulfat kislota bilan aralashtiriladi – bunda HCl yo'qotiladi va kaliy gidrosulfatning sulfat kislotadagi suspenziyasi olinadi, unda 70°C haroratda fosforitga ishlov beriladi:



Gips ajratiladi va suv bilan yuviladi, eritma esa 50–60%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  gacha bug'latiladi va unga metanol qo'shib,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  kristallantiriladi. Qolgan eritmadan metanolni uchirish va tarkibida ~54%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'lgan fosfat kislota hosil qilish uchun distillyatsiyalanadi hamda metanol jarayonga qaytariladi. Marokko fosforitini qayta ishlashdagi fosfor va kaliydan foydalanish darajasi mos ravishda 92 va 90–95% ni tashkil etadi; mahsulot tarkibida: 30%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 46%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 0,6% Al; 0,6% Fe; 1,5% F; 3%  $\text{SO}_4^{2-}$  bo'ladi.

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  ni 320°C da degidratatsiyalash natijasida, tarkibida 57–58%  $\text{P}_2\text{O}_5$  va ~38%  $\text{K}_2\text{O}$  bo'lgan kaliy metafosfat ( $\text{KPO}_3$ ) olinadi [nazariy jihatdan ( $\text{KPO}_3$ ) tarkibida 59,66%  $\text{P}_2\text{O}_5$  va 39,50%  $\text{K}_2\text{O}$  bo'ladi]. Qizdirilgan massani sekin sovutish natijasida suvda erimaydigan shishasimon suyuqlanma olinadi. Tez sovutish natijasida esa hosil qilingan mahsulot tarkibidagi bir qism  $\text{P}_2\text{O}_5$  suvda eruvchan, qolgan qismi esa sitratli eritmada eruvchan bo'ladi. Kaliy metafosfatning suvda eruvchanligi uning fizik holati (kristall mahsulot – Kurrol tuzi – shishasimon mahsulotga nisbatan kam eruvchi) va tarkibi bilan aniqlanadi. Degidratlanish to'la bo'lmasa yoki degidratlanish turli xil qo'shimchalar (masalan, ishqoriy-yer metallarining xloridlari yoki sulfatlari,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ishtirokida amalga oshirilsa, tarkibida barcha fosfor suvda eruvchan shaklda bo'lgan mahsulot olinishi mumkin. Kaliy metafosfat yuqori samarador, amalda gigroskopik bo'lmagan va bir-biriga yopishib qolmaydigan o'g'it hisoblanadi. U urug'lar uchun zaharli emas, uning erit-

masini ammoniyashtirish natijasida kaliy va ammoniy fosfatlarining aralashmasi hosil qilinishi mumkin.

Kaliy metafosfat kaliy xloridni fosfat kislotada ( $\sim 900^{\circ}\text{C}$  yoki fosfor(V)-oksid ( $1000\text{--}1050^{\circ}\text{C}$  bilan yuqori haroratli parchalash orqali olinishi mumkin. Bu jarayonlar yuqori energiya sig'imli va korroziyabardosh jihozlar qo'llanilishi bilan bog'liqdir.  $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$  haroratda kaliy xloridni tarkibida  $23\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'lgan termik yoki ekstraksiyon fosfat kislotada parchalash orqali nisbatan arzon usulda kaliy metafosfat ishlab chiqarilishi ham mumkin. Hosil qilingan suspenziya ( $\sim 56\%$   $\text{H}_2\text{O}$ ) quritiladi, so'ngra esa  $350\text{--}370^{\circ}\text{C}$  da qizdiriladi. Sovutilishi natijasida tarkibida  $54\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$  (sitratli eritmada eruvchan shakldagi),  $35\text{--}39\%$   $\text{K}_2\text{O}$  va  $0,3\%$  xlor bo'lgan mahsulot olinadi. Gaz fazasiga chiqadigan vodorod xloridni tutib qolinishi natijasida  $16\text{--}18\%$  li xlorid kislotada hosil qilinadi, uning ishlatilish sohasini topish muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Yanada yuqoriroq konsentratsiyali xlorid kislotada kaliy xloridni bug'latilgan ( $\sim 50\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ) ekstraksiyon fosfat kislotada ikki bosqichli parchalash orqali olinadi. Birinchi bosqichda  $\sim 300^{\circ}\text{C}$  va ikkinchi bosqichda  $700^{\circ}\text{C}$  haroratda suyuqlanma olinadi, uni sovutish natijasida tarkibida  $57\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $35\%$   $\text{K}_2\text{O}$  bo'lgan mahsulot olinadi.

#### *Nazorat savollari*

1. Kaliy nitratning xossalari va olinish usullarini ayting.
2. Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usulini tushuntiring.
3. Kaliy xlorid va nitrat kislotada yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish usulini tushuntiring.
4. Kaliy orto- va metafosfatlar qanday olinadi?

### III BOB. AZOT-FOSFORLI MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

#### 1- §. Ammofos ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari

**Ammoniy fosfatlarning xossalari.** Ammoniy fosfatlari, odatda, fosfat kislotaga tuzlari – ammoniy digidrofosfat yoki monoammoniyfosfat [MAF]  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , ammoniy gidrofosfat yoki diammoniyfosfat [DAF]  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , va ammoniy fosfat yoki triammoniyfosfat  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  nomlari bilan yuritiladi. Eng barqaror birikma monoammoniyfosfat hisoblanadi, uni 100–110°C gacha qizdirilganda amalda ammiakning ajralishi kuzatilmaydi. Diammoniyfosfat 70°C haroratdayoq ammiak yo'qota boshlaydi va monoammoniyfosfatga aylanadi:



triammoniyfosfat esa havoda 30–40°C da parchalanadi, shuning uchun sanoatda ishlab chiqarilmaydi.

100°C da  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  ustidagi ammiak bug'ining bosimi amalda nolga,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ustidagi – 1,2 ga,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  ustidagi esa – 85,7 kPa ga tengdir. 125°C da bu tuzlar ustidagi  $\text{NH}_3$  ning bosimi muvofiq holda 0,008, 4,5 va 157 kPa gacha ortadi. 190,5°C da monoammoniyfosfat ozgina miqdordagi  $\text{NH}_3$  yo'qotib suyuqlanadi. Bu haroratda uning degidratlanishi sekinlik bilan sodir bo'lib, ammoniy polifosfatlarga aylanadi va bu jarayon haroratning ortishi bilan tezlashadi.

20°C dagi to'yingan suvli eritmada: 27,2%  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  yoki 40,8%  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  bo'ladi, qaynash harorati (109,4°C da esa 71,8%  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  bo'ladi.  $\text{NH}_3 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemadagi eruvchanlik 3.1- rasmda tasvirlangan.

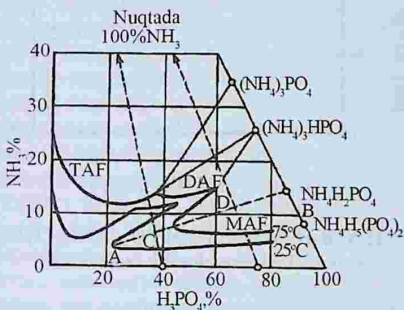
25°C dagi  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasida eruvchanlik diagrammasidan ko'rinadiki (3.2- rasm), monoammoniyfosfat konsentratsiyasining ortishi bilan diammoniyfosfatning eruvchanligi amalda o'zgarmaydi, diammoniyfosfat konsentratsiyasining ko'tarilishi bilan esa monoammoniyfosfatning eruvchanligi ortadi va u  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  molar nisbati ~1,5 ga teng bo'lganda maksimumga erishadi.

0,1 M eritmaning pH qiymati:  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  uchun – 4,4,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  uchun – 8,0 va  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  uchun esa – 9,4 ga tengdir.

Mono- va diammoniyfosfatlarning gigroskopikligi kamdir. 50°C dagi  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  ning gigroskopiklik nuqtasi 88% ga, 15°C da esa – 97% ga tengdir (texnik mahsulotlarda qo'shimchalarning ishtirok etishi uning gigroskopikligini oshiradi).

Ammoniy fosfatlari qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida keng qo'llaniladi. Ular yuqori konsentratsiyali ballastsiz o'g'itlar hisoblanadi va tarkibida ikkita asosiy ozuqa elementlari – suvda eruvchan shakldagi azot va fosfor tutadi.

Toza monoammoniyfosfatda 12,2% N va 61,7%  $\text{P}_2\text{O}_5$  (jami 73,9%), diammoniyfosfatda – 21,2% N va 53,8%  $\text{P}_2\text{O}_5$  (75,0%) bo'ladi. Diammoniyfosfatda ozuqa moddalarining N: $\text{P}_2\text{O}_5$  massa nisbati (1:2,5) monoammoniyfosfatdagiga nisbatan (1:5,1) ancha maqbul bo'ladi.

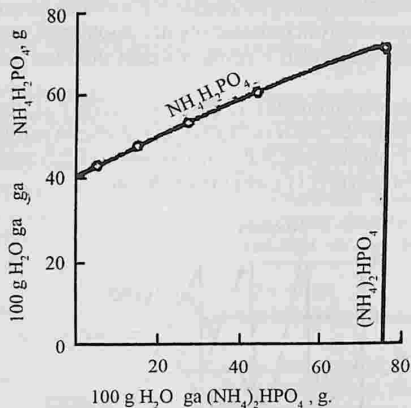


3.1- rasm. 25 va 75°C haroratdagi  $\text{NH}_3 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemadagi eruvchanlik izotermsi.

Ammoniyli-fosfatli o'g'itlardan ammofos – oz miqdordagi (~10%) diammoniyfosfat qo'shimchasi bo'lgan monoammoniyfosfat ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

Davlat standartlari (DSt 18918–85) talablariga muvofiq, donadorlangan ammofos ikki xil markada: A – apatit konsentratidan va B – fosforitdan olingan ekstraksiyon fosfat kislotani ammiak bilan neytrallash natijasida ishlab chiqariladi. A markali oliy va 1-sifat kategoriyali va B markali oliy va 1-sifat kategoriyali mahsulotlar tarkibida, mos ravishda: 52 va 50±1% dan kam bo'lmagan, 44 va 42±1% dan kam bo'lmagan  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ozuqa}}$ ; 48, 46, 34 va

32%  $P_2O_{5,86}$ ;  $12\pm 1$ ,  $12\pm 1$ ,  $11\pm 1$  va  $10\pm 1\%$  N va 1% dan ko'p bo'lmagan  $H_2O$  bo'ladi. O'lchamlari 1–4 mm bo'lgan donachalarning ulushi oliy navda 95% dan va birinchi navda 90% dan kam bo'lmashligi kerak. Ammofosdagi  $N:P_2O_5$  nisbati  $\sim 1:4$  ga tengdir.

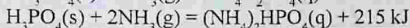
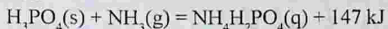


### 3.2- rasm. 25°C haroratdagi $NH_4H_2PO_4 - (NH_4)_2HPO_4 - H_2O$ sistemadagi eruvchanlik izotermasi.

Tarkibida diammoniyfosfat va fosfat kislotadan o'tadigan qo'shimchalari bo'lgan azot bo'yicha nisbatan konsentrlangan o'g'it – diammofos ham ishlab chiqariladi. Agar diammofos ishlab chiqarish uchun apatit konsentratidan olingan ekstraksiyon fosfat kislota ishlatilsa, bunda mahsulot tarkibida:  $48\pm 1\%$   $P_2O_{5,21}$ , 18% dan kam bo'lmagan N va 1,5% dan ko'p bo'lmagan  $H_2O$  bo'ladi.  $N:P_2O_5$  nisbati katta bo'lgan o'g'it ishlab chiqarish uchun ammofos va diammofosga azotli o'g'itlar – ammoniy nitrat yoki karbamid qo'shiladi.

Termik yoki tozalangan ekstraksiyon fosfat kislotadan olinadigan diammoniyfosfat hayvonlar ozuqasi uchun ishlatiladi. Ammoniy fosfatlari, shuningdek, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida ham ishlatiladi; ular antipirenlarni sifatida va qurilish materiallarining yong'inga bardoshlilikini oshirish uchun ishlatiladi.

**Ammoniy fosfatlar va ammofos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy xususiyatlari.** Ammoniy fosfatlari ishlab chiqarish uchun ammiak va ortofosfat kislotasi (ekstraksiyalik ham, termik ham) xomashyo hisoblanadi. Fosfat kislotasi ammiak bilan neytrallashtirish ko'p miqdordagi issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi:



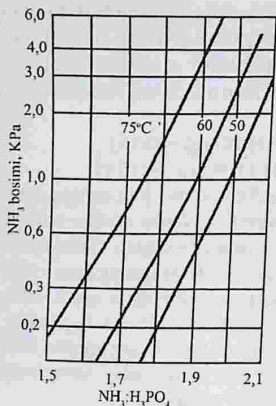
3.1- rasmdan ko'rinadiki, jarayonni *AB* chiziq bo'yicha amalga oshirish natijasida eng ko'p miqdordagi monoammoniyfosfat olishga erishiladi. Tarkibida 40%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (~29%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotasi neytrallashtirishda hattoki 25 (DSt C haroratda ham kristallarning unumi unchalik ko'p bo'lmaydi (C nuqtadagi sistema). Konsentrlangan fosfat kislotasi (75%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yoki 54%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) neytrallanishidagi sistemaning tarkibi D nuqtaga muvofiq keladi va hosil bo'ladigan qattiq fazaning miqdori 75(DSt C dan yuqori haroratda ham eng ko'p bo'ladi. Bunga reaksiyaning issiqligi hisobiga bir qism suvning bug'lanishi ham yordam beradi.

Ammofos ishlab chiqarishda qo'shimchalar bilan ifloslangan ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatilganligi uchun, uning ammiak bilan  $\text{pH} \geq 3$  gacha neytrallashtirish jarayonida  $\text{RPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  turidagi temir va aluminining o'rta fosfatlari va temiraluminiyammoniyfosfatlari –  $\text{NH}_4(\text{Fe,Al})(\text{HPO}_4)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , dikalsiyfosfat  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , gips, floridli va florsilikatli tuzlar, magniy-ammoniyfosfat  $\text{NH}_2\text{MgPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ajralib chiqadi, suyuq fazada esa ammoniy sulfat paydo bo'ladi.

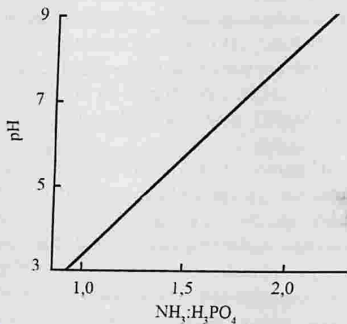
Fosfat kislotasi ammoniyashtirishda, tarkibida ammoniy fosfatlari, erkin fosfat kislotasi, suv va cho'kadigan qo'shimchalar bo'lgan kislotalik suspenziya hosil bo'ladi. Ammiakning yutilish me'yori bo'yicha suspenziya miqdori va komponentlarning tarkibi hamda haroratning ortishi xuddi uning xossasi – pH qiymati, qattiq fazalar eruvchanligi, qovushqoqligi (oquvchanligi) va boshqalar kabi muntazam o'zgarib turadi.

To'yingan suvli eritma ustidagi ammiakning muvozanatli bosimi  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  molar nisbatiga bog'liqdir (3.3- rasm). Unga esa vodorod ko'rsatkichi – pH qiymati bog'liq (3.4- rasm), pH qiymati orqali jarayonni boshqarib turiladi. 25°C da  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  molar nisbati 1,45 ga yaqin bo'lgan to'yingan eritma maksimal zichlik va qovushqoqlikka ega bo'ladi.

Suspenziya tarkibining o'zgarishi ularning suyuq fazalarining qaynash haroratiga katta ta'sir ko'rsatadi, buni konsentrlash va suvsizlantirishning optimal tartib (rejim) larini tanlashda e'tiborga olish lozimdir.



3.3- rasm. Ammoniy fosfatlar to'yingan suvli eritmalari ustidagi ammiak bosimining  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  molar nisbatiga bog'liqligi.



3.4- rasm. 65–75°C haroratdagi ammoniy fosfatlar to'yingan eritmalari pH qiymatining  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  molar nisbatiga bog'liqligi.

**Monoammoniyfosfat va diammoniyfosfat ishlab chiqarish.** Termik fosfat kislotadan olinadigan ammoniy fosfatlari yuqori tozalikka ega va asosan, oziq-ovqat, farmatsevtika sanoatlarida va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi. Termik kislotada 77% dan ortiq  $\text{H}_3\text{PO}_4$  bo'lmaydi. Boshlang'ich

kislotaga kristallantirish bosqichida qoladigan eritma aralashiriladi va uni  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  molar nisbati  $\sim 1$  ga teng bo'lguncha neytrallanadi, hosil bo'lgan monoammoniyfosfat suspenziyasi qo'shimcha kristallanishi uchun sovutiladi. So'ngra kristallar filtrlanadi, quritiladi, eritma esa reaktorga qaytariladi.

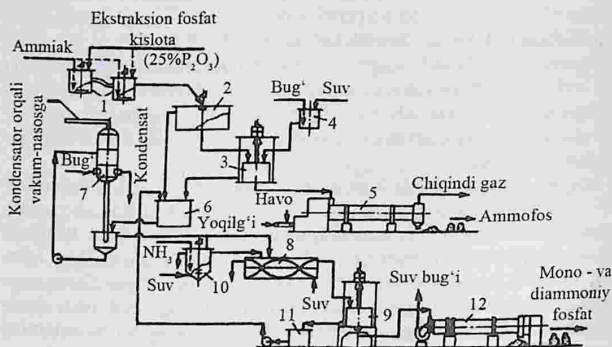
Kristall tarzidagi diammoniyfosfat olish ikki bosqichda o'tkaziladi, chunki barcha ammiakni birdaniga berilishi hisobiga massa kuchli darajada qiziydi va juda quyuq suspenziya hosil bo'ladi, bu esa ammiakning yo'qotilishiga olib keladi. Termik kislotada ( $47\text{--}48\% \text{P}_2\text{O}_5$ )  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 0,7$  nisbatgacha neytrallanadi, suspenziya kristallanish siklidan qaytgan eritma bilan aralashiriladi va vakuum kristallizatorga yuboriladi, u yerda yetarli darajagacha ammoniylanadi. Sovutilgan suspenziya quyultiriladi, sentrifugada diammoniyfosfat kristallari ajratiladi va to'g'ri oqimli barabanli quritgichda quritiladi.

Jarayon bitta bosqichda ham amalga oshirilishi mumkin. Bunda  $75\text{--}85\%$  li termik fosfat kislotada va ammiak gazi ichida kristallanish siklidan qaytarilgan eritma bo'lgan saturatorga muntazam berib turiladi. Reaksiyon massa orqali havo purkalishi natijasida suvning bug'lanishi hisobiga haroratni  $60\text{--}70^\circ\text{C}$  da ushlab turiladi. Saturatorda hosil bo'ladigan diammoniyfosfat kristallari sentrifugaga suspenziya tarzida chiqariladi, unda ajratiladigan eritma saturatorga qaytariladi. Bu jarayonning va saturatorning sxemasi xuddi ammoniy sulfat olishdagi kabi bo'ladi.

Ekstraksiyon fosfat kislotani neytrallashda cho'kmaga ajraladigan qo'shimchalar tayyor mahsulot tarkibida qoladi, uni ifloslantiradi va asosiy komponentlar miqdorini kamaytiradi. Ekstraksiyon fosfat kislotadan nisbatan toza mahsulot olish uchun neytrallanish jarayonini ikki bosqichda o'tkazish mumkin. Birinchi bosqichda bug'latilmagan kislotada  $\text{pH} = 4\text{--}4,5$  gacha neytrallanadi, bunda qo'shimchalarning ko'p qismi cho'kmaga ajraladi, so'ngra ularni asosiy eritmadan ajratiladi. Filtrlangan cho'kma  $5\text{--}6\%$  namlikkacha quritiladi va u antipiren sifatida ishlatilishi mumkin. Cho'kma tarkibida  $5\% \text{NH}_3$  va  $30\text{--}35\%$  o'zlashadigan shakldagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'ladi. Agar ekstraksiyon fosfat kislotada magniy ionlari (masalan, uni Qoratog' yoki Qizilqum fosforitidan olingan) bo'lsa, unda birinchi bosqich neytrallashdan magniyammoniyfosfat  $\text{NH}_4\text{MgPO}_4$  cho'kmaga tushadi, uni ajratib olish va quritish natijasida azotning sitratli eruvchan shakldagi azotli-magniyli o'g'iti sifatida iste'molga chiqarilishi mumkin.

Tarkibida, asosan, monoammoniyfosfat bo'lgan eritma vakuum ostida  $34\text{--}36\% \text{P}_2\text{O}_5$  bo'lguncha bug'latiladi. Tozalangan va qisman neytrallangan eritmani bug'latish, oldindan fosfat kislotani bug'latilishga nisbatan

anchagina sodda va korroziyalanish kam bo'ladi. Chunki fosfat kislotaga bug'latilganda bug'latish jihozlarining qizdirish elementlariga quyqa yopishib qoladi, kuchli kislotali muhitda va yuqori haroratda korroziyalanish tezlashadi. Bug'latilgan tozalangan eritma 18–20°C gacha sovutilib, monoammoniyfosfat olinadi. Cho'kmaga tushgan kristallar sentrifugada ajratiladi va quritiladi. Eritma esa bug'latish sikliga qaytariladi.



3.5- rasm. Ammoniy ortofosfatlari ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi:

1 – birinchi bosqich saturatori; 2 – quyultirgich; 3, 9 – sentrifuga; 4 – issiq suv uchun bak; 5 – birinchi bosqich cho'kmasi uchun barabanli quritgich; 6 – ammoniy fosfat eritmasining yig'gichi; 7 – ikkinchi bosqich bug'latish tizimi; 8 – mono- yoki diammoniyfosfat uchun kristallizator; 10 – ikkinchi bosqich saturatori; 11 – kristallanish siklidan qolgan eritma yig'gichi; 12 – mono- yoki diammoniyfosfat uchun quritgich.

Diammoniyfosfat olish uchun bug'latilgan monoammoniyfosfat eritmasi ikkinchi bosqichda  $\text{pH} \approx 8$  gacha qo'shimcha ammiak bilan to'yintiriladi. Ammiak yo'qotilishining oldini olish uchun to'yintirish 80°C dan past haroratda o'tkaziladi. So'ngra diammoniyfosfat eritmasi kristallantirishga yuboriladi, sentrifugalanadi va ajratilgan diammoniyfosfat quritiladi. Diammoniyfosfatdan ammiakni yo'qotilishini va monoammoniyfosfatga aylanishini oldini olish uchun uni 60°C da quritiladi. Monoammoniy-

fosfatning quritilishi esa 100–110°C gacha o'tkazilishi mumkin. Sxemasi 3.5- rasmda tasvirlangan qurilmada termik fosfat kislotadan ham, ekstraksiyon fosfat kislotadan ham mono- yoki diammoniyfosfat ishlab chiqarilishi mumkin.

**Ammofos ishlab chiqarish.** O'g'it sifatida ishlatiladigan ammos ishlab chiqarishda quyidagi turli ko'rinishdagi texnologik sxemalar qo'llaniladi:

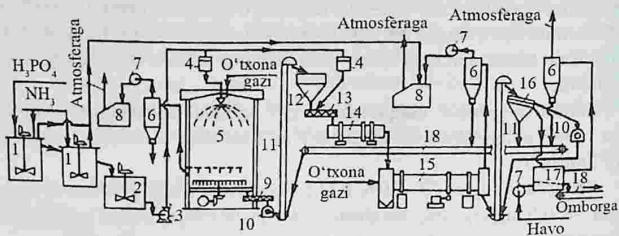
1. Bug'latilmagan (20–30%  $P_2O_5$ ) ekstraksiyon fosfat kislotani neytrallash va (changlatgichli, barabanli yoki qaynovchi qatlamli) quritgichda suvsizlantirishga asoslangan sxemalar;

2. Bug'latilmagan (20–30%  $P_2O_5$ ) fosfat kislotani neytrallash, so'ngra ammos suspenziyasini bug'latish hamda donadorlash va quritishni barabanli donadorlash quritgichlari (BDQ) da amalga oshirishga asoslangan sxemalar;

3. Bug'latish orqali konsentrlangan (48–54%  $P_2O_5$ ) ekstraksiyon fosfat kislotani neytrallashga asoslangan sxemalar qo'llaniladi. Bu holda neytrallanish ikki bosqichda: dastlab reaktorlarda – atmosfera bosimida, so'ngra barabanli ammoniyashtirgich-donadorlagich (AD) da yoki yuqori bosimli bir bosqichda suspenziyani quritishni minorada changlatish yoki BDQ ji-hozlarida amalga oshirish orqali o'tkaziladi.

Changlatgichli quritgichlar ishlatilishi orqali ammos ishlab chiqarish sxemasining bir varianti 3.6- rasmda ko'rsatilgan. Ekstraksiyon fosfat kislotasi (22–28%  $P_2O_5$ ) 80–115°C haroratda birin-ketin joylashgan bir necha reaktor (saturator) lar 1 da uzluksiz suratda  $NH_3:H_3PO_4$  nisbatini 1,1 dan oshirmagan holda ( $pH \leq 5$ ) ammiak bilan neytrallanadi. Bunda harakatchan suspenziya hosil bo'ladi. 100–105°C haroratli uning bir qismi (70–80% miqdori) oxirgi reaktordan changlatgichli quritgich (5) ga tushadi, u yerga, shuningdek, gazsimon yoki suyuq yoqilg'ini yondirilishidan olingan o'txona gazlari beriladi. Quritgichdan chiquvchi mo'rili gaz harorati 100–115°C bo'ladi va changdan tozalanishi uchun siklon (6) dan o'tadi.

Quritilgan (1% namlikkacha) kukunsimon ammos uzluksiz ravishda ikki valli shnekli aralashtirgich (13) ga kelib tushadi, u yerga shu bilan bir vaqtda tayyor mahsulotning mayda fraksiyasi va suspenziyaning qolgan (20–30%) qismi beriladi. Nam ammos (10–12%  $H_2O$ ) donachalari aralashtirgichdan donachalarni dumaloqlovchi baraban (14) ga va so'ngra quritish barabani (15) ga yuboriladi. Quritish mo'rili gazlar bilan (350°C da) amalga oshiriladi.



3.6- rasm. Changlatgichli quritgichda ammosfos ishlab chiqarish sxemasi:

1 – reaktor-saturator; 2 – suspenziyani yig'gich; 3 – markazdan qochma nasos; 4 – suspenziya me'yoralashtirgichi; 5 – changlatgichli quritgich; 6 – siklon; 7 – ventilator; 8 – absorber; 9 – shnek; 10 – maydalagich; 11 – elevator; 12 – bunker; 13 – ikki valli aralashtirgich; 14 – dumaloqlovchi baraban; 15 – barabanli quritgich; 16 – ikki xil teshikli elak; 17 – sovitkich; 18 – transportyor.

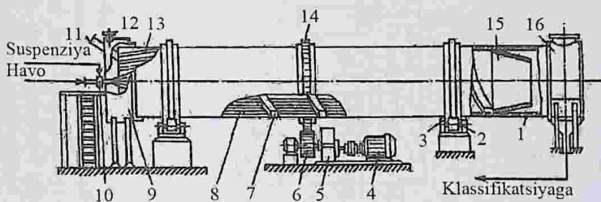
Qurilgan donachalar ajratiladi. 3,2 mm dan yirik donachalar fraksiyasi maydalanadi va yana ajratishga beriladi yoki fosfat kislotada eritiladi va jarayonga (ammoniyashtirishga) qaytariladi. 1 mm dan mayda fraksiyalar donadorlashga yuboriladi, 1–3,2 mm donachali fraksiya esa tayyor mahsulot sifatida chiqariladi. Apatit va fosforitlar asosidagi mahsulot tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va 47%  $P_2O_{5\text{umum}}$ , 51 va 46%  $P_2O_{5\text{ozl}}$ , 50 va 41%  $P_2O_{5\text{se}}$ , 12 va 11% N, 1%  $H_2O$ , 0 va 4% MgO, 3,5 va 3% F bo'ladi.

Ammofos suspenziyasini quritishning ancha takomillashgan usuli – uni quritishni barabanli donadorlash-quritgichi (BDQ) yoki barabanli donadorlash-quritgichli sovitkich (BDQS) jihozlarida amalga oshirish hisoblanadi.

BDQ apparati ichki va tashqi retur (donachalar o'lchami belgilangan talablarga javob bermaydigan zarrachalar) bilan ishlaydi (3.7- rasm).

U gorizontal yuzaga nisbatan 1–3° qiyalikda o'rnatilgan 35 m gacha uzunlikdagi, 1 m dan 4,5 m gacha diametrdagi aylanuvchi barabandan iborat bo'lib, temir-beton taglik ustidagi tayanch roliklari (2) ga tayantirilgan. Qisqich roliklari (3) esa barabanning surilishini oldini oladi. Barabanni aylantirish elektrodvigatel (4) da hosil qilingan aylanma harakatning reduk-

tor (5), tishli g'ildiraklar (6) orqali tishli chambarak (14) ga uzatilishi orqali amalga oshiriladi. Barabanning kirish qismida parrakli qabul qiluvchi moslama (13), butun uzunligi bo'yicha esa ko'tarib tashlovchi moslamalar (8) va chiqish qismida ichki returni tagi teshik konus (15) dan suspenziyani sachratish zonasiga uzatish uchun qaytargich shnek (7) o'rnatilgan. Tashqi retur esa quvur (11) dan uzatiladi. Yuklash kamerasi (9) ning oldingi tirqishiga apparatga beriladigan suspenziyani qisilgan havo (0,7–0,8 MPa) bilan sachratish uchun pnevmatik forsunka (10) o'rnatilgan bo'ladi. Bunda suspenziya namligi ~35% bo'lishi lozim.

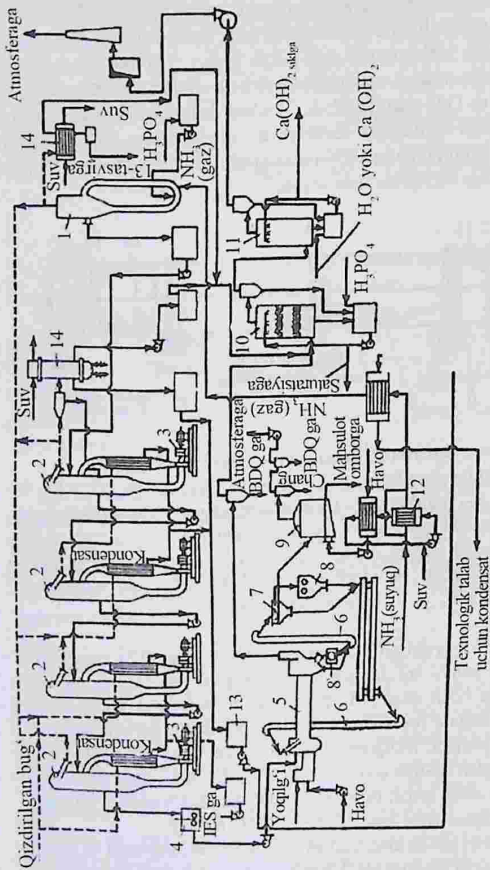


3.7- rasm. Barabanli donadorlash-quritgichi (BDQ):

1 – aylanuvchi baraban korpusi; 2 – tayanch rolik; 3 – qisqich rolik; 4 – elektrodvigatel; 5 – reduktor; 6 – tishli g'ildiraklar; 7 – qaytargich shnek; 8 – ko'tarib tashlovchi moslama; 9 – yuklash kamerasi; 10 – forsunka; 11 – tashqi returni uzatish uchun quvur; 12 – issiqlik so'rg'ich kirishi uchun ichki quvur; 13 – parrakli qabul qiluvchi moslama; 14 – tishli chambarak; 15 – tagi teshik konus; 16 – chiqarish kamerasi.

Issiqlik so'rg'ich yuklash kamerasiga ichki quvur (12) orqali kiradi. Ko'tarib tashlovchi moslamada quritilayotgan donachalarning erkin tushishidan parda hosil qiladi. Bu pardadagi donachalarga changlatilgan suspenziyaning mayda tomchilari yopishadi va uning qurishi natijasida donachalar yiriklashadi. BDQdan chiquvchi gazning harorati 120–125°C bo'ladi. U changdan dastlab siklon (chang tutgich) da, so'ngra esa absorpsion qurilmada yuvish orqali tozalanadi. BDQdan 2–3% namlik bilan chiqadigan quruq donachalar harorati 100–105°C bo'ladi.

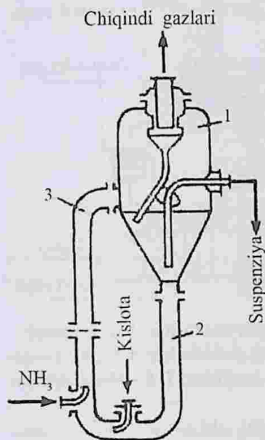
BDQ apparatlari bir-biridan tuzilish qismlari bilan farqlanadi va muntazam takomillashtirib borilmoqda. Ularning ayrimlarida donadorlash va quritishdan tashqari sovutish va donachalarga ajratish ham amalga oshiriladi.



3.7- rasm. Ammofos suspensiyasini bug'latish va BDQ jihozida donadorlash orqali ammofos ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – TAB jihozi; 2 – bug'latuvchi jihozlar; 3 – aylantiruvchi nasoslar; 4 – bug'latilgan suspenziya yig'gichi; 5 – BDQ jihozi; 6 – elevator; 7 – elak; 8 – valikli maydalagich; 9 – sovutgich; 10 – suzuvchi nasadkali absorber; 11 – yuvish minorasi; 12 – suyuq ammiakli bug'latkich; 13 – oraliq idish; 14 – issiqlik almashtirgich.

Ammofos suspenziyasini oraliq bug'latish sxemasi keng tarqalgandir (3.8- rasm). Boshlang'ich fosfat kislotani oldindan natriy yoki kaliy sulfat yoki soda bilan qayta ishlash undan anchagina miqdordagi ftorning ftorsilikatlar tarzida yo'qotilishini ta'minlaydi va shu bilan bir vaqtda undagi kalsiydan tozalanadi va boshqa qo'shimchalar (Fe, Al) miqdori kamaytiriladi. Bu ammfosdagi o'zlashuvchan va suvda eruvchan  $P_2O_5$  konsentratsiyasini oshiradi, chiqindi gazlaridan ftorni ajratib olishni osonlashtiradi, buning uchun ftorsizlangan fosfat kislotasi ishlatilishi mumkin.



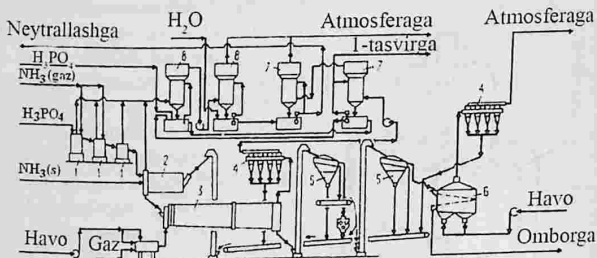
3.9- rasm. Tezkor ammoniy-  
lashtiruvchi bug'latgich  
(TAB).

Fosfat kislotasi ( $22-29\% P_2O_5$ ) gaz holatdagi ammiak bilan  $pH = 5-5,5$  gacha TAB – tezkor ammoniyashtiruvchi bug'latgich jihozida neytrallanadi (3.9-rasm). Bu vertikal reaksiyon quvuri ( $\varnothing 0,6 \text{ m}, N = 6 \text{ m}$ ) ostidagi Venturi soplosi (ichida gaz yoki suyuqlik tezligi oshadigan o'zgaruvchan kesimli kanal yoki qisqa quvur) dan ammiak va kislotasi kiritiladi. Reaksiya issiqligi hisobiga massa qaynaydi va yuqoriga harakatlanadi, 1–2 minut ichida separatorga yetib boradi, u yerdan suspenziya aylantiruvchi quvur orqali reaksiyon quvuriga qaytariladi.

Uning bir qismi separatoridan konsentrlashga yuboriladi. Separatoridan chiqadigan bug' issiqlik almashtirgichda boshlang'ich kislotani isitish orqali kondensatlanadi. Ammfos suspenziyasi ( $NH_3:H_3PO_4 = 1,1$ ) ko'p qobiqli bug'latish qurilmasida konsentrlanadi, u yerda undagi suv miqdori  $55-56\%$  dan  $18-25\%$  gacha kamaytiriladi; 1-qobiq vakuum ostida, 2-qobiq – atmosfera bosimida, 3-qobiq – yuqori bosimda ishlaydi. Yangi hosil qilingan bug' ( $0,3 \text{ MPa}$ ) 3- va 4-qobiqqa beriladi, 1- va 2-qobiqlarda esa jarayonda hosil bo'ladigan bug' ishlatiladi. So'ngra  $112-115^\circ\text{C}$  haroratli suspenziya BDQ jihozida quritiladi va shu bilan bir vaqtda donadorlanadi. Sovutilgan va elakda ajratilgan mahsulotning zarracha o'lchami  $1 \text{ mm}$  dan kichik bo'lgan fraksiyasi BDQ jihoziga tashqi retur sifatida qaytariladi. Yirik

fraksiya maydalashga yuboriladi, mahsulot fraksiyasi esa 45°C gacha (konteynerlarga yuklashda yoki qog'oz qoplarga joylashtirishda) yoki 55°C gacha (polietilen qoplariga joylashtirishda) sovutiladi.

Apatitdan (51%  $P_2O_5$ , 12% N) va Qoratog' fosforitidan (47%  $P_2O_5$ , 11% N) 1 t ammosfos mahsuloti ishlab chiqarish uchun sarf koeffitsiyentlari muvofiq ravishda, taxminan quyidagicha bo'ladi: ekstraksiyon fosfat kislotaga (100%  $P_2O_5$ ) – 0,54 va 0,5 t;  $NH_3$  – 0,15 va 0,14 t; tabiiy gaz (34,8 MJ/m<sup>3</sup>) – 28 m<sup>3</sup>; elektroenergiya – 111 kW·s; suv – 22 m<sup>3</sup>; qisilgan havo – 60 m<sup>3</sup>.  $P_2O_5$  dan foydalanish darajasi 96% ni,  $NH_3$  dan esa – 97% ni tashkil etadi.



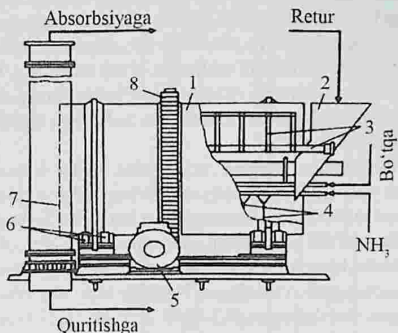
3.10- rasm. AD jihozi bilan donadorlangan ammosfos olish sxemasi:

1 – neytrallagich; 2 – ammiyloshtiruvchi donadorlagich (AD); 3 – quritish barabani; 4 – siklonlar; 5 – elaklar; 6 – sovitkich; 7, 8 – absorberlar.

Ammiyloshtiruvchi donadorlagich (AD) ishlatilgan holdagi sxema bo'yicha ammosfos olishda (3.10- rasm) 50–54%  $P_2O_5$  gacha bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotaga chiqindi gazlarini absorbsiyalashdan olinadigan oqavalar qo'shib (undagi  $P_2O_5$  miqdori 47–48% gacha kamayadi), aralashtirgichli reaktorlarda ammiak gazi bilan  $NH_3:H_3PO_4 = 0,6-0,7$  molar nisbatigacha neytrallanadi. 120–125°C harorat va 17–18% namlikdagi (ammiyloshtirish issiqligi hisobiga reaktorlarda 20–25% bug'langan) kislotali suspenziya (pH ≈ 3) AD jihoziga beriladi (3.11- rasm).

AD jihozida 85–95°C haroratda massa  $NH_3:H_3PO_4 = 1-1,05$  molar nisbatigacha qo'shimcha neytrallanadi va mahsulot donadorlanadi, bunda jarayonga berilgan 50% suv bug'lanadi. AD jihozidan chiqadigan nam (2,5–3,5%  $H_2O$ ) donachalar to'g'ri oqimli barabanli quritgichda (250–350°C haroratdagi) o'txona gazlari bilan donachalar harorati 75–90°C bo'lgan

holda quritiladi. So'ngra u elanadi va mahsulot fraksiyasi sovitkichda 75–90°C dan 45–55°C haroratgacha sovutiladi.



### 3.11- rasm. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD):

1 – qobiq; 2 – sochiluvchi komponentlarni uzatish tuynugi; 3 – ichki devorni tozalash uchun pichoq; 4 – ammiak taqsimlagich; 5 – o‘ram; 6 – tayanch va qisqich g‘ildiraklar; 7 – tayanch halqa; 8 – bandaj.

Quritish barabanidan (105–115°C da) chiqadigan hamda neytrallagich va ammoniyashtiruvchi donadorlagichdan so‘rib olinadigan gazlar chang, ammiak va ftordan tozalanadi, hosil bo‘ladigan oqavalar reaktor-neytrallagichlarga yuboriladi.

Mahsulot tarkibida fluor miqdorining kam (1% dan oshmasligi) keltirib o‘tilgan jarayonning afzalliklaridan biri hisoblanadi, kuchsiz kislotla ishlatilganda esa u 3,5–4% ni tashkil qiladi.

Bu sxema bo‘yicha 1 t ammosfoga (53%  $P_2O_5$ , 12% N); bug‘latilgan kislotla shaklida 0,588 t  $P_2O_5$ ; 0,151 t  $NH_3$ ; 9 m<sup>3</sup> tabiiy gaz (34,8 MJ/m<sup>3</sup>); 67 kW·s elektr energiyasi talab etiladi.

Apatit konsentratidan olinadigan mahsulot tarkibida taxminan: 55–56,5%  $P_2O_{5sumum}$ , 54–55%  $P_2O_{5ozil}$ , 53–54%  $P_2O_{5se}$ , 12–12,5% N; 0,5–1%  $H_2O$  bo‘ladi.

Keltirilgan sxemalarni mukammallashtirish bo‘yicha turli takliflar berilgan. Masalan, kislotani neytrallashni bosim ostida amalga oshirish ko‘rsatib o‘tiladi. Bunda reaksiya issiqligidan amalda deyarli to‘la foydalanishga erishilishi mumkin. Konsentrlangan (50–54%  $P_2O_5$ ) ekstraksiyon fosfat kis-

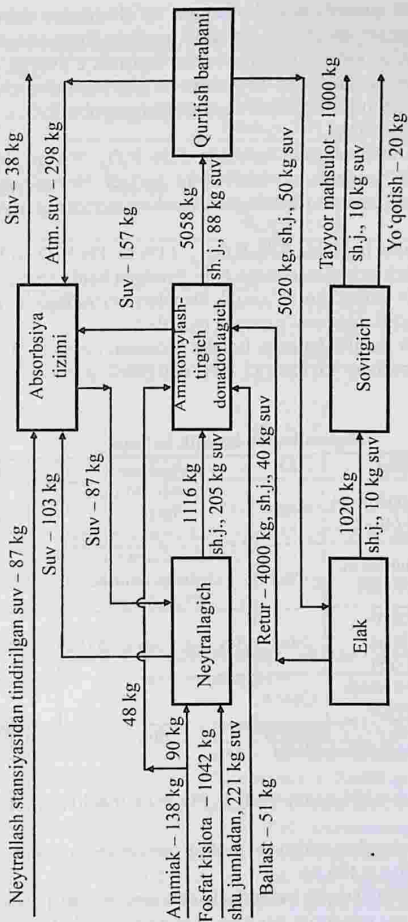
lota pH = 4–4,5 gacha neytrallanishi 0,3–0,35 MPa bosimda quvurli reaktordan juda qisqa vaqtda o'tishi (~0,1 s) hisobiga amalga oshiriladi. Neytrallash issiqligi hisobiga 180–200°C gacha qizigan suspenziya minoradagi forsunkada changlanadi, u yerda atmosfera bosimi ushlab turiladi, shu bilan bir vaqtda massaning sovutilishi natijasida o'z-o'zidan bug'lanish hisobiga qizigan eritmadan suv tezda yo'qotiladi va kukunsimon ammosfos hosil bo'ladi. Uni donadorlash yoki nitroammosfos va boshqa murakkab o'g'itlar olish uchun ishlatish mumkin.

Qoratog' fosforitidan olingan ekstraksion fosfat kislotani 50–55% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (va undan yuqori) konsentratsiyagacha bug'latish usullari (NamMPI, prof.Q.G'afurov rahbarligida) yaratilgandan keyin, bu kislotadan eng mukammal usulda (quvurli neytrallash jarayoni orqali) ammosfos-Q murakkab o'g'iti ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilgan va sanoat sharoitida sinovdan muvaffaqiyatli o'tkazilgan. Natijada tarkibida 49–51% P<sub>2</sub>O<sub>5,0z</sub> va 11% N tutgan, florsizlangan (0,3–0,4% F li) ekologik toza ammosfos-Q o'g'iti olingan.

**Donadorlangan diammosfos.** O'g'it sifatida ishlatiladigan donadorlangan diammosfos apatit konsentrat, Qoratog', Qizilqum va Pribaltika fosforitlari asosida hosil qilingan ekstraksion fosfat kislotadan olinadi. Mahsulot tarkibida muvofiq ravishda: 48; 41; 48% P<sub>2</sub>O<sub>5,0z</sub>, 43–45,5; 32; 41% P<sub>2</sub>O<sub>5,5e</sub> va 18; 13,5; 13% N bo'ladi.

Uni ishlab chiqarish sxemasi kristall mahsulot olish uchun yuqorida bayon etilganidek (3.6- rasm), ammo ammoniyashtiruvchi ikkinchi bosqich saturatorida emas, balki ammoniyashtiruvchi donadorlagichda (AD) amalga oshiriladi. Boshlang'ich kislotasi (32–38% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) saturatorlarda ammiak bilan NH<sub>3</sub>:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = 1,3:1,4 molar nisbatigacha neytrallangan bo'lsa, AD jihozida esa 1,7–1,8 gacha amalga oshiriladi. Suspenziya AD jihozida 70–75°C haroratda, retur esa 50°C haroratda beriladi va returning takroriyiligi 3–4 martani tashkil qiladi. Materialning ADDan o'tish davri 6–8 minutni tashkil etadi. Donachalarni quritishda uning haroratini 72–75°C dan (to'g'ri yo'nalishda beriladigan o'txona gazlarining haroratini 200°C dan) oshirish kerak. Tayyor mahsulot 25–27°C gacha sovutiladi.

**Ammosfos ishlab chiqarish texnologik hisoblari.** *Moddiy balans.* 3.12-rasmda ammoniyashtiruvchi donadorlagich sxemasi bo'yicha ammosfos ishlab chiqarish moddiy balansi keltirilgan. Moddiy balansni tuzishda quyidagi kattaliklar olindi: neytrallagichdagi NH<sub>3</sub>:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> nisbati – 0,7; neytrallagich, ammoniyashtiruvchi donadorlagichlardan yo'qotiladigan umumiy namlik (boshlang'ich fosfat kislotadagi 1 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hisobiga) – 480 kg; jarayon retur soni – 4.



3.12- rasm. Ammofos ishlab chiqarish moddiy balansi.

Baland mo'rili quvurda hosil bo'ladigan va absorbsiya tizimiga qaytariladigan kondensat absorbsiya tizimida bug'lanadigan suv miqdoriga teng deb olinganligi sababli moddiy balans tuzishda e'tiborga olinmadi.

Fosfat kislotaning bir qismi to'g'ridan to'g'ri neytrallagichga emas, balki absorbsiya tizimiga, u yerdan neytrallagichga yuboriladi. bu moddiy balansda aks etirilmagan.

Boshlang'ich fosfat kislota tarkibida 52%  $P_2O_5$ , 7% qo'shimchalar, 21% suv; ammiak tarkibida esa 99,9%  $NH_3$  bo'ladi. Neytrallagichga gaz holatidagi ammiak, ammoniyashtirgich-donadorlagichga esa suyuq ammiak beriladi.

Tayyor mahsulot tarkibida 52%  $P_2O_{50'zi}$ , 11% N, 1%  $H_2O$  bo'ladi.

Ammoniyashtirgich-donadorlagich qo'llanilgan holda ammosfos ishlab chiqarish sxemasi uchun asosiy issiqlik hisoblari neytrallagich va quritish barabanining issiqlik balansini tuzishda bajariladi.

**Neytrallagich issiqlik balansi.** Issiqlik balansini tuzishda (3.1- jadval) reagentlarning boshlang'ich harorati 25°C deb qabul qilingan.

3.1- jadval

Neytrallagich issiqlik balansi

| Issiqlik kirimi  | kJ     | Issiqlik sarfi  | kJ           |
|--|--------|---|--------------|
| Boshlang'ich fosfat kislota bilan: 1042·2,30·(40-25)     | 35949  | Ammofos bo'tqasi bilan:<br>(1219-x)·2,96·(120-25)     | 308041-253x  |
| Gaz holatdagi ammiak bilan: 90·2,22·(50-25)              | 4955   | Atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik:<br>575030-0,05 | 28752        |
| Absorbsiya tizimidan suyuqlik bilan:<br>87·4,187·(45-25) | 5408   | Suv bug'i bilan: 2575x                                | 2575x        |
| Kimyoviy reaksiya issiqligi*: (90:17)·99850              | 528618 |   |              |
| Jami:  | 575030 | Jami:   | 336792+2322x |

\* Reaksiyaning issiqlik effekti:



Issiqlik balansi tenglamasidan neytrallash jarayonida bug'lanadigan suv miqdori aniqlanadi:  $x = 103 \text{ kg}$ .

**Quritish barabani issiqlik balansi.** Hisobni ammosfosni quritishga sarflanadigan mo'rili gaz miqdorini aniqlash uchun bajariladi (3.2- jadval).

**1 t ammosfos uchun quritish barabanining issiqlik balansi**

| Issiqlik kirimi                                      | kJ            | Issiqlik sarfi   | kJ             |
|--|---------------|--|----------------|
| Mo'rili gaz bilan:<br>V·1,319·350                    | 461,6V        | Chiqindi gazlari<br>bilan: V·1,315·110                           | 144,6V         |
| Barabanga kiradigan materiallar bilan: 5058·1,256·85 | 540009        | Quritish barabanidan chiqadigan materiallar bilan: 5020·1,214·90 | 548563         |
|  |               | Bug'langan suv bilan: 38·2688                                    | 102144         |
|  |               | Havoni qizdirishga:<br>0,1·V·0,31·1,298<br>(110-20)              | 11,7V          |
|  |               | Atrof-muhitga yo'qotiladigan:<br>461,6V·0,1                      | 46,2V          |
| Jami:  | 540009+461,6V | Jami:  | 202,5V+650,707 |

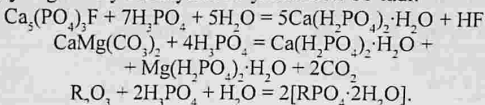
Issiqlik balansi tenglamasidan 1 t tayyor mahsulot uchun berilgan ammosfosni quritishga sarflanadigan mo'rili gaz miqlori aniqlanadi:  $V = 427,2 \text{ m}^3/\text{t}$ .

Quritish barabanidan chiqadigan mo'rili gaz unumi:  $1,1 \cdot 427,2 + (38:0,804) = 517 \text{ m}^3/\text{t}$  ni tashkil etadi.

## 2- §. Ammosfosfat ishlab chiqarish nazariyasi va texnologiyasi

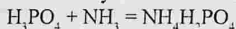
Ammosfosfat texnologik nuqtai nazardan ammosfos va qo'shaloq superfosfat orasidagi holatni egallaydi va teng ma'noda ikkala mahsulot texnologiyasini ifodalashda ko'rib chiqilishi mumkin. Xuddi qo'shaloq superfosfat olishdagi kabi ammosfosfat olishda ham fosfat kislotaning kimyoviy energiyasidan qo'shimcha miqdordagi fosfatli xomashyoni parchalashga sarflanadi va kalsiy fosfatlari hosil qilinadi. Xuddi ammosfos olishdagi kabi ta'sirlashmagan erkin fosfat kislota ammiak bilan neytrallanadi va ammoniy fosfatlari hosil qilinadi. Ammosfosfat sifatiga standart talablar 1.4-jadvalda keltirilgan.

Tabiiy fosfatlar tarkibidagi minerallarning fosfat kislotasi bilan parchalanishi quyidagi asosiy reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:



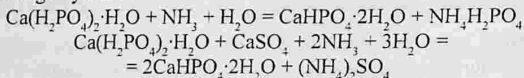
Ma'lum xomashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik me'yorini ko'rsatilgan reaksiyalarni va boshlang'ich ekstraksiya fosfat kislotasi eritmasidagi neytrallovchi ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{R}_2\text{O}_3$ ) va kislotali ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) qo'shimchalarning bo'lishini e'tiborga olgan holda belgilanadi.

Tabiiy fosfatni fosfat kislotali parchalashdan olinadigan bo'tqa tarkibidagi erkin fosfat kislotani gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash jarayonida dastlab monoammoniyfosfat hosil bo'ladi:

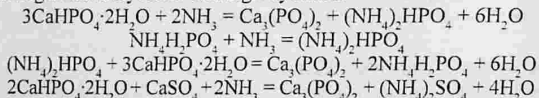


Neytrallash issiqligining ajralishi hisobiga massaning harorati  $80-90^\circ\text{C}$  gacha ko'tariladi va buning hisobiga ammofosfat bo'tqasi birmuncha quriydi. Bunda suvda eriydigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori kamaymaydi.

Nisbatan kuchliroq ammoniyashtirish natijasida monokalsiyfosfat dikalsiyfosfatga aylanadi:



Bunday chuqur ammoniyashtirish natijasida ammofosfatdagi suvda eriydigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori anchagina kamayadi, ammo o'zlashadigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori sezilarli o'zgarmaydi. Ammoniyashtirishni yanada davom ettirish  $\text{P}_2\text{O}_5$  retrogradatsiyasiga olib keladi – dikalsiyfosfat o'simliklarga qiyin o'zlashadigan trikalsiyfosfat shakliga aylanadi:



Ammofosfat texnologiyasining qo'shaloq superfosfat texnologiyasidan farqi shundaki, bunda ishlatiladigan ikkilamchi fosfat oz miqdorda bo'ladi, ya'ni qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishdagi ikkilamchi fosfat bilan kiradigan umumiy miqdorining 25% o'rniga ammofosfat ishlab chiqarishda 10–15%  $\text{P}_2\text{O}_5$  ishlatiladi. Ammofosfat ishlab chiqarishda kislotasi me'yorining haddan yuqori bo'lishi, hattoki quyi navlardagi fosfatli xomashyolardan olingan EFK ishlatilganda ham ikkilamchi fosfat parchalanish dara-

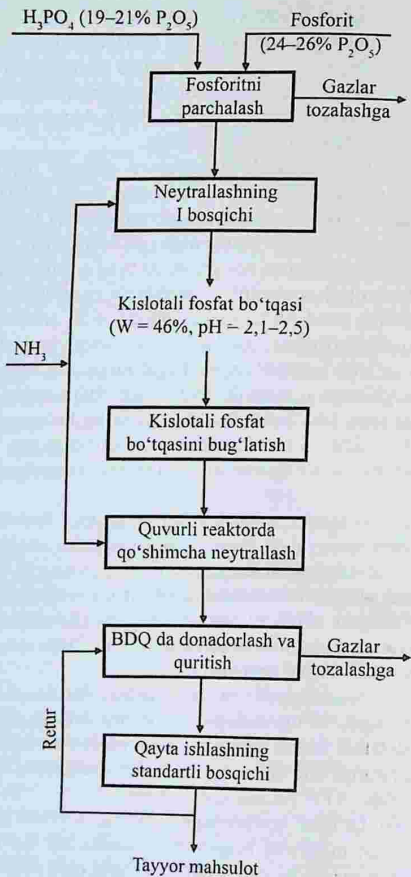
jasining yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Superfosfatlar samaradorligi bilan solishtirilganda ammosfosfat agrokimyoviy samaradorligining yetarli darajada yuqori bo'lishi, ayniqsa quyi navli fosfatli xomashyolar ishlatilishi ammosfosfat ishlab chiqarish sanoatini tashkil etish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi. Bu mahsulot mavjud ammosfos ishlab chiqarish qurilmalarini qisman o'zgartirish hisobiga olinishi mumkin.

Ammofosfat ishlab chiqarish texnologiyasi umumiy holda quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: ikkilamchi fosfatni fosfat kislotasi bilan parchalash; olingan bo'tqani ammiak bilan neytrallashtirish (pH ko'rsatkichi 3,5 va undan yuqori) yoki kislotali bo'tqa olish (pH ko'rsatkichi 2,5 va undan kam); ammoniylangan bo'tqani bug'latish; bo'tqani qo'shimcha ammoniy-lash (agar lozim bo'lsa); mahsulotni donadorlash va quritish; donachalarni qayta ishlashning standartli bosqichi. Shunday qilib, ammosfosfat ishlab chiqarish bosqichlari (fosfatni parchalash qo'shimcha bosqichi e'tiborga olinmaganda) amalda bug'latilmagan fosfat kislotadan ammosfos ishlab chiqarish bosqichlariga o'xshaydi. Uni ishlab chiqarishdagi qator texnologik usullar ham (shu jumladan kislotali fosfat bo'tqasini bug'latish mumkinligi) bir xildir. Ammosfosfatning aniq texnologiyasi EFK ishlab chiqarish va ikkilamchi fosfat sifatida ishlatiladigan xomashyolar turi bilan belgilanadi.

Ammofosfat bo'tqasini ammiak bilan neytrallashtirish fosfatli xomashyo parchalanish darajasini yuqori darajada saqlagan holda amalga oshiriladi. Parchalanish koeffitsiyenti asosan kislotasi me'yoriga bog'liq bo'ladi. Fosforitlarni undan olingan kislotasi bilan 250% li me'yorda parchalanganda parchalanish darajasi  $\approx 70\%$  ni tashkil etadi, parchalanish darajasining bunday ko'rsatkichga apatitdan olingan kislotasi bilan 210% li me'yorda fosforitlarni parchalash orqali erishiladi.

Ammofosfat texnologiyasi va jarayonning jihozlanishi ko'pincha ammoniy-lashtirilgan bo'tqa reologik xossalari bog'liq bo'lib, bu o'z navbatida kislotalilik muhiti ko'rsatkichi, xomashyo turi, fazalar nisbati va jarayon haroratiga bog'liqdir. Fosforitlardan ammosfosfat ishlab chiqarish blok-sxemasi 3.13- rasmda tasvirlangan.

Ammofosfat bo'tqasi qovushqoqlik xossalari kislotali parchalashga beriladigan fosfat miqdorini belgilaydigan omillardan biri hisoblanadi. Ikkilamchi fosfat miqdorini cheklaydigan ikkinchi omil olinadigan o'g'itning agrokimyoviy xossalari hisoblanadi. 3.3- jadvalda parchalashning 2-bosqichiga beriladigan fosfat miqdorlari ko'rsatilgan.



3.13-rasm. Ammofosfat ishlab chiqarish blok-sxemasi

**Parchalashning 2-bosqichiga beriladigan fosfat me'yorlari  
(mahsulotdagi  $P_2O_5$  umumiy miqdoriga nisbatan % hisobida)**

| Fosfatni parchalash uchun ishlatiladigan kislotalar |                              | 2-bosqichiga beriladigan fosfat |         |
|---|------------------------------|---------------------------------|---------|
| boshlang'ich xomashyo                               | konsentratsiyasi, % $P_2O_5$ | fosfat turi                     | me'yori |
| Apatit  | 52                           | Apatit                          | 10–12   |
| Apatit  | 52                           | Fosforit flotokonsentrati       | 15–18   |
| Apatit  | 29                           | Fosforit flotokonsentrati       | 15–18   |
| Fosforit  | 20                           | Fosforit                        | 10–12   |
| Fosforit  | 20                           | Fosforit                        | 15–18   |

Belgilangan texnik shartlarga muvofiq, mahsulot tarkibida: 38–39%  $P_2O_{5\text{umumiy}}$ , 20–21%  $P_2O_{5\text{v}}$ , 4–5% N va 2% dan kam suv bo'ladi. 1 t  $P_2O_5$  hisobida ammofosfat ishlab chiqarishdagi fosfat kislotalar sarfi ammofosfatdagiga qaraganda kam bo'ladi, chunki ammofosfatdagi bir qism  $P_2O_5$  to'g'ridan to'g'ri fosforit unidan o'tadi.

### 3- §. Ammoniy polifosfatlarining ishlab chiqarish usullari va asosiy uskunalari

Degidratlangan ammoniy fosfatlari – poli- va metafosfatlarining o'g'it sifatida ishlab chiqarilishi undagi ozuqa elementlarining ammoniy fosfatlaridagiga nisbatan ko'pligi sababli rivojlanib bormoqda. Olinish sharoitiga bog'liq holatda ular tarkibida 53–70%  $P_2O_5$  va 13–30%  $NH_3$  bo'ladi hamda ular suyuq va qattiq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin. Degidratlangan ammoniy fosfatlar, odatda, orto-  $[(NH_4)_nH_{3-n}PO_4]$ , diorto-  $[(NH_4)_nH_{4-n}P_2O_7]$ , tripoli-  $[(NH_4)_nH_{5-n}P_3O_{10}]$ , meta-  $[(NH_4)_nPO_3]$  va boshqa kondensirlangan shakllar ko'rinishida bo'lib, ular amalda to'la o'simliklarga o'zlashadi. Ular o'zining agrokimyoviy samaradorligi bo'yicha ammoniy ortofosfatlaridan qolishmaydi. Ammoniy polifosfatlari gigroskopikligi kam va yetarlicha barqarordir, 100°C gacha qizdirilganda ulardan ammiak ajralmaydi.

Ammoniy polifosfatlari: 1) yuqori haroratda orto- va polifosfat kislotalarni ammoniyashtirish; 2) ammoniy ortofosfatlarini degidratlash; 3)  $P_2O_5$  ni ammiak bilan ta'sirlashishi natijasida olinishi mumkin. Masa-

lan, superfosfat kislotasining 0,3–0,7 MPa bosim ostida yuqori haroratli (200°C) ammoniyashtirilishidan suyuqlanma hosil qilinadi, u orto-, diorto-, tripoli- va boshqa ammoniy polifosfatlaridan iborat. Donadorlangan mahsulot tarkibida: 80% gacha o'zlashadigan  $N + P_2O_5$  (~60%  $P_2O_5$  va 17–20% N) bo'ladi. Mahsulot tarkibi ammoniyashtirish bosimiga bog'liqdir. Atmosfera bosimida, tarkibida: 61–64%  $P_2O_5$  va 13–15%  $NH_3$  tutgan. 1 MPa bosimda esa – 55–57%  $P_2O_5$  va 27–28%  $NH_3$  tutgan, ya'ni yaxshi  $N:P_2O_5$  nisbatiga ega bo'lgan mahsulotlar olinadi. Oldindan 110–120°C gacha qizdirilgan termik yoki bug'latilgan (51–58%  $P_2O_5$  li) ekstraksiyon fosfat kislotaning 180–210°C da qizdiriladigan reaktorlarda ammoniyashtirilishidan ham tarkibida: ~13% N va 60–63%  $P_2O_5$ , undan absolut 35–36% (nisbiy 57–58%) kondensirlangan shakldagi  $P_2O_5$  tutgan ammoniy polifosfat suyuqlanmalari olinishi mumkin. Bu suyuqlanmalar anchagina mustahkam (6,7–9,3 MPa) va nisbatan oz gigroskopiklikka ega bo'lgan donachalar hosil qiladi.

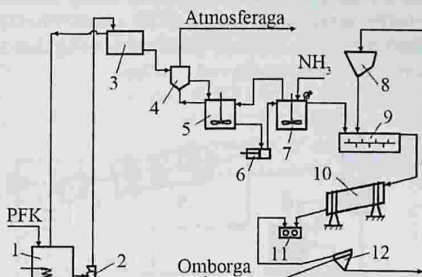
Shunga o'xshash mahsulotlar ammoniy ortofosfatlarini yuqori haroratli (250–350°C) degidratatsiyalash orqali ham olinadi. Bunda ularning disotsiyalanishi natijasida ammiakning yo'qotilishini oldini olish maqsadida jarayon ammiak atmosferasida va yuqori bosimda amalga oshiriladi. Shuningdek, qo'shimchalar, masalan ammoniy nitrat qo'shish ham foydadan xoli emas.

**Polifosfat kislotalar asosida ammoniy polifosfatlari ishlab chiqarish.** Xomashyo sifatida ekstraksiyon va termik polifosfat kislotalar ishlatiladi (3.14- rasm).

Ammoniyashtirish jarayonida ajraladigan ammiakni tutib qolish uchun kislotada dastlab skrubberga beriladi. Kislotani ammoniyashtirish ikki bosqichda birin-ketin joylashgan (5) va (7) reaktorlarda o'tkaziladi. Haroratni belgilangan darajada ushlab turish uchun reaktor (7) ichki sovitkichda aylanadigan suv bilan sovutiladi. Ammoniyashtirilgan suyuqlanma ikki valli kurakchali donadorlagich (9) ga kelib tushadi, u yerga shuningdek, retur ham kiritiladi. Donador tayyor mahsulot sovitkich (10) da sovutiladi, elanadi va belgilangan o'lchamdagi mahsulot ajratiladi.

3.4- jadvalda ishlab chiqarishning maqbul texnologik parametrlari keltirilgan.

Tayyor mahsulot tarkibida: 60–61%  $P_2O_{5\text{umum}}$ , 24–29%  $P_2O_{5\text{orto}}$ , 13–14% N bo'ladi.  $P_2O_{5\text{ozl}}$  retrogradatsiyasi 1,5%,  $P_2O_{5\text{se}}$  bo'yicha esa 2% dan oshmaydi.



3.14- rasm. Polifosfat kislotalari asosida ammoniy polifosfatlari olish sxemasi:

1 – polifosfat kislota ombori; 2 – nasos; 3 – bak; 4 – skrubber; 5, 7 – reaktorlar; 6 – ta'minlagich nasos; 8 – bunker; 9 – donadorlagich; 10 – barabanli sovitkich; 11 – tegirmon; 12 – elak.

3.4- jadval

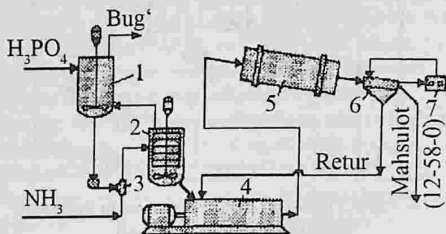
### Ammoniy polifosfatlari ishlab chiqarish ko'rsatkichlari

| Ko'rsatkichlar                       | Ko'rsatkich miqdorlari |
|--------------------------------------|------------------------|
| Kislota konsentratsiyasi, % $P_2O_5$ | 70                     |
| Harorat, °C:                         |                        |
| 1-reaktorda                          | 100–115                |
| 2-reaktorda                          | 180–200                |
| suyuqlanma donadorlashga kirishda    | 180–200                |
| shixta donadorlashdan chiqishda      | 55–60                  |
| mahsulot sovutilgandan so'ng         | 30–35                  |
| Suyuqlanma pH qiymati:               |                        |
| 1-reaktorda                          | 0,8–1,1                |
| 2-reaktorda                          | 7,0–7,5                |
| Retur soni                           | 1:7                    |

### Ortofosfat kislota asosida ammoniy polifosfatlari ishlab chiqarish.

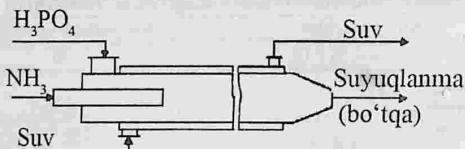
Boshlang'ich xomashyo sifatida ortofosfat kislota ishlatilganda kerakli issiqlik boshlang'ich reagentlarni qizdirilishi hisobiga, shuningdek kam energiya yo'qotilishi bilan ishlaydigan tezkor ixcham neytrallash jihozla-

rida oʻtkazilishi hisobiga amalga oshiriladi (3.15- rasm). Shunday jihozlar sifatida tezkor oqimli reaktorlar ishlatiladi (3.16- rasm). 180–220°C haroratdagi neytrallash jarayonida ammoniy polifosfatlarining degidratatsiyasi talab etilgan konversiya darajagacha sodir boʻladi.



3.15- rasm. Ortofosfat kislota asosida ammoniy polifosfatlari olish sxemasi:

1 – birinchi bosqich reaktori; 2 – ikkinchi bosqich reaktori; 3 – T-simon reaktor; 4 – donadorlagich; 5 – sovitkich; 6 – elak; 7 – tegirmon.



3.16- rasm. Tezkor oqimli reaktor.

Ortfofosfat kislota qizdiriladi va birinchi bosqich reaktorga beriladi, u yerda ammoniyashtirishda ajraladigan ammiakning ushlab qolinishi sodir boʻladi. Qisman ammoniylangan kislota T-simon reaktorga yuboriladi, u yerda oldindan qizdirilgan gaz holatdagi ammiak bilan ammoniyashtirishning asosiy jarayoni amalga oshiriladi. Suyuqlanma va bugʻ-gaz aralashmasi ikkinchi bosqich reaktoriga kelib tushadi, u yerda suyuq va gaz fazalar ajratiladi. Chiqindi gazlari birinchi bosqich reaktorda tozalanadi, suyuqlanma esa kurakchali donadorlagichga beriladi. Donador tayyor mahsulot sovitkichda sovitiladi, maydalanadi, elanadi va omborga yuboriladi.

Jarayonning texnologik ko'rsatkichlari: kislotaning konsentratsiyasi 52%  $P_2O_5$ ; kislotaning harorati 145°C, ammiak harorati 150°C, T-simon reaktoridagi harorat 258°C. Mahsulot tarkibida 11,3% N; 58,6%  $P_2O_{5\text{sunium}}$ , 30,6%  $P_2O_{5\text{serto}}$  bo'ladi.

Tezkor oqimli reaktorning ishlash prinsipi kislotaning oqimining gaz holatidagi yuqori tezlikdagi (100 m/s) ammiak bilan jadal aralashishiga asoslangan. Jihozning afzalligi – uning soddaligi, ta'sirlashish hajmining kichikligi, issiqlik yo'qotilishining kamligi; kamchiligi – kamera ishchi qismida korroziyali yemirilishidir.

#### 4- §. Ammoniy sulfatfosfat o'g'iti ishlab chiqarish

**Ammoniy sulfatfosfat o'g'iti ishlab chiqarish.** Ammoniy sulfatfosfat o'g'iti digidrat usulida olingan ekstraksiyon fosfat kislotasi ( $P_2O_5=18-20\%$ ) va 98,5% konsentratsiyali sulfat kislotasining turli xil nisbatda aralashtirish, hosil qilingan aralashmani ammiak bilan neytrallashtirish, bug'latish, donadorlash va quritish natijasida olinadi.

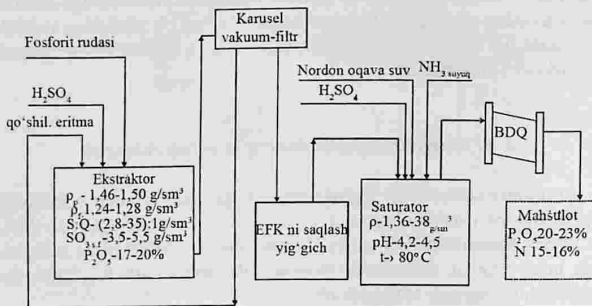
Ekstraksiyon fosfat va sulfat kislotalarni aralashtirish jarayonida sulfat kislotaning miqdori ortishi bilan aralashmaning zichligi va qovushqoqligi ortadi. Aralashmaning quyuvlashib qolishining oldini olish maqsadida unga ma'lum miqdorda suv qo'shiladi. Suv qo'shmagan holda ekstraksiyon fosfat kislotasi va sulfat kislotasi aralashmasini pH 4,3–4,8 gacha neytrallanganda ammoniy sulfat kristallari hosil bo'lib, qattiq faza cho'kmaga tushadi va aralashma quyuvlashadi, natijada navbatdagi jarayonlar murakkablashadi. Kislotalar aralashmasida bog'lanmagan sulfat kislotasi miqdori 30% ga yetgunga qadar aralashma quyuvlashmaydi va texnologik jarayon uchun qulay bo'lgan reologik xossaga ega bo'ladi.

Ammoniy sulfatfosfat ishlab chiqarish texnologiyasi quyidagi asosiy bosqichlardan iboratdir:

- ekstraksiyon fosfat kislotasi va nordon oqava suvi bilan sulfat kislotasini suyultirish va ma'lum nisbatdagi aralashmani tayyorlash;
- aralashmaning gaz holatidagi ammiak bilan neytrallashtirish;
- eritmaning barabanli donadorlagich-quritgichda donadorlash va quritish.

Ammoniy sulfatfosfat o'g'iti ishlab chiqarishning prinsiplik texnologik sxemasi 3.17- rasmda keltirilgan.

Texnologiyada sulfat kislotasini ekstraksiyon fosfat kislotasi va nordon oqava suvda suyultiriladi hamda gaz holatidagi ammiak bilan neytrallanadi. Suyultirish va aralashmani neytrallash jarayoni bitta uskuna – ekstraktorda olib boriladi. Bu esa o'z navbatida suyultirish va neytrallash jarayonida aralashma haroratining 100°C dan oshmasligini ta'minlaydi.

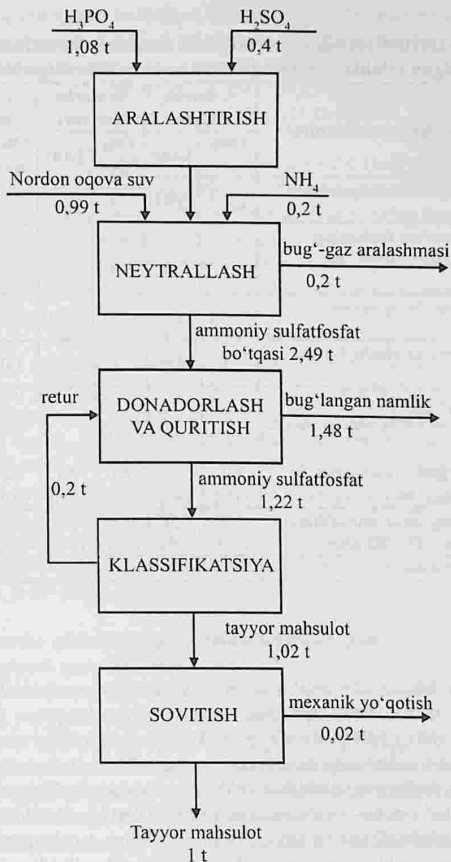


3.17- rasm. Ammoniy sulfatfosfat o'g'iti ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi.

Haroratning oshishi suvni qo'shimcha bug'lanishiga, aralashma konsentratsiyasining oshishiga va ammoniy sulfat kristallarining hosil bo'lishiga olib keladi. Bu esa texnologiyada aralashmani tashish, purkash va donadorlash jarayonida qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Maqbul sharoitda aralashma tarkibida 43–50% suv bo'lib, u barabanli donadorlagich-quritgichga beriladi va tayyor mahsulot – ammoniy sulfatfosfat o'g'iti olinadi. Ushbu o'g'itlarga qo'yilgan barcha talablar va ularning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari 3.5- jadvalda keltirilgan.

Ammoniy sulfatfosfatning tarkibidagi azot va fosforning nisbatlariga qarab 3 xil marka va 6 xil navda ishlab chiqarish texnologiyasi sanoat miqyosida o'zlashtirilgan va TSh 6–12:2006 texnik sharti talablari bo'yicha ishlab chiqarilmoqda. Ammoniy sulfatfosfatning A markasi oliy navi tarkibida 24% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> va 15% N bo'ladi. Mahsulot donalarining statistik mustahkamligi 56,4 kg/sm<sup>2</sup> yoki 5,6 MPa.

3.18- rasmda esa A navli ammoniy sulfatfosfatining moddiy balansi keltirilgan.



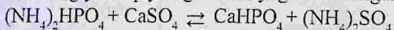
3.18- rasm. A navli ammoniy sulfatfosfat o'g'itining olish moddiy balansi.

**TSh 6–12:2006 texnik sharti bo'yicha ammoniy sulfatfosfatga  
qo'yilgan talablar va uning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari**

| Ko'rsatkichning nomlanishi  | A marka me'yori |             | B marka me'yori |             | V marka me'yori |             |
|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|   | Oliy nav        | I nav       | Oliy nav        | I nav       | Oliy nav        | I nav       |
| 1. Umumiy fosfatlarning massa ulushi, %                                   | 23±1            | 20±1        | 17±1            | 15±1        | 7±1             | 4±1         |
| 2. Suvda eruvchan fosfatning umumiy fosfatga nisbati, ko'pi bilan, %      | 50              | 50          | 50              | 50          | 50              | 50          |
| 3. Umumiy azotning massa ulushi, %  | 15±1            | 16±1        | 17±1            | 18±1        | 18±1            | 19±1        |
| 4. Suvning massa ulushi, ko'pi bilan, %                                   | 2,0             | 2,0         | 2,0             | 2,0         | 1,0             | 1,0         |
| 5. Donadorlik tarkibi:<br>O'lchamlar bo'yicha donalar massa ulushi:       |                 |             |                 |             |                 |             |
| 1 dan 4 mm gacha, kam emas, %   | 80              | 80          | 80              | 80          | 80              | 80          |
| 6 mm dan katta, ko'p emas, %  | yo'q            | yo'q        | yo'q            | yo'q        | yo'q            | yo'q        |
| 6. Donalarning statik mustahkamligi, kam emas, MPa (KPa/sm <sup>2</sup> ) | 3,0<br>(30)     | 3,0<br>(30) | 3,0<br>(30)     | 3,0<br>(30) | 3,0<br>(30)     | 3,0<br>(30) |
| 7. Sochiluvchanlik, %   | 100             | 100         | 100             | 100         | 100             | 100         |

### 5- §. Suprefos ishlab chiqarish

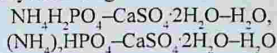
**Suprefos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** Suprefos o'g'iti olish texnologiyasi quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Ushbu reaksiya bo'yicha ekstraksiyon bo'tqa tarkibidan ekstraksiyon fosfat kislotaga va fosfogipsni alohida-alohida ajratmasdan, fosfogipsning ammoniy fosfatlari (mono- va diammoniy fosfat tuzlari) yordamida konversiya qilinib, dikalsiyfosfat va ammoniy sulfat olishga asoslangan. Bu esa fosfogipsni qayta ishlashning istiqbolli yo'nalishlaridan biridir.

Konversiya jarayonida boradigan reaksiyalarning to'g'ri va teskari yo'nalishlari bo'yicha 25–100°C oralig'ida termodinamik tahlil o'tkazil-

gan va ta'sirlashuvni keltirilgan harorat oralig'ida faqat to'g'ri reaksiya bo'yicha borishi mumkinligi aniqlangan. Gipsning ammoniy fosfat bilan konversiya qilish jarayonini o'rganish uchun



va



sistemalari komponentlarning turli xil mollar nisbatida va haroratida hamda ammoniy fosfatni ikki suvli gips bilan suvli sistemalari komponentlarining turli xil mollar nisbatida o'rganilgan.

Nazariy tadqiqotlar natijasi tahlilidan ma'lumki, gipsni yuqori konversiya darajasi (91–94%) ga pH=4,5 da 70°C harorat va komponentlar nisbatlari

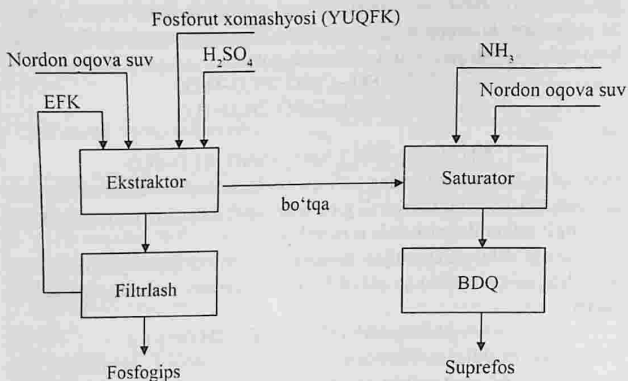


bo'lganda erishilgan. Haroratni oshirish konversiya darajasining kamayishiga, pH ning ortishi esa konversiya darajasini ko'tarilishiga olib keladi. Konversiya jarayoni davomiyligi 60 minut, pH=6–8 va harorat 60–80°C bo'lib, ushbu maqbul sharoitlarda konversiya darajasi 95–99% ni tashkil etadi. 60°C harorat va pH=8,5 da gips to'liq konversiyalanadi. Olingan azot-fosfor-oltingugurt-kalsiyli o'g'it tarkibida  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}} = 23\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ozl}} = 21,0\%$ ,  $\text{CaO}_{\text{umum}} = 17,70\%$ ,  $\text{CaO}_{\text{ozl}} = 17,50\%$ ,  $\text{SO}_{3\text{umum}} = 26,60\%$ ,  $\text{SO}_{3\text{se}} = 26,50\%$ , N=12,80% bo'ladi. Fosfat kislotali gips bo'tqasini pH=8,0 gacha neytrallaganda gipsning konversiya darajasi mahsulotning A navida 99,80%, B navida 92,40%, V navida 79,60% va G navida 86,10% ni tashkil etadi.

**Suprefos ishlab chiqarish texnologiyasi.** Suprefos ishlab chiqarish texnologiyasi quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

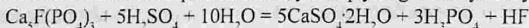
- fosforit xomashyosini sulfat kislotasi va aylanma ekstraksion fosfat kislotasi yordamida digidrat usulida parchalash;
- fosfat kislotali bo'tqani ikki qismga ajratish, uning bir qismini filtrlash hamda ekstraksion fosfat kislotasi va fosfogipsga ajratish;
- bo'tqaning ikkinchi qismini gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash va gipsni ammoniy fosfat bilan konversiyalash;
- konversiyalangan bo'tqani barabanli donadorlagich-quritgichda tayyor mahsulotga aylantirish.

Yuqoridagi kuydirilgan fosforit konsentratidan suprefos ishlab chiqarish texnologiyasi 3.19- rasmda keltirilgan.



3.19- rasm. Markaziy Qizilqumning yuvib kuydirilgan fosforit konsentratidan suprefos o'g'iti ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi.

Dastlab yuvib kuydirilgan fosforit konsentratini ( $P_2O_5=28-30\%$ ,  $CaO=54-56\%$  va  $CO_2=2-4\%$ ) digidrat usulida ekstraktorda sulfat kislotasi bilan parchalanadi. Keyin bir qism nordon bo'tqa karusel vakuum filtrga yo'naltirilib, fosfogips va ekstraksiyon fosfat kislotasiga ajratiladi. Ekstraksiyon fosfat kislotasi ekstraktorga qaytariladi. Bir qism fosfogipsni bo'tqadan chiqarib yuborilishiga sabab, fosforitni sulfat kislotasi bilan parchalashda, ya'ni quyidagi reaksiya bo'yicha:

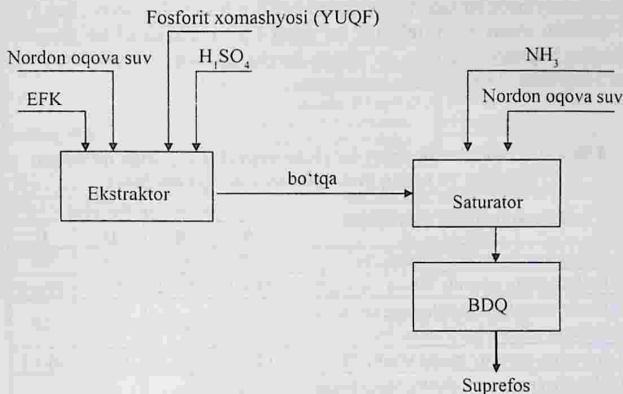


5 mol gipsga 3 mol ekstraksiyon fosfat kislotasi yoki ammiak bilan neytrallagandan so'ng 3 mol diammoniyfosfat hosil bo'ladi. Gipsni to'liq konversiya qilish uchun gips va diammoniyfosfatlari 1:1 nisbatda bo'lishi kerak. Shu sababli 2 mol gips sistemadan chiqariladi.

Ikkinchi qism ekstraksiyon bo'tqa saturatorga yo'naltiriladi va ammiak bilan  $pH=7,5-8,0$  gacha neytrallanadi. Ammoniyfoshlangan bo'tqa barabanli donadorlagich-quritgichda quritiladi va tayyor mahsulot – suprefos o'g'iti olinadi.

Markaziy Qizilqumning yuvib quritilgan fosforit konsentratidan supre-

fos o'g'iti ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi 3.20- rasmda keltirilgan.



**3.20- rasm. Markaziy Qizilqumni yuvib quritilgan fosforit konsratidan suprefos o'g'iti ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi.**

Dastlab yuvib quritilgan fosforit konsratini ( $P_2O_5=19-21\%$ ,  $CaO = 45-48\%$  va  $CO_2=10-12\%$ ) digidrat usulida sulfat kislotasi va aylanma ekstraksiya fosfat kislotasi bilan parchalanadi va nordon bo'tqa yuqorida keltirilgan texnologiyadan farqli ravishda to'g'ri saturatorga beriladi. Ekstraktorda fosforitni parchalash jarayonida ekstraksiya bo'tqa tarkibidagi fosfogich va ekstraksiya fosfat kislotasi nisbatlari



bo'lgan maqbul sharoitga keltiriladi. Saturatorida nordon bo'tqa nordon oqova suv bilan maqbul reologik xossaga keltirib olinadi va gaz holatidagi ammiak bilan  $pH=7-8$  gacha neytrallanadi. Barabanli donadorlagich-quritgichda neytrallangan bo'tqadan tayyor mahsulot olinadi.

Suprefos o'g'iti o'simlik tomonidan o'zlashtiriluvchan shakldagi bir necha ozuqa komponentlaridan (azot, fosfor, oltingugurt, kalsiy va mag-

niy tuzlari) tarkib topgan murakkab o'g'it bo'lib, tarkibida o'rtacha 45% gacha dikalsiyfosfat, 35% gacha ammoniy sulfat va 10–15% mono- va diammoniyfosfat bo'ladi. Ushbu murakkab o'g'it suprefos nomi bilan TSh 6–12:2006 texnik sharti talablari bo'yicha 4 xil markada ishlab chiqarilmoqda. Suprefos o'g'itiga qo'yilgan barcha talablar va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar 3.6- jadvalda keltirilgan.

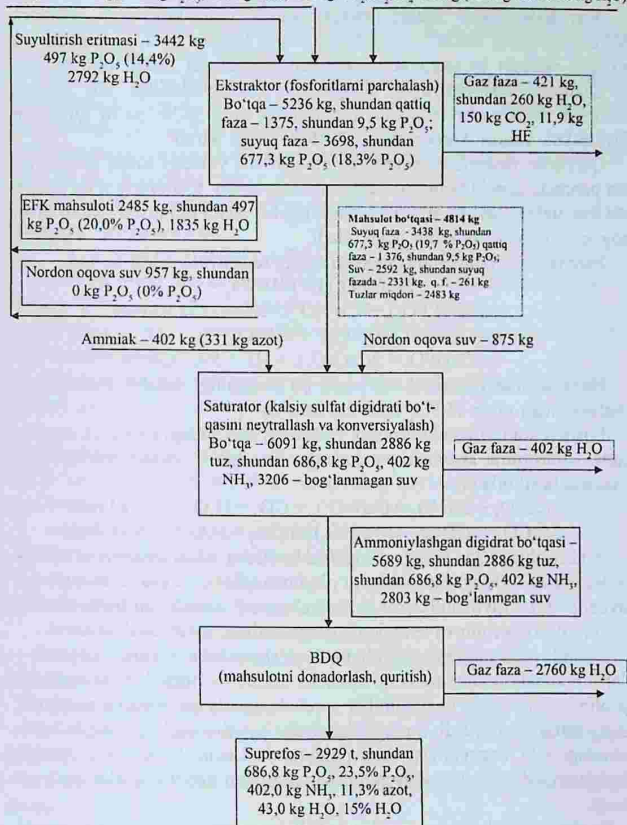
3.6- jadval

**TSh 6–12:2006 texnik shart bo'yicha suprefos o'g'itiga qo'yilgan talablar va uning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari**

| Ko'rsatkichning nomlanishi   | Markalar me'yori |         |         |         |
|--|------------------|---------|---------|---------|
|  | A                | B       | D       | E       |
| 1. Ozuqa komponentlar miqdori, %   | 75               | 67      | 65      | 60      |
| 2. Fosfatlarning umumiy massa ulushi, %                                    | 24 ± 1           | 20 ± 1  | 22 ± 1  | 20 ± 1  |
| 3. Suvda eruvchan fosfatlarning umumiy fosfatlarga nisbati, ko'p emas, %   | 25               | 25      | 25      | 25      |
| 4. Azotning umumiy massa ulushi, %   | 12 ± 1           | 15 ± 1  | 8 ± 1   | 10 ± 1  |
| 5. Magniyning massa ulushi, MgO hisobida, kam emas, %                      | 0,5              | 1,0     | 2,0     | 2,0     |
| 6. Kalsiyning massa ulushi, CaO hisobida, kam emas, %                      | 14               | 10      | 12      | 10      |
| 7. Oltinugurtning massa ulushi, SO <sub>3</sub> hisobida, kam emas, %      | 25               | 22      | 23      | 21      |
| 8. Suvning massa ulushi, ko'p emas, %                                      | 2,0              | 2,0     | 2,0     | 2,0     |
| 9. 1 % li eritmaning pH qiymati, kam emas, %                               | 5,5              | 5,5     | 5,5     | 5,5     |
| 10. Donadorlik tarkibi:  |                  |         |         |         |
| O'lchamlar bo'yicha donalar massa ulushi:                                  |                  |         |         |         |
| 1 dan 4 mm gacha, kam emas, %  | 90               | 90      | 90      | 90      |
| 1 mm dan kichik. ko'p emas%  | 10               | 10      | 10      | 10      |
| 6 mm dan katta. ko'p emas %  | yo'q             | yo'q    | yo'q    | yo'q    |
| 11. Donalarning statik mustahkamligi, kam emas, MPa (KPa/sm <sup>2</sup> ) | 3,0(30)          | 3,0(30) | 3,0(30) | 3,0(30) |
| 12. Sochiluvchanlik, %   | 100              | 100     | 100     | 100     |

Yuvib quritilgan fosforit konsentratidan suprefos o'g'itining A markasini ishlab chiqarish moddiy balansi 3.21- rasmda keltirilgan.

YUQF – 1000 kg (190 kg  $P_2O_5$ , 400 kg CaO, 150 kg  $CO_2$ ),  $H_2SO_4$  794 kg (734 kg MNG+60 kg  $H_2O$ )



3.21- rasm. A markali suprefos o'g'iti ishlab chiqarish moddiy balansi.

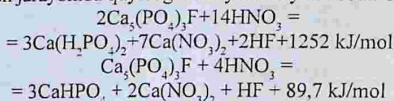
## 6- §. Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarish

**Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** Nitrokalsiyfosfat fosfatli xomashyoni nitrat kislota bilan parchalash va soʻngra olingan boʻtqani ammiak bilan neytrallash orqali olinadi.

Qizilqum fosforitlarining oʻziga xos xususiyatlaridan biri fosforit tarkibida karbonatlar ( $\text{CaCO}_3$ ) miqdorining koʻpligidir, yaʼni Qizilqum fosforitlari yuqori karbonatli fosforitlar turiga kiradi.

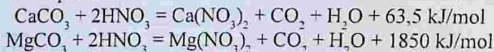
Qizilqum fosforitlari yetarli boʻlmagan meʼyordagi nitrat kislota bilan parchalanganda tabiiy fosfat tarkibidagi kalsiy fosfatning oʻrta tuzlari nordon tuzlarga aylanadi,  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining bir qismi esa nitrat ionlari bilan bogʻlanadi va kalsiy nitrat hosil qiladi.

Parchalanish jarayonida quyidagi asosiy reaksiyalar sodir boʻladi:



Nitrat kislota yetarlicha meʼyorda boʻlmaganligi sababli fosforit parchalanishidan erkin  $\text{H}_3\text{PO}_4$  hosil boʻlmaydi.

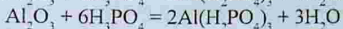
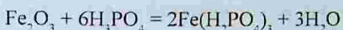
Fosfatli xomashyolar, xususan, fosforitlar tarkibidagi kalsiy va magniy karbonatlari nitrat kislotada parchalanganda tegishli nitratlar va karbonat anhidrid hosil qiladi:



Ajralib chiqadigan karbonat anhidrid boshlangʻich xomashyo tarkibidagi organik moddalar ishtirokida koʻpik hosil qiladi, bu esa texnologik jarayonda ayrim qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi hamda uni bartaraf etish uchun toʻgʻri yechim va texnologik oʻzgarishlar qilishni talab etadi.

Fosfatli ruda tarkibidagi karbonatli qoʻshimchalar – kalsit, dolomit – ularni parchalash jarayonida qoʻshimcha miqdorda nitrat kislota sarflashga olib keladi. Kalsit va dolomitlar parchalanganda qoʻshimcha miqdorda kalsiy nitrat hosil qiladi, u nitrokalsiyfosfat hajmini oshiradi hamda mahsulotdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  konsentratsiyasini pasaytiradi. Lekin, bu salbiy oʻzgarish hisoblanmaydi, chunki kalsiy nitratning oʻzi ham azotli oʻgʻitlar qatoriga kiradi.

Fosfatlar parchalanganda ular tarkibidagi temir va aluminiiy suvda amalda erimaydigan va oʻsimliklarga sekin oʻzlashadigan fosfatli tuzlarga aylanadi:

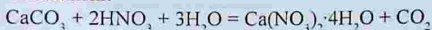


Aluminiy fosfatlari temir fosfatga nisbatan yaxshiroq eriydi va kislotalilik kam bo'lganda qattiq fazaga cho'kadi.

Tabiiy fosfatlar nitrat kislota bilan parchalanganda gaz fazasiga vodorod fluorid ajraladi. Nitrokalsiyfosfat olishda xomashyodagi barcha ftorning 20% atrofida gaz fazasiga ajralishi kuzatiladi.

Fosforitlarni nitrat kislotali parchalash jarayonlarini shartli ravishda bir qator parallel boradigan reaksiyalarga ajratish mumkin:

– yuqori tezlik bilan boradigan fosfatli xomashyo tarkibidagi karbonatlarning parchalanishi:



– fosforit nitrat kislota bilan aralastirilganda, birinchi navbatda, karbonatlar kislota bilan ta'sirlashadi:

– fosfatli xomashyoning fosfatli qismining fosfatli tuzlar hosil qilishi bilan parchalanishi;

– nitrokalsiyfosfat bo'tqasi tarkibidagi erkin kislotalilikni neytrallash – ammiak gazi bilan ammoniyashtirish:



**Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarish texnologiyasi.** Nitrokalsiyfosfat o'g'iti ishlab chiqarish texnologik jarayonlari quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

– fosfatli xomashyoni qabul qilish, saqlash va tashish;

– nitrat kislotali qabul qilish va saqlash;

– fosforit unini konsentrlanmagan nitrat kislotali nitrokalsiyfosfat bo'tqasi olish yo'li bilan parchalash;

– nitrokalsiyfosfat bo'tqasini bug'latish;

– bug'latilgan bo'tqani ammiak gazi bilan neytrallash va neytrallangan bo'tqani donadorlash;

– tayyor mahsulotni quritish;

– olingan mahsulotni fraksiyalarga ajratish va yirik fraksiyani maydalash;

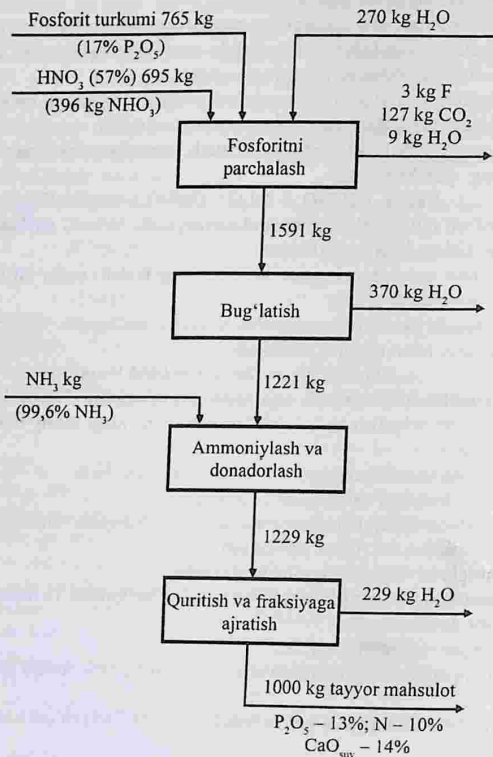
– fosfatli xomashyoni parchalashdan hosil bo'ladigan gazlarni absorbsiyalash;

– donadorlash va quritish jarayonlaridagi gazlarni tozalash;

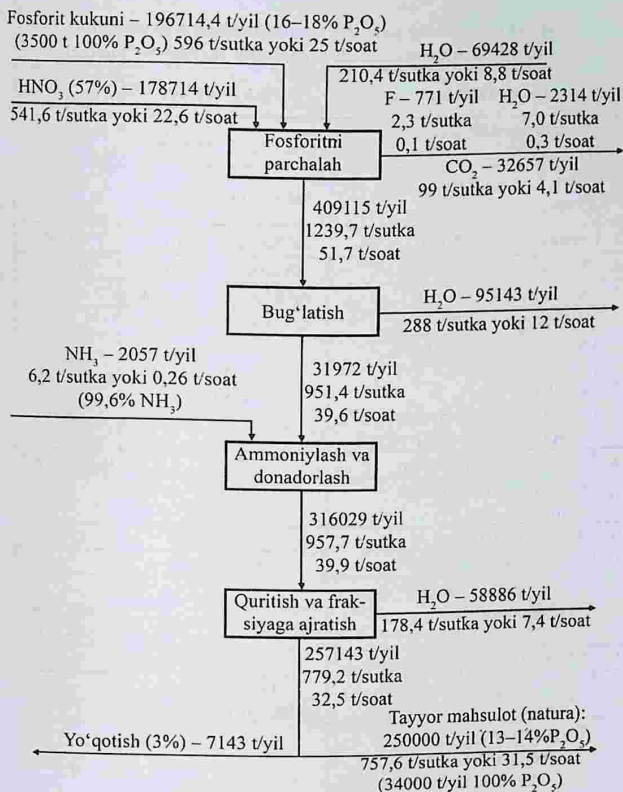
– santexnik tozalash;

– tayyor mahsulotni qadoqlash va omborga joylashtirish.

**Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarishning moddiy balansi.** Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarish jarayonining moddiy balansi va mahsulot birligi uchun balans sxemasi 3.22- va 3.23- rasmlarda ko'rsatilgan.



3.22- rasm. Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarish moddiy balansi.



3.23- rasm. Mahsulot birligi uchun nitrokalsiyfosfat olish balans sxemasi.

Nitrat kislotaning past me'yorida fosforit kukunidan nitrokalsiyfosfat o'g'iti olish texnologik tartibi me'yorlari 3.7- jadvalda keltirilgan.

**Nitrat kislotaning past me'yorida fosforit kukunidan  
nitrokalsiyfosfat o'g'iti olish texnologik tartibi me'yorlari**

| T/r | Ko'rsatkichlar nomi  | O'lchov birligi                       | Ko'rsatkichlar                  |
|-----|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1.  | Fosfatli xomashyo sarfi<br>(17% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )  | t/t tayyor mahsulot                   | 0,765                           |
| 2.  | Nitrat kislotasi (100% HNO <sub>3</sub> )<br>(57% HNO <sub>3</sub> )   | t/t tayyor mahsulot                   | 0,396<br>0,695                  |
| 3.  | Ammiak (99,6% NH <sub>3</sub> )  | t/t tayyor mahsulot                   | 0,008                           |
| 4.  | Texnik suv   | t/t tayyor mahsulot                   | 0,270                           |
| 5.  | Bug'latishga tabiiy gaz  | m <sup>3</sup> /t tayyor mahsulot     | 16                              |
| 6.  | BDQga tabiiy gaz   | m <sup>3</sup> /t tayyor mahsulot     | 24                              |
| 7.  | Nitrokalsiyfosfat bo'tqasi:<br>– harorati<br>– zichligi<br>– pH (ammoniy lashgacha)<br>– pH (ammoniy lashdan so'ng)  | °C<br>g/sm <sup>3</sup><br>–<br>–     | 50<br>1,4–1,5<br>0,8<br>3,8–4,2 |
| 8.  | Reaktor ichidagi vakuum  | MPa                                   | 0,001–0,002                     |
| 9.  | Bo'tqani ammoniy lashga<br>ammiaq  | MPa                                   | 0,4                             |
| 10. | Bo'tqa bug'latishga  | % namlik                              | 17–40                           |
| 11. | Bo'tqa bug'latishdan so'ng   | % namlik                              | 20                              |
| 12. | Yoqilg'i gazlari harorati:<br>– BDQga kirishda<br>– BDQdan chiqishda   | °C<br>°C                              | 300–350<br>90–110               |
| 13. | BDQni qizdirishga tabiiy gaz   | MPa                                   | 0,14                            |
| 14. | Retur qaytarligi   | 1 massa qism<br>mahsulotga massa qism | 1:5                             |
| 15. | Tayyor mahsulot:<br>1. Suvning massa ulushi<br>1. O'lchamli donachalar massa<br>qismi:<br>– 1 mm dan kichik, ko'p emas<br>– 1–4 mm li, kam emas<br>2. Sepilishi<br>3. To'kma (uyma) zichligi | %<br>%<br>%<br>%<br>t/m <sup>3</sup>  | 1,0<br>10<br>90<br>100<br>1,18  |

### *Nazorat savollari:*

1. Ammoniy fosfatlarining xossalarini ayting.
2. Ammoniy fosfatlar va ammofos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tushuntiring.
3. Diammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
4. Monoammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
5. Sanoatda ammofos qanday texnologik sxemalar asosida ishlab chiqariladi?
6. Changlatgichli quritgichda ammofos ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
7. Ammofos suspenziyasini bug'latish va donadorlash orqali ammofos ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
8. Tezkor ammoniyashtiruvchi bug'latgichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
9. Ammoniyashtiruvchi donadorlagichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
10. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich jihozi bilan donadorlangan ammofos olish sxemasini tushuntiring.
11. Donadorlangan diammmofos nima?
12. Ammofosfatlar qanday o'g'it va ular qanday olinadi?
13. Ammoniy poli- va metafosfatlarning olinish usullarini tushuntiring.
14. Tezkor oqimli reaktor tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

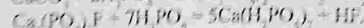
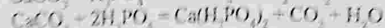
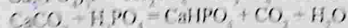
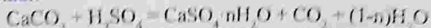
## **7-§. «PS-Agro» o'g'itini ishlab chiqarish**

**«PS-Agro» o'g'itini ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** «PS-Agro» o'g'iti past navli fosfat xomashyolarini sulfat va fosfat kislotalari bilan turli nisbatlarda parchalash va olingan bo'tqani ammiak bilan neytrallash orqali olinadi.

Markaziy Qizilqum fosfat xomashyolari tarkibida kaltsit, dolomit va boshqa karbonatli birikmalarning ko'pligi hamda kalsiy moduli yuqoriligi ularni qayta ishlash jarayonini murakkablashtiradi. Shu sababli o'zgacha xossalarga ega bo'lgan Markaziy Qizilqum fosforitlarni qayta ishlashda turli noan'anaviy texnologik jarayonlarni qo'llash katta samara beradi.

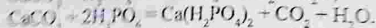
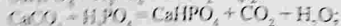
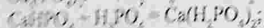
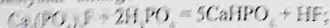
Markaziy Qizilqum yuqori karbonatli fosforitlarini kombinatsiyalangan shnekli reaktorda konsentrlangan sulfat kislotasining past me'yorida karbonatsizlantiriladi va qisman parchalanadi. Keyin kerakli me'yordagi fosfat kislotasi bilan ekstraktorda parchalab, tarkibida nordon kalsiy fosfat va sulfat tuzlaridan (monokalsiyfosfat, dikalsiyfosfat, kalsiy sulfat va b.)

iborat bo'lgan nordon bo'tqa olinadi. Unda quyidagi reaksiyalar amalga oshadi:

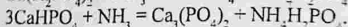
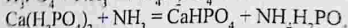
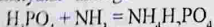


Sulfat kislotasi fosforit tarkibidagi karbonatli xomashyolar bilan faol reaksiyaga kirishib, ularni karbonatsizlantiradi va jarayon qattiq fazada olib borilganligi sababli ko'pik hosil bo'lmaydi. Unda sulfat kislotasi me'vori 30-70% oralig'ida monokalsiyfosfat hosil bo'lishiga hisoblab beriladi. Karbonatsizlantirish darajasi 80-90% ni tashkil etadi.

Keyingi bosqichda karbonatsizlantirilgan va qisman parchalangan fosforit xomashyosini ekstraksiyon fosfat kislotasi bilan parchalab asosan mono- va dikalsiyfosfatdan iborat bo'lgan bo'tqa olinadi va quyidagi reaksiyalar amalga oshadi:



Nordon bo'tqa gaz holatidagi ammiak bilan pH 3,5-3,8 neytrallanadi va ammoniy fosfatlar hosil bo'ladi. Neytrallash bosqichida quyidagi reaksiyalar amalga oshadi:



Asosan ammoniy fosfat, kalsiy fosfat va sulfat tuzlaridan iborat bo'lgan neytrallangan bo'tqa donador - quritish barabaniga beriladi.

**«PS-Agro» ishlab chiqarish texnologiyasi.** «PS-Agro» ishlab chiqarish texnologik jarayonlari quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

- fosforit xomashyolari, sulfat kislotasi va ekstraksiyon fosfat kislotalarini tashish, qabul qilib olish va saqlash;
- fosforit xomashyosining kombinatsiyalangan shnekli reaktorda konsentrlangan sulfat kislotasi bilan karbonatsizlantirish va qisman parchalash;
- fosforit xomashyosini fosfor kislotasi bilan to'liq parchalash;
- nordon bo'tqani ammiak bilan neytrallash;

- neytrallangan boʻtqani donadorlash quritish barabanida donadorlash va quritish;
  - olingan mahsulotni fraksiyalarga ajratish va yirik fraksiyalarni maydalash;
  - fosfatli xomashyolarni parchalash, donadorlash va quritish jara-yonlarida hosil boʻladigan gazlarni absorbsiyalash;
  - tayyor mahsulotlarni omborlarga joylash va ularni qadoqlash.
- «PS-Agro» oʻgʻitlarini 4 xil navi uchun texnik shartlar (TSh 6.6-33:2008) ishlab chiqilgan.

3.8-jadval

**TSh 6.6-33:2008 texnik sharti talablari**

| Koʻrsatkichlarning nomlanishi  | Navlar meʼyori |             |             |             |
|--|----------------|-------------|-------------|-------------|
|  | A              | B           | V           | G           |
| 1. Umumiy fosfatlar massa ulushi, %                                    | 41 ± 1         | 38 ± 1      | 34 ± 1      | 31 ± 1      |
| 2. Ammiakli azot massa ulushi, %                                       | 4±1            | 5±1         | 6±1         | 7±1         |
| 3. Kalsiyning massa ulushi, CaO ga hisoblaganda, %                     | 10+1           | 13±1        | 15±1        | 15+1        |
| 4. Oltinugurt massa ulushi, SO <sub>3</sub> ga hisoblaganda, kamida, % | 5              | 7           | 9           | 11          |
| 5. Suvning massa ulushi, koʻpi bilan, %                                | 2.0            | 2.0         | 2.0         | 2.0         |
| 6. 1 % li eritmaning pH koʻrsatkichi, kamida,%                         | 3,5            | 3,5         | 3,5         | 3,5         |
| 7. Granulometrik tarkib:<br>Donalarning kattalikdagi massa ulushi:     |                |             |             |             |
| 1 dan 4 mm gacha, kamida, %  | 90             | 90          | 90          | 90          |
| kamida 1 mm, %   | 10             | 10          | 10          | 10          |
| kamida 6 mm, %   | 100            | 100         | 100         | 100         |
| 8. Donalarning statik qattiqligi, kamida,MPa (kgf/sm <sup>2</sup> )    | 3,0<br>(30)    | 3,0<br>(30) | 3,0<br>(30) | 3,0<br>(30) |
| 9. Sochiluvchanlik, %  | 100            | 100         | 100         | 100         |

3.9-jadval

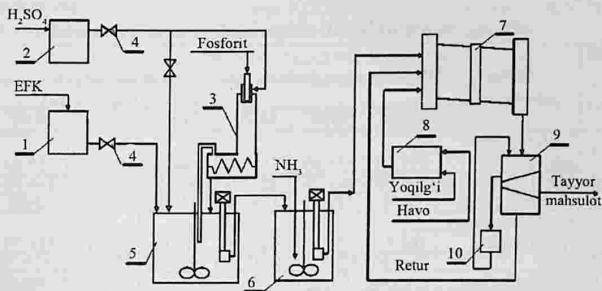
**Markaziy Qizilqum fosforitidan «PS-Agro» oʻgʻiti olishning maqbul texnologik omillar va komponentlar meʼyorlari**

| №  | Texnologik omillar va komponentlar nomi  | Koʻrsatkich |
|--|--|-------------|
| <b>Past navli fosforitlarni sulfat kislotasi bilan karbonatsizlantirish va qisman parchalash</b> |  |             |
| 1  | Sulfat kislotada konsentratsiyasi, mass. %   | 94,2        |
| 2  | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ga sulfat kislotada meʼyori, nis. % | 30–60       |
| 3  | Reaktorda boʻlish vaqti, min   | 0,5–2,0     |
| 4  | Reaksiyon aralashma harorati, °C   | 110–120     |
| 5  | 10 %-li suspenziya pH, 50 °C da  | 1,5–1,9     |

| Fosfat xomashyosini ekstraksiyon fosfor kislotasi bilan to'liq parchalash |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
| 6   | EFK konsentratsiyasi, mass. % $P_2O_5$   | 15–18                         |
| 7   | EFK harorati, °C   | 50–70                         |
| 8   | $Ca(H_2PO_4)_2$ ga EFK me'yori, nis. %   | 40–70                         |
| 9   | Reaktorda bo'tqaning bo'lish vaqti, h  | 2–3                           |
| 10  | Bo'tqaning harorati, °C  | 65–75                         |
| 11  | Nordon bo'tqa pH   | 1,5–1,9                       |
| 12  | Nordon bo'tqa zichligi 20 °C da, g/sm <sup>3</sup>   | 1,36–1,42                     |
| 13  | Asosiy ishlab chiqarishdagi nordon oqava sarfi, t/t  | do 0,531                      |
| Saturatorda neytrallash   |  |                               |
| 14  | Ammiak sarfi, t/t $P_2O_5$ umum  | 0,04-0,09                     |
| 15  | Ammonizatsiyalangan bo'tqa pH  | 3,3-4,0                       |
| 16  | Saturatordagi harorat, °C  | 80-90                         |
| 17  | Ammonizatsiyalangan bo'tqa zichligi, g/sm <sup>3</sup>   | 1,36-1,40                     |
| Donadorlash va quritish   |  |                               |
| 18  | Gaz sarfi, m <sup>3</sup> /h   | 800-1000                      |
| 19  | Havo sarfi, m <sup>3</sup> /h  | 20000-25000                   |
| 20  | Harorat, °C<br>- gazning BGS ga kirishida<br>- gazning BGS dan chiqishida<br>- mahsulotning BGS dan chiqishida, kamida | 550-700<br>±5 gacha<br>95-100 |
| 21  | O'g'itning quritishdan keyingi namligi, %, ko'pi bilan   | 2,0                           |

«PS-Agro» o'g'itini ishlab chiqarish prinsipial texnologik sxemasi va moddiy balansi. «PS-Agro» o'g'itini ishlab chiqarish prinsipial texnologik sxemasi 3.24-rasmda keltirilgan.

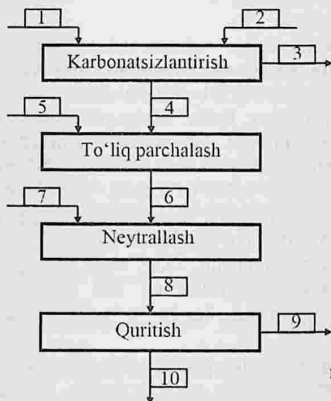
92–94%  $H_2SO_4$  (1) yig'gichdan (4) tuynukli o'lchagich orqali (3) kombinatsiyalangan shnekli reaktorga purkaladi va bir vaqtda karbonatsizlantirish va qisman parchalash uchun fosforit xomashyosi ham beriladi. Karbonatsizlantirilgan va qisman parchalangan fosforit xomashyosi ekstraktorga (5) beriladi va kerakli miqdorda (2) yig'gichdan (4) tuynukli o'lchagich orqali 18–22%  $P_2O_5$  konsentratsiyali ekstraksiyon fosfat kislotasi ham beriladi. Ekstraktordan nordon bo'tqa nasos orqali saturatorga (6) beriladi va gaz holatidagi ammiak bilan pH–3,2-3,5 gacha neytrallanadi. So'ngra neytrallangan bo'tqa donadorlash quritish barabaniga (7) beriladi. Quruq tayyor mahsulot maydalagich (9) va fraksiyalarga ajratgichga (10) boradi va 1–4 mm o'lchamli mahsulotlar tayyor mahsulot sifatida omborlarga jo'natiladi, 4mmdan katta donalar maydalagichga, 1mmdan kichik mayda fraksiyalar retur sifatida donadorlash quritish barabaniga (7) beriladi.



3.24-rasm. PS-Agro o'g'itini ishlab chiqarish texnologiyasining printsipl sxemasi:

1 –  $H_2SO_4$  yig'gich; 2 – EFK yig'gich; 3 – kombinatsiyalangan shnekli reaktor; 4 – sarf o'lchagich; 5 – ekstraktor; 6 – saturator; 7 – donodorlash quritish barabani; 8 – o'choq; 9 – maydalagich; 10 – fraksiyalarga ajratgich.

«PS-Agro» o'g'itining moddiy balansini hisoblash uchun ma'lumotlar 3.25-rasm va 3.10-jadvalda keltirilgan.



3.25-rasm. «PS-Agro» o'g'iti ishlab chiqarish moddiy balans sxemasi.

## «PS-Agro» o'g'iti ishlab chiqarishdagi moddiy balansi

| №  | Oqim nomlanishi                   | Boyitilmagan fosforit uni |                    |                    | Yuvib quritilgan fosforit konsentrat |                    |                    |
|----|-----------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
|    |                                   | 40/60 <sup>1</sup>        | 50/50 <sup>1</sup> | 60/40 <sup>1</sup> | 20/80 <sup>1</sup>                   | 30/70 <sup>1</sup> | 40/60 <sup>1</sup> |
| 1  | Fosforit xom-ashyosi <sup>2</sup> | 517,64                    | 535,95             | 555,65             | 494,17                               | 510,07             | 527,03             |
| 2  | Sulfat kislota <sup>3</sup>       | 138,88                    | 179,76             | 223,59             | 55,67                                | 86,19              | 118,74             |
| 3  | Chiqindi gazlar                   | 94,99                     | 119,57             | 138,64             | 36,82                                | 51,16              | 61,03              |
| 4  | Karbonatsizlantirilgan fosforit   | 561,53                    | 596,14             | 640,61             | 513,05                               | 545,11             | 584,79             |
| 5  | EFK <sup>4</sup>                  | 1533,67                   | 1323,29            | 1097,54            | 1674,39                              | 1512,24            | 1339,30            |
| 6  | Nordon bo'tqa                     | 2106,44                   | 1933,96            | 1756,32            | 2187,44                              | 2057,35            | 1924,09            |
| 7  | Gazsimon ammiak                   | 33,64                     | 38,64              | 43,68              | 25,52                                | 31,13              | 35,67              |
| 8  | Neytrallangan bo'tqa              | 2140,07                   | 1972,60            | 1800,00            | 2212,96                              | 2088,48            | 1959,76            |
| 9  | Bug'                              | 1140,07                   | 972,60             | 800,00             | 1212,96                              | 1088,48            | 959,76             |
| 10 | Tayyor mahsulot                   | 1000,00                   | 1000,00            | 1000,00            | 1000,00                              | 1000,00            | 1000,00            |

Izoh:

1.  $H_2SO_4$ /EFK nisbatlari;
2. Boyitilmagan fosforit uni – 16,44 %  $P_2O_5$ , Yuvib quritilgan fosforit konsentrati – 20,44 %  $P_2O_5$ ;
3.  $H_2SO_4$  konsentratsiyasi – 92,5 % mass.;
4. EFK konsentratsiyasi – 21,34 % mass.  $P_2O_5$ .

«PS-Agro» o'g'iti tuz tarkibi va asosiy ahamiyati. «PS-Agro» o'g'iti murakkab aralashmali kompleksli o'g'it bo'lib, tarkibida o'simlik tomonidan o'zlashtiriladigan shakldagi azot, fosfor, oltingugurt va kalsiy kabi qimmatli ozuqa komponentlari mavjud. «PS-Agro» o'g'iti 22,0–28,0%  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ , 15,0–21,0%  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  va  $CaHPO_4$ , 1,0–2,0%  $Ca_3(PO_4)_2$ , 15,0–28,0%,  $CaSO_4 \cdot H_2O$  2,5–3,5%  $(NH_4)_2SO_4$ , 18,5–22,0%  $NH_4H_2PO_4$ , hamda magniy, aluminiy, temir fosfat tuzlaridan tarkib topgan.

«PS-Agro» o'g'itining asosiy ahamiyati quyidagilardan iborat:

– kompleksli o'g'it tarkibida azot, oltingugurt, kalsiy bilan bir vaqtda fosforning mavjudligi nitrifikatsiya bakteriyalarining faol harakatini cheklaydi va azotning agrokimyoviy samaradorligi 20–30 % gacha ortadi hamda ta'sir muddati uzayadi;

– azot, fosfor, oltingugurt va kalsiy ozuqa moddalarining bir vaqtda o'g'it tarkibida bo'lishi, bir qism fosforning sekin eruvchan shaklda

mavjudligi «PS-Agro» o'g'itidagi  $P_2O_5$  agrokimyoviy samaradorligini 20–30 % ga oshiradi.

– fosforgia nisbatan ko'proq miqdorda azot ozuqa moddasiga talab bo'ladigan vegetatsiya davrida o'simliklar rivojlanishining maqbul sharoitini ta'minlaydigan o'g'it tarkibida yengil harakatlanuvchan, eruvchan (ammoniy sulfat, ammoniy fosfat) moddalarining mavjudligi;

– o'simliklarning ildiz tizimi va yer ustki qismi rivojlanishi fosfordan tashqari harakatchan faol kalsiy bo'lgan monokalsiyfosfat va dikalsiyfosfat fonida amalga oshadi;

– «PS-Agro» o'g'itini olishdagi texnologik jarayonda past navli yuqori karbonatli fosfat xomashyolarini ishlatish imkoniyati yaratiladi va fosfatli chiqindisi 20–60% ga kamayadi.

– «PS-Agro» o'zini tarkibidagi ozuqa komponentlari ( $P_2O_5$ , N) narxi boshqa an'anaviy o'g'itlarga nisbatan 20–30%ga arzon.

### **Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi**

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: azot-fosforli murakkab o'g'itlar va ularni ishlab chiqarish usullari bo'yicha **klasterlar tuzish**; azot-fosforli murakkab o'g'itlar turlari, xossalarini va ishlab chiqarish usullarini o'rganishda **insert usulidan** foydalanish; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveymlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Ammoniy fosfatlarining xossalarini ayting.
2. Ammoniy fosfatlar va ammofos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tushuntiring.
3. Diammoniy fosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
4. Monoammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
5. Sanoatda ammofos qanday texnologik sxemalar asosida ishlab chiqariladi?
6. Changlatgichli quritgichda ammofos ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
7. Ammofos suspenziyasini bug'latish va donadorlash orqali ammofos ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
8. Tezkor ammoniyashtiruvchi bug'latgichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
9. Ammoniyashtiruvchi donadorlagichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
10. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich jihozi bilan donadorlangan ammofos olish sxemasini tushuntiring.

11. Donadorlangan diammos fos nima.
12. Ammos fosfat o'g'itlari olish texnologiyasi va asosiy jihozlari tushuntiring.
13. Ammoniy polifosfatlar olish texnologiyasini tushuntiring.
14. Ammoniy sulfat o'g'itining fizik-kimyoviy asoslarini va olish texnologiyasini tushuntiring.
15. Suprefos o'g'itini ishlab chiqarishda fosfagips konversiyasi ximimizni tushuntiring.
16. Nitrokalsiyfosfat o'g'itining olishni texnologiyasi jarayonidagi kimyoviy reaksiyalar va asosiy jihozlari tavsifini bering.
17. «PS-Agro» o'g'itini olish texnologiyasini tushuntiring.

## IV BOB. AZOT-FOSFOR-KALIYLI MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

O'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalar turi va konsentratsiyasi qanchalik ko'p bo'lsa, ular shunchalik ahamiyatli bo'ladi. Turli ekinlar, tuproqlar, iqlim va boshqa sharoitlar uchun azot, fosfor va kaliyning miqdori va nisbati har xil bo'lgan murakab o'g'itlar talab etiladi. Ular  $N:P_2O_5:K_2O$  massalari nisbati bilan tavsiflanadi, masalan 1:1,5:0,5. Bunda ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdori tarzida ham ifodalanishi mumkin, masalan  $N+P_2O_5+K_2O = 36\%$ ; ayrim hollarda  $N:P_2O_5:K_2O$  ning massa bo'yicha foiz nisbati, masalan 12:18:6 yoki 12–18–6 shaklida ifodalanishi mumkin, bu sonlarning umumiy yig'indisi o'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdorini ko'rsatadi.

Uch komponentli 1:1:1; 1:1,5:1; 1:1:0,5; 1:1:1,5; 1:0,67:0,67 va ikki komponentli 1:4:0; 1:1:0; 0:1:1; 0:1;1,5 markali o'g'itlar eng ko'p ishlatiladi.

### 1- §. Nitroammofoska va karboammofoska ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari

Oldinroq ta'kidlab o'tilganidek, ammoniy fosfatlari asosida NP-o'g'itlari olinadi, ulardagi  $N:P_2O_5$  nisbati 1:2,5 dan 1:4 gacha o'zgaradi. Mahsulot donachalaridagi azot miqdori yuqori bo'lgan o'g'itlar olish maqsadida ammoniy fosfatlariga azot tutgan komponentlar, masalan ammoniy nitrat yoki karbamid qo'shiladi.

**Mahsulot turlari va xossalari.** Agar fosfatli komponent sifatida monoammoniyfosfat ishlatilgan bo'lsa, olingan mahsulot nitroammofos, diammoniyfosfat ishlatilgan bo'lsa, nitrodiammofos nomi bilan yuritiladi. Tarikibidagi  $P_2O_5$  ning bir qismi kondensirlangan shaklda bo'lsa, nitroammopolifosfatlar nomi bilan ataladi. Tarkibida kaliy tutgan komponentlar (aniqrog'i kaliy xlorid) kiritilganda turli xillardagi nitroammofoskalar olinadi. Ayrim hollarda esa azot tutgan komponent sifatida karbamid ishlatiladi. Bunda olinadigan mahsulot karboammofos (karboammofoska) nomi bilan ataladi. Ammo azotning amidli shakli samaradorligiga qaramasdan bunday sxemalardan keng qo'llanilmaydi.

Bu yerda asosiy e'tibor nitroammofos (nitroammofoska) texnologiyasi-ga qaratiladi. Nitroammofos va nitroammofoskaning tarkibi 4.1- jadvalda keltirilgan.

$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$  sistemasining eruvchanligi 4.1- rasmda aks ettirilgan. Sistemadagi evetika 12,5% (molyar)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  va 147,5°C haroratga muvofiq keladi. mazkur fazada  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  asosidagi qattiq eritma ham bo'ladi.

4.1- jadval

**Nitroammofos va nitroammofoskaning tarkibi  
(apatitdan olingan kislotasi asosida)**

| Komponentlar nisbati                                      |  | Tarkibi, % |                                 |                      |          |
|---|--|------------|---------------------------------|----------------------|----------|
| Mahsulotda<br>$\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ | Boshlang'ich aralashmada<br>$\text{NH}_4\text{NO}_3:\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4:\text{KCl}$ | N<br>umum. | $\text{P}_2\text{O}_5$<br>umum. | $\text{K}_2\text{O}$ | $\Sigma$ |
| Nitroammofos  |  |            |                                 |                      |          |
| 1:0,8:0   | 65:35:0  | 27,1       | 21,6                            | 0                    | 48,7     |
| 1:1:0   | 59:41:0  | 25,6       | 25,6                            | 0                    | 51,2     |
| 1:1,5:0   | 45:55:0  | 22,5       | 33,8                            | 0                    | 56,3     |
| 1:2,2:0   | 30:70:0  | 19,0       | 43,1                            | 0                    | 62,1     |
| Nitroammofoska  |  |            |                                 |                      |          |
| 1:0,67:0,67   | 54:23:23   | 21,6       | 14,5                            | 14,5                 | 50,6     |
| 1:1:1   | 42:29:29   | 18,2       | 18,2                            | 18,2                 | 54,6     |
| 1:1,5:1   | 34:40:26   | 16,6       | 24,9                            | 16,6                 | 58,1     |
| 1:1,5:1,5   | 30:35:35   | 14,7       | 22,2                            | 22,2                 | 59,1     |

Nitroammofos suvli eritmasi bug' bosimining haroratga bog'liqligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

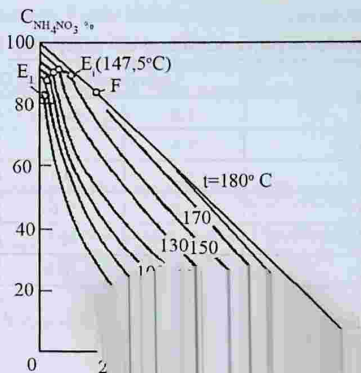
$$\lg P = A - \frac{2000}{T},$$

bunda:  $A$  – eritmadagi suv miqdoriga bog'liq holdagi koeffitsiyent (4.2-jadval);  $T$  – harorat, °K.

$\text{N:P}_2\text{O}_5$  nisbati 1:1 bo'lganda nitroammofos suyuqlanmasining zichligi harorat bilan quyidagicha bog'liq bo'ladi:

$$\rho = 3938 - 1088 \lg t.$$

Nitroammofos suyuqlanmasining qovushqoqligi 160–180°C harorat intervalida faqatgina toza tuzlar (k.t.) uchun o'rganilgan. Asosiy natijalar 4.3- jadvalda keltirilgan.



4.1- rasm.  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  diagrammasi (F – ev)

**Nitroammofos e.  
aniqlash uchun teng.**

| Tuzlar tarkibi, %        |                                    |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$ | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | 35   | 30   |      |      |      |
| –                        | 100,0                              | 8,11 | –    | –    | –    | –    |
| 30,0                     | 70,0                               | 8,07 | 8,06 | –    | –    | –    |
| 50,0                     | 50,0                               | 8,04 | 8,02 | 7,96 | 7,79 | 7,56 |
| 58,0                     | 42,0                               | 8,03 | 8,01 | 7,92 | 7,76 | 7,53 |
| 70,0                     | 30,0                               | 8,01 | 7,98 | 7,90 | 7,68 | 7,42 |
| 90,0                     | 10,0                               | 7,99 | 7,96 | 7,83 | 7,63 | 7,31 |
| 100,0                    | –                                  | 8,18 | 8,17 | 8,16 | 8,13 | 8,09 |

Nitroammofos va nitroammofoska universal o'g'it bo'lib, turdagi o'simliklar uchun ishlatiladi. Iste'molchiga yuborishdan roammofos va nitroammofoskaning gigroskopikligi va yopishqoq maytirish uchun konditsionirlanishi zarur bo'ladi.

## Nitroammofos suyuqlanmasining qovushqoqligi (mPa·s)

| Harorat, °C | Aralashmadagi N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> nisbati |       |       |
|-------------|---|-------|-------|
|             | 1:1   | 1:0,8 | 1:0,5 |
| 180         | 9,4   | 9,2   | 7,7   |
| 175         | 9,5   | 9,3   | 7,9   |
| 170         | 9,8   | 9,6   | 8,0   |
| 165         | 10,7  | 10,1  | 8,3   |
| 160         | –   | 10,8  | 8,3   |

Bunday o'g'itlarning fizik-mexanik xossalari 4.4- jadvalda ifodalangan.

## Nitroammofos va nitroammofoskaning fizik-mexanik xossalari

| N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O nisbati | Nam-<br>ligi,<br>% | To'kma<br>zichligi,<br>kg/m <sup>3</sup> | Tabiiy<br>og'ish<br>burcha-<br>gi, grad | Yopishqoqligi,<br>MPa | Donachalar<br>mustahkamligi,<br>N/donacha |      |
|---|--------------------|--|---|-----------------------|---|------|
|   |                    |  |   |                       | 1 mm                                      | 2 mm |
| 1:1:0   | 1,48               | 970                                      | 56                                      | 0,50                  | 1,1                                       | 4,0  |
| 1:1,5:2   | 0,30               | 1060                                     | 60                                      | 0,27                  | –   | 2,0  |
| 1:1:1   | 0,20               | 1000                                     | 63                                      | 0,22                  | 8,2                                       | 35,0 |

Sanoatda 18–18–18 va 23–23–0 navlardagi karbamidli o'g'itlar ham ishlab chiqariladi. Karboammofoskaning fizik-mexanik xossalari 4.5- jadvalda ifodalangan bo'lib, 1:1:1 tarkibli karboammofoskaning fizik-mexanik xossalari talab darajasiga javob bermaydi: gigroskopikligi yuqori, 1%dan ortiq namlikda yopishib qoladi. Tarkibida ko'p miqdorda azot tutgan mahsulotlarda yopishqoqlik xususiyati ortib borishi kuzatiladi. Karboammofosni (karboammofoskani) iste'molchiga yuborishdan oldin konditsionirlanadi.

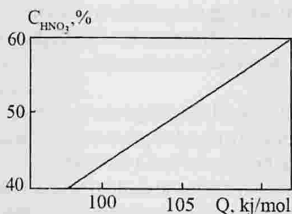
**Ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** Nitroammofos texnologiyasi fosfat va nitrat kislotalar aralashmasini ammiak bilan neytrallash jarayoniga asoslangan. Kislotalar alohida-alohida neytrallanishi va suspenziyalarni aralashtirilishi yoki kislotalarni oldindan aralashtirilishi va

neytrallanishi mumkin. Fosfat kislotani ammiak bilan neytrallash ammosfos ishlab chiqarish jarayonida bayon etilgan. Nitrat kislotani ammiak bilan neytrallanganda qo'shimcha mahsulotlarsiz amalda ammoniy nitrat hosil bo'ladi. Nitrat kislotani ammiak bilan neytrallashda ajralib chiqadigan issiqlik 4.2- rasmda ifodalangan.

4.5- jadval

18–18–18 navdagi karboammoskaning fizik-mexanik xossalari

| Olish sxema turlari                     | Gigroskopiklik koeffitsiyenti | Namligi, %   | Yopishqoqligi, % | Donachalar mustahkamligi, MPa |
|---|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| Changlatuvchi quritgichli sxema         | 14,9                          | 0,37<br>1,11 | 0<br>82,0        | –<br>–                        |
| Baraban-donadorlagich jihozli sxema     | 4,0                           | 0,58<br>1,24 | 0<br>18,8        | 3,8<br>–                      |
| Barabanli sxema:<br>tashqi qizdirgichli | 6,4                           | 0,58<br>2,93 | 0<br>100         | 3,6<br>0,9                    |
| ichki qizdirgichli                      | 6,8                           | 0,71<br>1,1  | 7,6<br>16,0      | 3,6<br>3,3                    |



4.2- rasm. Nitrat kislotani ammiak bilan neytrallash reaksiyasining issiqlik effekti (101,3 kPa absolut bosim va 18°C haroratda)

Reaksiya issiqligi eritmadan suvni bug'latadi, bu esa ammoniy nitratning yuqori konsentratsiyali eritmasi hosil bo'lishiga olib keladi (4.3-rasm). Agar kislota konsentratsiyasi 58% HNO<sub>3</sub> dan ortsa, neytrallizatorida harorat keskin darajada ortadi va bu nitrat kislotaning parchalanishiga olib keladi.

## Nitroammofos suyuqlanmasining qovushqoqligi (mPa·s)

| Harorat, °C | Aralashmadagi N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> nisbati |       |       |
|-------------|---|-------|-------|
|             | 1:1   | 1:0,8 | 1:0,5 |
| 180         | 9,4   | 9,2   | 7,7   |
| 175         | 9,5   | 9,3   | 7,9   |
| 170         | 9,8   | 9,6   | 8,0   |
| 165         | 10,7  | 10,1  | 8,3   |
| 160         | –   | 10,8  | 8,3   |

Bunday o'g'itlarning fizik-mexanik xossalari 4.4- jadvalda ifodalangan.

## Nitroammofos va nitroammofoskaning fizik-mexanik xossalari

| N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O nisbati | Nam-<br>ligi,<br>% | To'kma<br>zichligi,<br>kg/m <sup>3</sup> | Tabiiy<br>og'ish<br>burcha-<br>gi, grad | Yopishqoqligi,<br>MPa | Donachalar<br>mustahkamligi,<br>N/donacha |      |
|---|--------------------|--|---|-----------------------|---|------|
|   |                    |  |   |                       | 1 mm                                      | 2 mm |
| 1:1:0   | 1,48               | 970                                      | 56                                      | 0,50                  | 1,1                                       | 4,0  |
| 1:1.5:2   | 0,30               | 1060                                     | 60                                      | 0,27                  | –   | 2,0  |
| 1:1:1   | 0,20               | 1000                                     | 63                                      | 0,22                  | 8,2                                       | 35,0 |

Sanoatda 18–18–18 va 23–23–0 navlardagi karbamidli o'g'itlar ham ishlab chiqariladi. Karboammofoskaning fizik-mexanik xossalari 4.5- jadvalda ifodalangan bo'lib, 1:1:1 tarkibli karboammofoskaning fizik-mexanik xossalari talab darajasiga javob bermaydi: gigroskopikligi yuqori, 1%dan ortiq namlikda yopishib qoladi. Tarkibida ko'p miqdorda azot tutgan mahsulotlarda yopishqoqlik xususiyati ortib borishi kuzatiladi. Karboammofosni (karboammofoskani) iste'molchiga yuborishdan oldin konditsionirlanadi.

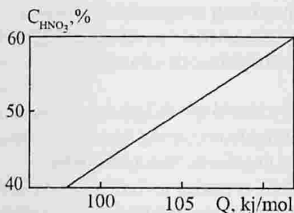
**Ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** Nitroammofos texnologiyasi fosfat va nitrat kislotalar aralashmasini ammiak bilan neytrallash jarayoniga asoslangan. Kislotalar alohida-alohida neytrallanishi va suspenziyalarni aralastirilishi yoki kislotalarni oldindan aralastirilishi va

neytrallanishi mumkin. Fosfat kislotani ammiak bilan neytrallash ammosfos ishlab chiqarish jarayonida bayon etilgan. Nitrat kislotani ammiak bilan neytrallanganda qo‘shimcha mahsulotlarsiz amalda ammoniy nitrat hosil bo‘ladi. Nitrat kislotani ammiak bilan neytrallashda ajralib chiqadigan issiqlik 4.2- rasmda ifodalangan.

4.5- jadval

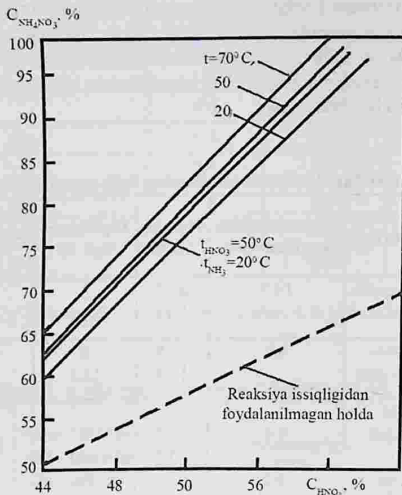
18–18–18 navdagi karboammoskaning fizik-mexanik xossalari

| Olish sxema turlari                     | Gigroskopiklik koeffitsiyenti | Namligi, %   | Yopishqoqligi, % | Donachalar mustahkamligi, MPa |
|---|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------------------|
| Changlatuvchi quritgichli sxema         | 14,9                          | 0,37<br>1,11 | 0<br>82,0        | –<br>–                        |
| Baraban-donadorlagich jihozli sxema     | 4,0                           | 0,58<br>1,24 | 0<br>18,8        | 3,8<br>–                      |
| Barabanli sxema:<br>tashqi qizdirgichli | 6,4                           | 0,58<br>2,93 | 0<br>100         | 3,6<br>0,9                    |
| ichki qizdirgichli                      | 6,8                           | 0,71<br>1,1  | 7,6<br>16,0      | 3,6<br>3,3                    |



4.2- rasm. Nitrat kislotani ammiak bilan neytrallash reaksiyasining issiqlik effekti (101,3 kPa absolut bosim va 18°C haroratda)

Reaksiya issiqligi eritmadan suvni bug‘latadi, bu esa ammoniy nitratning yuqori konsentratsiyali eritmasi hosil bo‘lishiga olib keladi (4.3- rasm). Agar kislota konsentratsiyasi 58% HNO<sub>3</sub> dan ortsa, neytrallizatorida harorat keskin darajada ortadi va bu nitrat kislotaning parchalanishiga olib keladi.



4.3- rasm. Reaksiya issiqligidan foydalanilganda olinadigan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi konsentratsiyasining reagentlar harorati turlicha bo'lganda nitrat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi (issiqlik yo'qotilishi 3% atrofida deb olinadi).

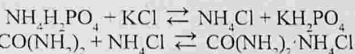
Nitroammofos suyuqlanmasiga kaliy xlorid qo'shilganda sistemada almashinish reaksiyasi sodir bo'ladi. Ammoniy nitratning konversiya darajasi boshlang'ich komponentlar nisbatiga bog'liq bo'ladi (4.6- jadval).

Tarkibida karbamid tutgan kompleks o'g'itlar texnologiyasida boshlang'ich fosfat kislotaga yoki bo'tqaga (kislota neytallanishidan olinadigan) donadorlash bosqichida karbamid qo'shiladi. Birinchi holatda olinadigan mahsulot *karbofos*, ikkinchisida olinadigan mahsulot esa *karboammofos* deb ataladi. Mahsulotlar va yarim mahsulotlarning fizik-mexanik xossalari talab darajasida bo'lmaganligi (yuqori gigroskopikligi) tufayli sanoatda karbofosfatlar ishlab chiqarishni cheklaydi. Karbamidli shakldagi o'g'itlar dunyo miqyosida karboammofos va karboammofoska tarzida yuritiladi.

$\text{NH}_4, \text{K} \parallel \text{NO}_3, \text{H}_2\text{PO}_4, \text{Cl}$  sistemadagi muvozanat  
bo'yicha ma'lumotlar

| Boshlang'ich aralashma tarkibi, %                 |                                    |      | Mazkur fazalarning yo'qolish harorati | Ammoniy nitrat konversiya darajasi, % |                          | Oxirgi aralashma tarkibi, % |                                    |      |                |
|---|------------------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------|----------------|
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                          | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | KCl  |                                       | mak-simal mumkin                      | tahlil natijasi bo'yicha | $\text{NH}_4\text{NO}_3$    | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | KCl  | $\text{KNO}_3$ |
| N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 1,54:1 nisbatda |                                    |      |                                       |                                       |                          |                             |                                    |      |                |
| 58,1  | 24,9                               | 17,0 | 176,5                                 | 31                                    | 30,8                     | 40,2                        | 24,9                               | 12,1 | 22,8           |
| 59,5  | 25,5                               | 15,0 | 162,0                                 | 27                                    | 25,0                     | 43,5                        | 25,5                               | 10,7 | 20,3           |
| 63,0  | 27,0                               | 10,0 | 165,0                                 | 17                                    | 14,0                     | 52,3                        | 27,0                               | 7,2  | 13,6           |
| 65,5  | 28,5                               | 5,0  | 166,0                                 | 8                                     | 9,0                      | 61,1                        | 28,5                               | 3,7  | 6,7            |
| N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 1:1 nisbatda    |                                    |      |                                       |                                       |                          |                             |                                    |      |                |
| 48,1  | 34,9                               | 17,0 | 176,5                                 | 38                                    | 34,0                     | 29,9                        | 34,9                               | 12,2 | 23,0           |
| 48,7  | 35,3                               | 16,0 | 178,0                                 | 35                                    | 33,0                     | 31,5                        | 35,3                               | 11,5 | 21,7           |
| N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,44:1 nisbatda |                                    |      |                                       |                                       |                          |                             |                                    |      |                |
| 26,1  | 60,9                               | 13,0 | 183,0                                 | 53                                    | 47,0                     | 12,2                        | 60,9                               | 9,3  | 17,6           |
| 27,0  | 63,0                               | 10,0 | 182,8                                 | 40                                    | 36,0                     | 16,3                        | 63,0                               | 7,2  | 13,5           |
| 28,5  | 66,5                               | 5,0  | 186,0                                 | 19                                    | 16,0                     | 23,1                        | 66,5                               | 3,7  | 6,7            |

Ammoniy fosfatlari va karbamid (va kaliy xlorid) asosidagi murakab o'g'itlar karboammofos (karboammofoska) deb ataladi. Belgilangan tarkibdagi komponentlar aralashtirilganda quyidagi kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi:



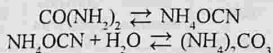
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{NH}_4\text{Cl}$  qo'shtuzning hosil bo'lishi  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{NH}_4\text{Cl} - \text{H}_2\text{O}$  sistemasi eruvchanligini o'rganish orqali aniqlangan va rentgenofazali tahlil natijasida tasdiqlangan. Qo'shtuz mahsulotlarning fizik-mexanik xossalriga ta'sir ko'rsatadi, ularning yopishqoqligini oshiradi.

Qo'shtuz hosil bo'lish darajasiga boshlang'ich mahsulotlarning kontaktlanish vaqti, harorat, suv miqdori, maydalanish darajasi ta'sir ko'rsatadi. Haroratning 115°C gacha oshirilishi, shuningdek kontaktlanish vaqtining oshirilishi qo'shtuz hosil bo'lishini kamaytiradi. Namlik 5% bo'lganda qo'shtuz erishi va parchalanishi aniqlangan. Sanoat sharoitida olingan kar-

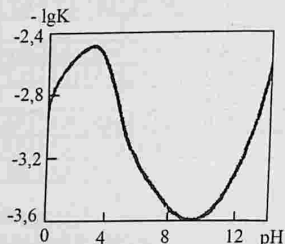
boammofoskaning tuzli tarkibi: 22,6% KCl; 12,4%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 21,4%  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ; 24,3%  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ; 0,9%  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{NH}_4\text{Cl}$ ; 3,8%  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ; 0,9%  $\text{H}_2\text{O}$  bo'ladi.

Karboammofos va karboammofoska texnologiyasining fizik-kimyoviy tahlili  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$  va  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$  sistemalarini o'rganishga asoslangan.

Karbamid suvli eritmada o'z-o'zidan izomerlanish bilan bir vaqtda gidrolizlanadi:



Karbamid gidrolizi tezlik konstantasi eritma harorati va konsentratsiyasiga, pH muhitga, boshqa komponentlarning bo'lishiga bog'liq bo'ladi. Eritma suyultirilganda va uning harorati oshirilganda gidroliz tezligi ortadi. Gidroliz tezligining pH muhitga bog'liqligi 4.4- rasmda aks ettirilgan.

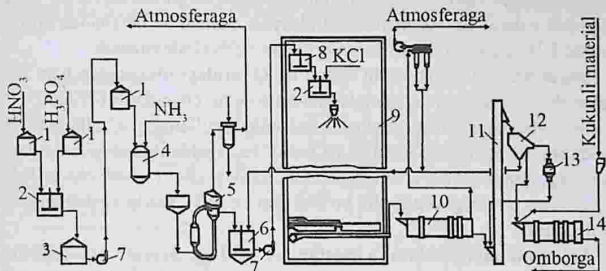


4.4- rasm. Karbamid gidroliz tezligi konstantasining 100°C haroratdagi boshlang'ich eritma pH muhitiga bog'liqligi.

Fosfat kislotasi ishtirokida gidroliz tezligi konstantasi 40 martadan ko'p ortadi. Fosfat kislotali aralashmada 100°C haroratda karbamidning parchalanish darajasi 25 minutlik kontaktlanish vaqtida 5% ni tashkil etadi. Monoammoniyfosfat ham suvli eritmada karbamidning parchalanish darajasini oshiradi va o'simliklar uchun zararli bo'lgan parchalanish mahsulotlarini hosil qiladi. Yuqoridagi komponentlardan farqli o'laroq kaliy xlorid karbamidning parchalanish darajasini pasaytiradi. Bunda gaz fazasiga faqatgina karbonat anhidrid chiqib ketadi, ammiak esa monoammoniyfosfatga bog'lanadi.

**Ishlab chiqarish usullari va parametrlari.** Nitroammofos (nitroammofoska) olishning sanoatdagi usullari bir-biridan keskin farqlanmaydi va ular ikkita turga: suyuqlanmani qayta ishlashga va eritmani qayta ishlashga asoslangan usullarga bo'linadi.

**Suyuqlanmani qayta ishlashga asoslangan usullar.** Suyuqlanmani qayta ishlashga asoslangan usul kislotalar aralashmasini birgalikda neytrallash, boʻtqani bugʻlatish va suyuqlanmani donadorlashni oʻz ichiga oladi. Suyuqlanmani minorada donadorlash yoʻli bilan nitroammofoska olish texnologik sxemasi 4.5- rasmda tasvirlangan.



4.5- rasm. **Suyuqlanmani minorada donadorlash yoʻli bilan nitroammofoska olish texnologik sxemasi:**

1, 8 – taʼminlovchi baklar; 2 – aralastirgich; 3, 6 – rezervuarlar; 4 – neytrallagich; 5 – bugʻlatgich jihoz; 7 – nasoslar; 9 – donadorlash minorasi; 10 – sovitkich baraban; 11 – elevator; 12 – elak; 13 – tegirmon; 14 – kukunlash barabani.

Taʼminlovchi baklardan 54%  $P_2O_5$  konsentratsiyali fosfat kislotasi va 47% li nitrat kislotasi neytrallagichga beriladi. Kislotalar aralashmasi gaz holatidagi ammiak bilan neytrallanadi. Bunda eritma pH koʻrsatkichi 2,8–3,2 oraligʻida ushlab turiladi, eritma tarkibida faqat monoammoniyfosfat (31% atrofida) va ammoniy nitrat (44% atrofida) boʻladi.

Neytrallangan va reaksiya issiqligi hisobiga qisman bugʻlangan 115–120°C haroratdagi 1,55 g/sm<sup>3</sup> zichlikka ega boʻlgan boʻtqa bir korpusli bugʻlatgich jihoziga kelib tushadi, jihozning qizdirish yuzasi 150 m<sup>2</sup>, bugʻ bosimi 1,2–1,5 MPa. Tarkibida 40,7%  $NH_4H_2PO_4$ , 57,5%  $NH_4NO_3$  va 1,8%  $H_2O$  boʻlgan bugʻlatishdan olingan 170°C haroratdagi suyuqlanma donadorlash minorasi yuqori qismiga oʻrnatilgan yigʻgich bakka beriladi.

Shundan soʻng suyuqlanma oʻz-oʻzicha oqib 250–300 ayl/min tezlikda aylanadigan donadorlash qurilmasiga tushadi va undan donadorlash minorasiga oʻtadi. Minoradan tushayotgan donachalar ventilator orqali beri-

ladigan (rasmda ko'rsatilmagan) havo oqimi bilan sovutiladi. 90°C haroratdagi donachalar minora ostiga tushadi, u yerdan tasma transportyor orqali barabanga uzatiladi, u yerda 40–45°C haroratgacha sovutiladi. Suyuqlanmadagi namlik 3,6–4,0% dan ko'p bo'lsa, minora ostiga ko'p miqdorda donadorlanmagan mahsulot tushadi, uning sovushi natijasida massa bir-biriga yopishib qoladi. Tayyor mahsulot fraksiyasi elanadi va barabanda infuzor tuproq bilan (mahsulot massasiga nisbatan 3,5%) kukunlanadi.

Suyuqlanmani donadorlash uchun BDQ turidagi jihozlardan ham foydalanish mumkin, bunda suyuqlanma retur bilan changlatib beriladi.

Suyuqlanmani donadorlashga asoslangan usullarning afzalliklari chiqindi gazlari hajmining kamligi va tashqi retur ishlatilmasligidadir. Jaryonning kamchiligi esa cheklangan markalardagi o'g'it ishlab chiqarilishi, diammoniy tarzidagi o'g'it olib bo'lmasligi va kaliy xlorid kiritishning qiynligidadir.

**Eritmani qayta ishlashga asoslangan usullar.** Bunday usullarga kislotalarni alohida-alohida neytrallash va so'ngra bo'tqani AD, ikki valli aralastirgich yoki BDQda qayta ishlash kiradi.

Ammoniyashtirgich-donadorlagich yordamida nitroammofoska ishlab chiqarish texnologik sxemasi 4.6- rasmda tasvirlangan.

Ammiakli selitranning olingan suyuqlanmasi ammoniyash-donadorlagichga yuboriladi.

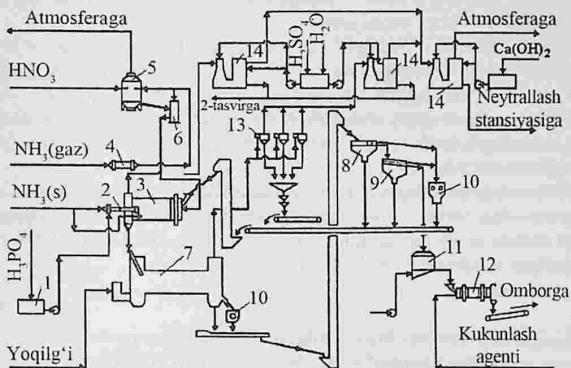
Neytrallagich va konsentratorda hosil bo'ladigan gaz-bug' aralashmasi ammiak va ammoniy nitratdan tozalangach atmosferaga chiqarib yuboriladi.

52–54%  $P_2O_5$  konsentratsiyali bug'latilgan ekstraktsion fosfat kislota ta'minlagichdan oqimli reaktorga tushadi, u yerda gaz holatidagi ammiak bilan  $NH_3:H_3PO_4$  mol nisbati 0,7 ga qadar neytrallanadi. Shu bilan bir vaqtda oqimli reaktorga absorbsiya tizimi oqavalari beriladi, natijada boshlang'ich fosfat kislota konsentratsiyasi 48%  $P_2O_5$  ga qadar pasayadi.

Nitroammofoska donachalarining shakllanishi ammoniyash-donadorlagichda amalga oshadi, u yerga bir vaqtda ammiakli selitra suyuqlanmasi, suyuq ammiak (rasmda ko'rsatilmagan), kaliy xlorid va retur beriladi.

Suyuq moddalar changlanib quriydi va donachalar bir necha bor ammiakli selitra eritmasi va ammoniy fosfatlari bo'tqasi bilan yopishib kattalashadi. Bunda kaliy xlorid zarrachalari ammoniy nitrat bilan almashinish reaksiyasiga kirishadi, shuningdek, hosil bo'layotgan donachalarga birika-

di. Shu bilan bir paytda ammoniy fosfatlari boʻlqasi  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  mol nisbati 1,04 ga qadar qoʻshimcha ammoniylanadi, bu esa ammoniy fosfatlari tuzlarining eruvchanligi kamayishiga olib keladi va ularning donachalar sirtida kristallanishini hamda donachalarning yiriklashishini taʼminlaydi. Donadorlagichdagi materiallar namligi retur berish bilan boshqariladi, uning miqdori muntazam oʻlchab turiladi. Jarayon returligi 4–6 ni tashkil etadi.



#### 4.6- rasm. Ammoniyashtirgich-donadorlagich yordamida nitroammofoska ishlab chiqarish texnologik sxemasi:

1 – fosfat kislota qabul qilish baki; 2 – oqimli reaktor; 3 – ammoniyashtirgich-donadorlagich; 4 – ammiak qizdirgich; 5 – NIF jirhozi; 6 – bugʻlatgich; 7 – quritish barabani; 8 – elak; 9 – nazorat elagi; 10 – tegirmon; 11 – KS sovitkichi; 12 – baraban konditsioner; 13 – siklon; 14 – absorber.

Donadorlangan mahsulot toʻgʻri oqimli quritish barabanida quritiladi. Quritilgan donachalar tebranma elakda elanadi. Tayyor mahsulotning bir qismi retur sifatida ishlatiladi, qolgan qismi nazorat elagidan oʻtgach, sovitkichga yuboriladi.

Sovutilgan mahsulot baraban-konditsionerga tushadi, u yerda donachalar sirtiga moylovchi va kukunli qoʻshimchalar yopishtiriladi.

Baraban-konditsionerdan chiqqan tayyor mahsulot omborga yuboriladi.

Nitrodiammofoska ham keltirilgan sxema bo'yicha olinishi mumkin. Lekin bunda ishlab chiqarish tartibi birmuncha o'zgartiriladi: bug'latilgan fosfat kislotasi 42%  $P_2O_5$  dan yuqori bo'lmagan konsentratsiyagacha suyultiriladi; fosfat kislotasi  $NH_3:H_3PO_4$  mol nisbati 1,4 ga qadar neytrallanadi.

Ammoniy olish donadorlagichda neytrallash jarayoni  $NH_3:H_3PO_4$  mol nisbati 1,7 ga qadar amalga oshiriladi.

Quritish gazining harorati barabanga kirishda 185°C, barabandan chiqishda 80°C ni tashkil etishi kerak.

Bir xil nisbatdagi 17-17 navli nitroammofoska bilan tayyor mahsulotda ammiakli azotning ulushi 10,3 dan 12,1% gacha ortadi, bunga fosfat kislotani chuqur neytrallash va shunga muvofiq holda ammoniy nitrat sarfini kamaytirish orqali erishiladi. Nitroammofoska (nitrodiammofoska) olish texnologik tartib va sarf koeffitsiyentlari ko'rsatkichlari 4,7- va 4,8-jadvallarda keltirilgan.

Diammoniy shakldagi o'g'it olishda ammiakning ajralishi ortadi, bu esa absorbsiyadagi sulfat kislotasi sarfining ortishiga olib keladi. Nitroammofoska olishda tabiiy gaz sarfining kamayishi fosfat kislotani neytrallashda ajraladigan issiqlikning ortishi bilan izohlanadi.

4.7- jadval

**AD jihozidan foydalanilgan holda nitroammofoska (nitrodiammofoska) olish texnologik tartiblari**

| Ko'rsatkichlar                             | Nitro-ammofoska | Nitrodiammofoska |
|--|-----------------|------------------|
| <i>Ammoniy fosfatlari bo'tqasini olish</i> |                 |                  |
| Bo'tqa harorati, °C                        | 100-110         | 125-135          |
| Bo'tqa namligi, % $H_2O$                   | 13-22           | 12-15            |
| Bo'tqadagi $NH_3:H_3PO_4$ mol nisbati      | 0,70-0,75       | 1,35-1,45        |
| Bo'tqa pH ko'rsatkichi                     | 1,3-2,2         | 5,5-6,3          |
| <i>Shixtani donadorlash</i>                |                 |                  |
| Harorati, °C:                              |                 |                  |
| ammiakli setitra suyuqlanmasi              | 140-160         | 140-160          |
| donadorlagichdagi shixta                   | 80-115          | ≤75              |
| retur                                      | 100 gacha       | ≤75              |
| $NH_3:H_3PO_4$ mol nisbati                 | 1,0-1,04        | 1,65-1,75        |

## 4.7- jadvalning davomi

|  |        |     |
|--|--------|-----|
| Shixta namligi, % H <sub>2</sub> O, ko'p emas        | 1,5    | 1,5 |
| <i>Mahsulotni quritish</i>                           |        |     |
| Harorati, °C, ko'p emas:                             |        |     |
| gazlar:  |        |     |
| kirishda   | 195    | 185 |
| chiqishda  | 110    | 80  |
| quritish barabanidan chiqadigan mahsulot             | 80–110 | 75  |
| <i>Mahsulotni sovutish</i>                           |        |     |
| Mahsulot sovutilgandan so'ng harorati, °C, ko'p emas | 40     | 40  |

Ko'rsatib o'tilgan yuqoridagi texnologiyada nitroammofoska ikki valli aralastirgich qo'llagan holda ham olinishi mumkin, unda ammoniy fosfatlari bo'tqasi, ammoniy nitrat, kaliy xlorid va retur yaxshilab aralastirilishi lozim bo'ladi. Nitroammofoskani donadorlash va quritish uchun BDQ jihozidan foydalanish ham taklif etilgan.

## 4.8- jadval

**17–17–17 markadali 1 t tayyor mahsulot olishga  
sarf koeffitsiyentlari**

| Sarf ko'rsatkichlari                                     | Nitro-ammofoska | Nitrodi-ammofoska |
|--|-----------------|-------------------|
| Ammiak (100% NH <sub>3</sub> ), t                        | 0,127           | 0,149             |
| Nitrat kislota (100% HNO <sub>3</sub> ), t               | 0,310           | 0,233             |
| Fosfat kislota (100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), t  | 0,174           | 0,174             |
| Kaliy xlorid (60% K <sub>2</sub> O), t                   | 0,286           | 0,286             |
| Sulfat kislota (100% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), t | 0,015           | 0,041             |
| Kuydirilgan ohak (70% CaO), t                            | 0,003           | 0,003             |
| Diatomit, t  | 0,015           | 0,015             |
| Moylovchi modda, t:                                      |                 |                   |
| instrumental moy   | 0,004           | 0,004             |
| oktadetsilamin   | 0,001           | 0,001             |
| Suv, m <sup>3</sup> :                                    |                 |                   |
| aylanma  | 2,5             | 2,5               |
| yangi  | 0,5             | 0,5               |
| Qizdirilgan bug' (1,0 Pa), t                             | 0,365           | 0,295             |

|  |      |      |
|--|------|------|
| Elektr energiyasi, kW·s                              | 55   | 55   |
| Tabiiy gaz (35,2 kJ/m <sup>3</sup> ), m <sup>3</sup> | 14,6 | 12,5 |
| Qisilgan havo, m <sup>3</sup> :                      |      |      |
| NIJ (nazorat instrumental jihozlar) uchun            | 3,6  | 3,6  |
| texnologik talablar uchun                            | 11   | 11   |

Boʻtqani qayta ishlashga asoslangan usullarning afzalligi shundaki, yirik birlik quvvatdagi qurilmalarda keng assortimentdagi (diammoniy shakldagilar ham inobatga olinganda) murakkab oʻgʻitlar olish imkoniyati yaratiladi. Shunga muvofiq holda koʻpgina zamonaviy qurilmalar ammoniydagich-quritgich qoʻllash texnologiyasiga asoslangan. Bunday jarayonlarning kamchiligi – yuqori returligi va chiqinli gazlari quritilgandan soʻng hajmdor boʻlishidir.

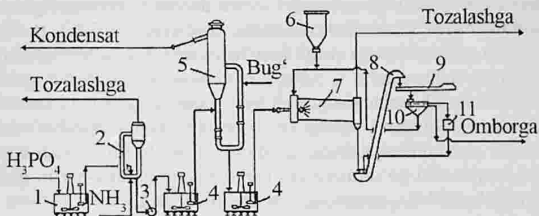
Karboammofoska ishlab chiqarishni ikki yoʻnalishda tashkil etilishi mumkin: azotli oʻgʻitlar sanoatiga ammofos ishlab chiqarish yarimmahsuloti – fosfat kislota (yoki mahsulot ammofos) ni tashib keltirish yoki fosforli oʻgʻitlar zavodida karbamiddan foydalanish. Birinchi yoʻnalishdagi jarayonga karbamid sintezi (70% li eritma) ikkinchi bosqichida distillatsiya gazlari tarkibidagi ammiakni fosfat kislota bilan neytrallashtiradi. Karbamid, ammoniy fosfatlari va kaliy xlorid eritmaları aralashtiriladi, BDQ jihozida donadorlanadi va quritiladi. Agar karboammofoska olishda fosfat kislota emas, balki kukunsimon ammofos ishlatilsa, ikkinchi bosqich distillatsiyasidan olinadigan karbamid eritmasi ammofos va kaliy xlorid bilan aralashtiriladi. Boʻtqa yuqorida koʻrsatilgandek donadorlanadi va quritiladi.

Ikkinchi yoʻnalishda karboammofoska olishda ammoniydagich-donadorlagichli kompleks oʻgʻitlar ishlab chiqarish texnologiyasidan foydalaniladi. Tarkibida azot tutgan komponent sifatida karbamid eritmasidan, fosforli komponent sifatida esa fosfat kislota yoki kukunsimon ammofos ishlatiladi.

Birinchi yoʻnalishning afzalligi shundaki, bunda karbamid sintezi yarimmahsuloti ishlatiladi, bu esa uni olish xarajatlarini kamaytiradi. Ammo namligni yoʻqotish mahsulotlar aralashmasini quritishda emas, balki ammofos va karbamid olish bosqichlarida amalga oshirish afzaldir. Bu ikkinchi yoʻnalishning afzalligidan biridir.

Yaxshi fizik-mexanik xossaga ega boʻlgan tarkibdagi karbamid tutgan oʻgʻitlar olishning samarador usullaridan biri BDQ jihozida karbamid

donachalari sirtiga ammoniy fosfatlari bo'tqasini ikkinchi qatlam sifatida biriktirish orqali mahsulot ishlab chiqarish hisoblanadi. Karboammofos olishning prinsipial sxemasi (4.7- rasm) quyidagicha amalga oshiriladi: fosfat kislotasi tezkor ammoniyashtiruvchi-donadorlagich (TAD) ga beriladi, u yerda gaz holatidagi ammiak bilan  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 0,5-0,6$  mol nisbatiga qadar neytrallanadi. Olingan bo'tqa vakuum-bug'latgich jihozida 8-10%  $\text{H}_2\text{O}$  qoldiq namlikkacha bug'latiladi va oqimli reaktorga uzatiladi, u yerda  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,0-1,05$  mol nisbatiga qadar qo'shimcha ammoniyalanadi.



4.7- rasm. **Karboammofos olish texnologik sxemasi:**

1 – yig'gich; 2 – TAB; 3 – nasos; 4 – yig'gichlar; 5 – vakuum-bug'latgich jihozi; 6 – karbamid bunkeri; 7 – BDQ; 8 – elevatori; 9 – transportyor; 10 – elak; 11 – tegirmon.

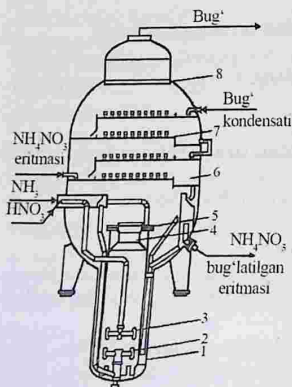
Bo'tqa oqimli reaktordan BDQ jihozida changlatilgan mahsulot sirtiga purkaladi. Changlatiladigan mahsulot sifatida retur va me'yorlashtirgich orqali beriladigan karbamid donachalaridan iborat bo'ladi. Donadorlash mexanizmi fosfatli bo'tqani purkash va karbamid donachalari sirtida fosfatlarning kristallanishidan iborat bo'ladi.

Keltirilgan texnologiya bo'yicha olingan 23:23:0 markali karboammofos kondisionerlovchi qo'shimchalarsiz ham yopishib qolmasligi aniqlangan.

**Ishlab chiqarishning asosiy jihozlari va avtomatlashtirish. Nitrat kislotani neytrallagich.** Jihoz (4.8- rasm) vertikal, silindrik shaklda bo'lib, nitrat kislotani gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash orqali ammoniy nitrat olishga mo'ljallangan. U reaksiya va separatsiya qismlaridan iborat bo'lib, 0,3X18H11T va 12X18H10T markali po'latdan tayyorlangan va quyidagi o'lchamlarga ega: reaksiya qismining diametri 1600 mm, separatsiya qismining diametri 3800 mm, umumiy balandligi 10100 mm.

**Barabanli quritgich.** Ammofosni quritish uchun mo'ljallangan barabanli quritgichdan nitroammofoska va nitrodiammofoskaning nam donachalarini quritish mumkin. Ammo nitroammofoska ishlab chiqarishda unumdorligi 56 va 112 t/s bo'lgan anchagina yirik quyidagi o'lchamlardagi baraban shaklidagi quritgichlar qo'llaniladi: baraban diametri mos holda 5000 va 5500 mm, baraban uzunligi 32000 va 50000 mm. Materialning barabandan o'tish vaqti 25 minutdan ko'p emas. Ularning to'ldirish koeffitsiyenti 25% gacha. Gazlarning tezligi quritish barabandan chiqishda chang miqdori ko'p bo'lmasligi uchun 3,5 m/sek dan katta bo'lmasligi kerak.

**Konditsioner.** Jihoz donachalarning bir-biriga yopishib qolishining oldini olish maqsadida ular sirtini konditsionerlovchi qo'shimchalar bilan ishlashga mo'ljallangandir. U 7,5 ayl/min chastota bilan aylanuvchi baraban shaklida bo'lib, uning diametri 3,5 m va balandligi 8 m ni tashkil etadi hamda tayyor mahsulot bo'yicha 140 t/s gacha unumdorlikni ta'minlaydi. Sovutilgan mahsulot va kukunli qo'shimcha barabanning bosh qismidan beriladi, moylovchi qo'shimcha esa barabanning qarama-qarshi qismidan uning uzunligini 1/3 qismigacha changlatib beriladi.



4.8- rasm. Nitrat kislotani neytrallagich (NIF):

1 – reaksiya stakani; 2 – ammiak barbotaji qurilmasi; 4 – nitrat kislotasi barbotaji qurilmasi; 4 – dif-fuzor; 5 – zavixritel; 6 – yuvgich; 7 – qalpoqchali tarelka; 8 – to'rtli so'ndirgich.

Boshqa jihozlar ammoniy fosfatlari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan jihozlar bilan bir xil bo'ladi. Jihozlarni joylashtirish va ishlab chiqarishni rejalashtirish ammoniy fosfatlari ishlab chiqarish bilan bir xil tashkil etiladi.

**Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish.** Nitroammofoska ishlab chiqarishni tezkor boshqarish xuddi ammofos ishlab chiqarishdagi kabi bo'ldi va dispetcherlik nazorat maskanida amalga oshiriladi. Maskanga jarayonni me'yorida ishlashini ta'minlash uchun nazorat va boshqarish jihozlari, shuningdek texnologik rejimni buzilishi haqida ogohlatiradigan signalizatsiya qurilmalari joylashtirilgan bo'ldi.

Dispetcherlik maskanidan yuboriladigan topshiriqlar bo'yicha quyidagi parametrlar boshqariladi:

- ammoniy nitrat eritmasi pH ni aniqlash uchun neytrallagichdan chiqishga o'rnatilgan avtomatik pH-metr ko'rsatkichi bo'yicha nitrat kislota sarfini belgilangan nisbatga to'g'rilash bilan neytrallagichga belgilangan nisbatdagi nitrat kislota va ammiak berish;

- konsentratorga beriladigan qaynoq bug' bosimi va issiq havo harorati;

- avtomatik pH-metr ko'rsatkichi bo'yicha fosfat kislota sarfini belgilangan nisbatga to'g'rilash bilan neytrallagichga fosfat kislota va ammiak berish;

- ammoniyashtirgich-donadorlagichga suyuq ammiak, kaliy xlorid, mikroqo'shimchalar va ballast (uning ishlatilishi lozim bo'lsa) berish;

- barabanli quritgichdan chiqishda chiqindi gazlari harorati (yondirgichga beriladigan yoqilg'i miqdorini boshqarish yo'li bilan);

- sovitkichga beriladigan havo harorati;

- konditsionerga tushadigan mahsulot sarfi bilan belgilangan nisbatda kukunli va moylash qo'shimchalari berish;

- sug'oriladigan absorbsiya suyuqliklarining sarfini pH va zichligini to'g'rilash orqali adsorbsiya tizimiga tushadigan suyuqliklarni (fosfat kislota va suv) berish;

- idishlardagi suyuqliklar sathi.

**Texnologik hisoblar. Moddiy balans.** 17–17–17 markali 1 t nitroammofoska olishga moddiy balans (kg hisobida) 4.9- rasmda keltirilgan.

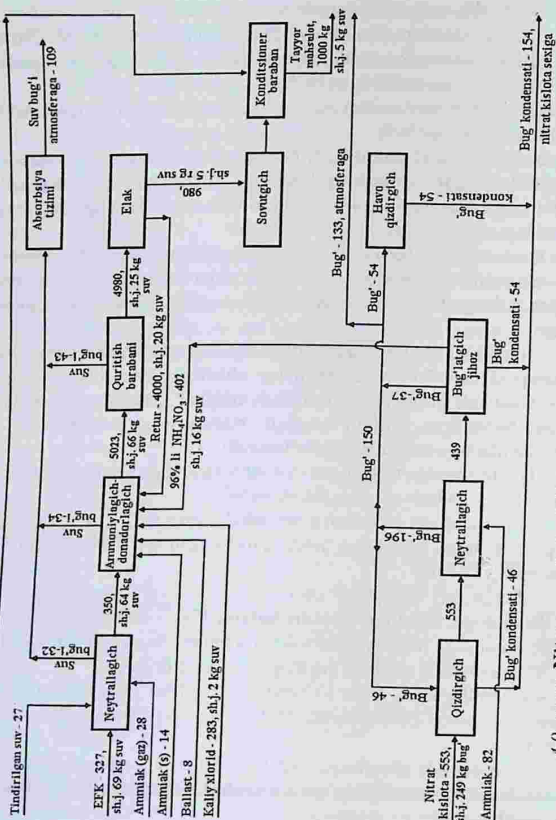
Moddiy balans tuzishda quyidagilar qabul qilingan:

- neytrallagichda fosfat kislotadan 32 kg/t suv (hisob bo'yicha), ammoniyagich-donadorlagichdan 34 kg/t suv (tajriba natijalari bo'yicha) bug'lanadi;

- qish paytida absorbsiya tizimining chiquvchi quvuridan absorbsiya tizimida qancha namlik bug'lansa shuncha kondensat qaytariladi (balansda ko'rsatilmagan);

- nitrat kislota va havo qaynoq bug' bilan qizdiriladi, hosil bo'ladigan kondensat nitrat kislota sexiga yuboriladi;

Konditsionerlovchi qo'shimcha - 20



4.9- rasm. Nitroammoska ishlab chiqarish modiy balansi (AD jilhozi sxema).

- jarayon returligi 4 ga teng;
- boshlang'ich fosfat kislota neytrallagichda absorbsiya tizimi oqavalari bilan 48%  $P_2O_5$  konsentratsiyagacha suyultiriladi;
- moddiy balansda neytrallagichga to'ridan to'g'ri emas, balki absorbsiya tizim orqali beriladigan fosfat kislota ko'rsatilmagan.

**Issiqlik balansi.** 17–17–17 markali 1 t nitroammofoska olishda nitrat kislota neytrallagichining issiqlik balansi 4.9- jadvalda keltirilgan.

4.9- jadval

**Neytrallagichning issiqlik balansi**

| Issiqlik kirimi                                  | kJ     | Issiqlik chiqimi                                   | kJ          |
|--|--------|--|-------------|
| Nitrat kislota bilan:<br>553·2,93·(90–25)        | 105320 | Ammoniy nitrat eritmasi<br>bilan: 357·1,88(142–25) | 78530       |
| Ammiak bilan:<br>82·2,22·(50–25)                 | 4550   | Atrof-muhitga yo'qotil-<br>gan: 621160·0,03        | 18630       |
| Kimyoviy reaksiya is-<br>siqligi: 106000·(80:17) | 511290 | Namlikni bug'latishga:<br>x[244t+(1,967·117)]      | 2671x       |
| Jami:  | 621160 | Jami:  | 97160+2671x |
| Issiqlik balansi tenglamasidan x = 196 kg        |        |  |             |

Fosfat kislota neytrallagichi va quritish barabani issiqlik balansi hi-soblari ammofos ishlab chiqarishda keltirilgan.

**Ishlab chiqarishni takomillashtirishning asosiy yo'nalishlari.** Am-moniy fosfatlari va ular asosidagi murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish tex-nologiyalarini takomillashtirish mavjud ishlab chiqarishni jadallashtirish bo'yicha ham, mantiqan yangi jarayonlarni yaratish va ishlab chiqarishga tatbiq etish bo'yicha ham quyidagi yo'nalishlar bo'yicha amalga oshiriladi:

– ishlab chiqarishning barcha asosiy bosqichlaridagi issiqlik va massa almashinuv jarayonlarini jadallashtirish; kislotani neytrallash bosqichiga oqimli reaktorni tatbiq etish nazarda tutiladi, bu esa neytrallash issiqligidan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi; BDQ jihoziga nisbatan tako-millashgan yondirgich qo'llash hisobiga mahsulotni quritish jarayonini jadallashtirish;

– yangi turdagi xomashyolar: quyi navlardagi fosforit va apatitlar asosi-dagi fosfat kislotadan ammoniy fosfatlari olishning samarador jarayonlari-ni yaratish; ko'rsatib o'tilgan fosfatlar tarkibining xilma-xilligi ularni am-moniy fosfatlariga qayta ishlash texnologiyalarining o'ziga xosligida namo-yon bo'ladi, masalan. Qoratog' fosforitlaridan olingan kislotani ishlatish-

dan olingan qovushqoq boʻtqani qayta ishlash uchun boʻtqa oquvchanligini oshiruvchi tezkor aralashtirgichlardan foydalanish yaxshi samara beradi;

– monoammoniyli oʻgʻitlar hajmini kamaytirish hisobiga diammoniyli oʻgʻitlar ishlab chiqarishni oshirish; BDQ jihozida diammofoska olish usullarini topish lozim, bu esa ammofosga nisbatan iqtisodiy samarador mahsulot olishga olib keladi;

– boshlangʻich xomashyoni tozalash yoʻli bilan ozuqa moddalari konsentratsiyasini oshirish; ekstraksion fosfat kislotadan ftorni choʻktirish yoki haydash yoʻli bilan ammofosdagi  $P_2O_{5ozl}$  miqdorini 1,2–1,5% ga oshirish mumkin; kislotadagi sulfat ionlari konsentratsiyasini kamaytirish orqali  $P_2O_{5ozl}$  miqdorini 1,3% ga oshirishga erishiladi; shuningdek kislotani ammoniylash va soʻngra hosil qilingan choʻkmani filtrlash orqali undagi qoʻshimcha metallar (Fe, Al) ni ajratish ham mukin; tozalangan kislotadan olingan ammoniy fosfatlaridan ozuqali mahsulot chifatida foydalanilishi mumkin;

– ammoniy fosfatlari va ular asosidagi kompleks oʻgʻitlar olish jarayoni mikroelementlar kiritish jarayonini tatbiq etish;

– kukunsimon monoammoniyfosfat olish va uni suspenziyali oʻgʻitlar tayyorlash joylariga yetkazib berish;

– ammoniy fosfatlari olish jarayonida ammofosfat turidagi oʻgʻitlar olish uchun kislotaning bir qismini fosfatlarni parchalash uchun ishlatish;

– ishlab chiqarish maydonlarida ekologik vaziyatni yaxshilash; ammoniy fosfatlari va ular asosidagi murakkab oʻgʻitlar olishning mavjud jarayonlarida qattiq va suyuq chiqindilar hosil boʻlmaydi; asosiy eʼtibor gaz holatdagi chiqindilarni kamaytirishga qaratilishi lozim; bunday tadbirlarga quyidagilar kiradi: ammoniy fosfatlari kislotali boʻtqalarini chuqur bugʻlatish, ikki bosqichli jarayonlar, issiqlik va massa almashinuvini jadal-lashtirish; bunday muammolarni keskin hal etishga chiqindi gazlarini (toʻla yoki qisman) tozalash tizimidan soʻng jarayonning boshlangʻich bosqichi-ga (BDQ jihozi yoki quritish barabaniga) «qamrab olish» kiradi.

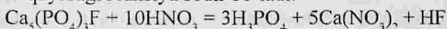
## 2- §. Nitrofoska ishlab chiqarish nazariyasi va texnologiyasi

**Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalash asosida oʻgʻitlar ishlab chiqarish.** Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalanishidan *nitrat kislotali ajratma* deb ataladigan – tarkibida kalsiy nitrat va erkin fosfat kislota boʻlgan eritma hosil boʻladi. Ajratmani keyingi bosqichlarda qayta ishlash usullariga bogʻliq holda, bir komponentli – azotli va fosforli hamda ozu-

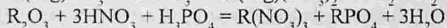
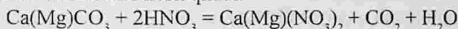
qa elementlarining eng keng diapazonidagi ko'p komponentli murakkab – azot-fosforli (N–P) yoki azot-fosfor-kaliyli (N–P–K) o'g'itlar ishlab chiqarilishi mumkin. Sulfat kislotali usuldan farqli ravishda, fosfatli xomashyoni nitrat kislotali parchalashda nafaqat kislotalning kimyoviy energiyasidan foydalaniladi, balki azot ham o'g'it tarkibiga to'la o'tadi. Kislotali bunday kombinatsiyali ishlatish iqtisodiy jihatdan ancha qulaydir. Bu usulning kamchiligi nitrat kislotali ajratmadan bir qism kalsiyni yo'qotish yoki uni erimaydigan tuzlar hosil qilgan holda ajratib olish hisoblanadi. Agar kalsiy ajratib olinmasa, ishlab chiqariladigan o'g'it tarkibidagi ballast (erimaydigan kalsiy birikmalari) hisobiga ozuqa elementlarining konsentratsiyasi pasayadi. Bundan tashqari, ajratmada kalsiyning bo'lishi hisobiga o'g'itdagi fosforning to'la suvda eruvchan shaklda bo'lish imkonini bermaydi.

Shunga qaramasdan, fosfatlarni nitrat kislotali qayta ishlash yirik masshtabda qo'llaniladi. Ayniqsa bu usul – fosfatlarni sulfat kislotali parchalashda kerak bo'ladigan oltingugurtli resurslar yetishmaydigan mamlakatlarda (ko'pincha G'arbiy Yevropada) keng qo'llaniladi.

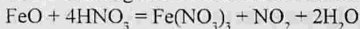
**Fosfatlarni nitrat kislota bilan parchalash.** Fosfatlarni nitrat kislotali parchalashda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Fosfat tarkibidagi qo'shimchalar – kalsiy va magniy karbonatlari, temir, aluminij va nodir elementlar oksidlari nitrat va fosfat kislotalar bilan ta'sirlashib nitratlar va fosfatlar hosil qiladi:



Fosfatlar tarkibida temirning ikki valentli birikmalari bo'lgan mineralarining ishtirok etishi ularning nitrat kislotalda oksidlanishiga olib keladi:



Qattiq fazaga kam eriydigan fosfatlarning, gaz fazasiga esa – azot oksidlarining ajralishi ozuqa moddalarining yo'qotilishiga olib keladi.

Vodorod fluorid fosfatlar bilan yo'ldosh silikat mineralarining parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan silikat kislota bilan ta'sirlashib, odatda,  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  tarzida eritmada qoladi.

Tabiiy fosfatlarning, apatitdagi CaO yoki fosforitdagi CaO va MgO miqdoriga muvofiq keladigan stexiometrik miqdordagi nitrat kislota bilan aralashtirilishi natijasida – eritmada tuzlarning to'planishi va eritma kislotaliligining kamayishi hisobiga parchalanish muntazam ravishda sekinlashib boradi – 1,5–2 soat ichidagina parchalanish darajasi 98–99% ga yetadi. Jarayon davomiyligini kamaytirish uchun uni 2–5% ortiqcha olingan

nitrat kislotada o'tkaziladi. Ko'pgina hollarda ortiqcha nitrat kislotada 20% gacha oshiriladi va ko'pincha olingan bunday eritmalar azot miqdori oshirilgan o'g'itlarga aylantiriladi.

Odatda, tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalash 45–50°C haroratda o'tkaziladi va bu harorat optimal hisoblanadi. Haroratning 50°C dan oshirilishi natijasida eritma qovushqoqligi kamayadi, diffuziya sharoiti yaxshilanadi va parchalanish tezligi ortadi. Lekin jihozlarning korroziyasi tezlashadi. Talab etilgan harorat, asosan, reaksiyaning issiqlik effekti (290 kJ/mol) hisobiga ushlab turiladi. Kerak bo'lganda nitrat kislotaning issiqlik almashtirgichi orqali qizdirilishi yoki sovutilishi mumkin.

$P_2O_5$  ning eritmaga ajralish darajasi kislotada konsratsiyasiga unchalik ham bog'liq emas. Odatda, eritmaga 99% gacha  $P_2O_5$ , CaO, MgO va nodir elementlar, 95% gacha fluor, 70% gacha temir o'tadi.

Fosfatlarning parchalanishi aralash tirgich o'rnatilgan ikkitadan beshtagacha birin-ketin o'tadigan reaktorlarda uzluksiz usulda o'tkaziladi. Reaktorlardan chiqadigan gazlar ventilyatorlar bilan so'rib olinadi va skruberda fluor birikmalaridan tozalangandan so'ng atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Parchalanish tugaganidan so'ng eritma va quyqumdan (erimaydigan qoldiqdan iborat shlam) iborat suspenziya hosil bo'ladi. Apatitni qayta ishlashda undagi 60–80% stronsiy quyqumga o'tadi, uni ajratib olinishi mumkin. Lekin quyqumning ajratilishi uning kolloid xossalari sababli qiyinlashadi – u qiyin tinadi va qiyin filtrlanadi.

Shuningdek, fosfat tarkibidagi fluorning ko'p qismi eritmaga  $H_2SiF_6$  tarzida o'tadi, fosfatlarni nitrat kislotali parchalashda fluor birikmalarini ajratib olish va ishlatish (utilizatsiyasi) ma'lum qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Eritmadan fluorning unga natriy tuzlari –  $NaNO_3$  yoki  $Na_2CO_3$  qo'shish orqali ajratib olinishi mumkin. Stexiometrik me'yorning 300% miqdorida natriy ionlari kiritilishi natijasida eritmada 80–85% fluorning natriy kremneftorid tarzida cho'ktiriladi. Natriy xlorid ishlatish o'rinsizdir, chunki xlorid ionlari xromnikelli po'latdan tayyorlangan jihozlar korroziyasini kuchaytiradi.  $Na_2SiF_6$  kristall cho'kmasi eritmadan tindirish, so'ngra filtrlash orqali ajratiladi. Nitrat kislotali qayta ishlashda 1 t apatitdan 30% namligi bo'lgan 63 kg  $Na_2SiF_6$  olinadi, quruq moddadagi  $Na_2SiF_6$  miqdori 87% ni tashkil etadi.

Apatit konsentratini tarkibida 0,9–1% seriy guruhining nodir elementlari (seriy, lantan va boshqalar) bo'ladi. Apatit konsentratini nitrat kislotali parchalash natijasida hosil qilingan eritmada ularni ajratib olish – kuchsiz kislotali eritmalarda (pH=2–2,5) nodir elementlar fosfatlari eruvchanligi-

ning kamligiga asoslangan. Nodir elementlarni cho'ktirish uchun eritmadagi barcha nitrat kislotani va fosfat kislotani birinchi vorod ionlarining taxminan 50% ni neytrallash kerak. Bunda qattiq fazaga fosfatlar shaklida 70–80% (apatit konsentrati tarkibidagi) nodir elementlar o'tadi. Ular bilan birgalikda eritmadan boshqa bir nechta qo'shimchalar cho'kadi, shuning uchun olingan qattiq qoldiqda ~65% nodir elementlar fosfatlari bo'ladi, ulardan deyarli yarmini seriy fosfat xissasiga to'g'ri keladi.

**Nitrat kislotali ajratmani qayta ishlash usullari.** Nitrat kislotali ajratmani qayta ishlash alohida-alohida fosfatlar (dikalsiyfosfat, monokalsiyfosfat) va nitratlar (kalsiyli va ammiakli selitralar) olish yoki murakkab o'g'itlar olish bilan amalga oshirilishi mumkin.

Bir komponentli o'g'itlar masalan, nitrat kislotali ajratmadagi fosfat kislotani ohak yoki ohak suti bilan neytrallash yo'li bilan olinishi mumkin. Bunda dikalsiyfosfat (presipitat) cho'kmasi hosil bo'ladi, uni filtrlash orqali eritmadan ajratiladi va quritiladi. Qolgan kalsiy nitrat eritmasi bug'latiladi va kristallantiriladi. Monokalsiyfosfat va kalsiy nitrat alohida-alohida olinishi ham mumkin. Kalsiy nitratni ammoniy karbonat yordamida ammoniy nitrat va kalsiy karbonatga konversiyalanishi mumkin.

Ajratmadan bir komponentli o'g'itlar olish katta miqdordagi kapital va ishlab chiqarish xarajatlarini talab etadi. Shuning uchun nitrat kislotali ajratmadan fosforli va azotli o'g'itlarni alohida-alohida olish hozirda qo'llanilmaydi.

Nitrat kislotali ajratmadan murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishda u, odatda, neytrallanadi va hosil qilingan suspenziya komponentlarga ajratilmagan holda suvsizlantiriladi. Filtrlanish jarayonining bo'lasligi texnologik jarayonni soddalashtiradi.

Hozirgi paytda qo'llanilayotgan usullarda ajratmani ammiak bilan neytrallanadi. Bunday yo'l bilan olingan murakaab o'g'it tarkibida ikkita ozuqa elementi – azot va fosfor bo'ladi, ular *nitrofoslar* deyiladi. Ayrim holdalarda donadorlashdan oldin neytrallangan suspenziyaga kaliy tuzlari (KCl,  $K_2SO_4$ ) qo'shiladi va uchlik o'g'it – tarkibida azot, fosfor, kaliy tutgan *nitrofoska* olinadi.

Tabiyy fosfatlardagi  $CaO:P_2O_5$  massa nisbati 1,3–1,8 chegarasida, ya'ni dikalsiyfosfatdagi – 0,79 ga qaraganda anchagina katta bo'ladi. Shuning uchun ajratmani ammiak bilan neytrallashda undagi fosfat kislotaning hammasi dikalsiyfosfat hosil bo'lishiga ketadi va eritmada  $Ca(NO_3)_2$  tarzida ortiqcha kalsiy qoladi. Suspenziyaning quritilishidan olingan mahsulot tarkibida kalsiy nitrat bo'ladi, uning gigroskopikligi o'g'it uchun o'rin-

sizdir. Eritmadan kalsiyni yo'qotish va  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,79$  nisbatiga erishish orqali buning oldini olish mumkin. Bu holda mahsulotdagi barcha fosfor sitratli eruvchan dikalsiyfosfat shaklida bo'ladi. Bir qism fosforni suvda eruvchan shaklda olish va erkin fosfat kislotasini ammiak bilan neytrallanishidan ammoniy fosfatga aylanishi uchun reaksiyon massadagi  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  nisbatini yanada kamaytirish kerak.

Bir qism  $\text{P}_2\text{O}_5$  ni suvda eruvchan holatda bo'lishini ta'minlash uchun bu nisbat ( $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ) yanada kamroq bo'lishi kerak. Shuning uchun nitrofoska ishlab chiqarishda kalsiyni (ma'lum qismini) birlashtirish uchun fosfat va sulfat kislotalari, karbonat anhidrid qo'shish yoki jarayondan kalsiyni  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  tarzida chiqarish zarur bo'ladi. Shu sababli nitrofoska ishlab chiqarish usullari kalsiyni bog'lovchi reagentlar turlariga bog'liq holda o'zaro farqlanadi.

Qayta ishlanadigan sistemalarda  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  nisbatini kamaytirishning quyidagi: 1) kalsiy nitratni kristallantirish; 2) qo'shimcha miqdorda (ekstraksiyon yoki termik) fosfat kislotani kiritish; 3) ortiqcha kalsiyni sulfat kislotaga yoki ammoniy yohud kaliy sulfat bilan cho'ktirish; 4) ortiqcha kalsiyni karbonat anhidrid va ammiak bilan  $\text{CaCO}_3$  shaklida cho'ktirish usullari qo'llaniladi.

Nitrat kislotali ajratmadan kalsiyni bog'lash yoki yo'qotish usuliga va  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  nisbatiga bog'liq holda turli tarkibdagi o'g'it olinadi. Odatda, nitrofoskadagi ozuqa komponentlarini dikalsiyfosfat, ammoniy fosfatlari va nitratlari, kaliy tuzlari bilan ko'rsatiladi.

Ajratmadan kalsiy nitratni kristallantirish uni  $-10^\circ\text{C}$  haroratgacha sovutish yo'li bilan amalga oshiriladi, bunda kalsiy nitratning tetragidrat  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  kristallanadi, uni ajratib olingandan va quritilgandan so'ng o'g'it sifatida ishlatilishi mumkin yoki ammiakli selitrada qayta ishlanishi mumkin. Kalsiyning ajralish darajasi boshlang'ich nitrat kislotani konsentratsiyasi va ajratmaning oxirgi harorati orqali aniqlanadi.

Ajratmani sulfat kislotaga bilan qayta ishlash yoki fosfatlarni nitrat va sulfat kislotalari aralashmasi bilan parchalash orqali har qanday  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  nisbatdagi eritma olish mumkin – kalsiyning bir qismi sulfatga birikadi va u o'g'it tarkibida ballast sifatida qoladi. Konsentratsiyasi 42–55% bo'lgan nitrat kislotaga va 93% bo'lgan sulfat kislotaga ishlatiladi. Parchalanish mahsulotlari gaz holatdagi ammiak bilan qayta ishlanadi, buning natijasida suyuq fazasida ammiakli selitra, qattiq fazasida esa – dikalsiyfosfat va gips bo'lgan suspenziya olinadi.

Karbonatli usul bo'yicha nitrat kislotali ajratma dastlab gaz holatdagi ammiak bilan (ammoniyashtirish), so'ngra ammiak va karbonat anhidrid

bilan (ammoniy lashtirish va karbonatlashtirish) va oxirida faqat karbonat anhidrid bilan qayta ishlanadi. Bu usulning kamchiligi tayyor mahsulotdagi fosfatli komponentlar ulushining boshqalariga nisbatan kamligi [ $N:P_2O_5 = 1:(0,7-0,8)$ ] hisoblanadi. Tarkibidagi komponentlarning suvda (sitratda) eruvchan bo'lishi dikalsiyfosfatdan ustunligini ko'rsatadi.

Tarkibida bir vaqtning o'zida azot, fosfor va kaliy ozuqa elementlarini tutgan murakkab mineral o'g'itlar *nitrofoska* deyiladi.

Nitrofoskadagi ozuqa moddalari (elementlari) ning o'zaro massa nisbatlari qishloq xo'jaligi talablariga muvofiq turlicha bo'lishi mumkin.

Ko'proq ommalashgan nitrofoskadagi ozuqa moddalari nisbati:  $N:P_2O_5:K_2O = 1:1:1, 1:1,5:1, 1:1,5:1,5$  hisoblanadi.

Nitrofoskadagi fosfor suvda eriydigan, monoammoniyfosfat  $NH_4H_2PO_4$  shaklida ham, sitratda eriydigan dikalsiyfosfat  $CaHPO_4$  shaklida ham bo'ladi. Odatda, ular o'zaro teng, 50% dan bo'ladi. Qishloq xo'jaligidagi o'simliklarga bog'liq ravishda ozuqa moddalari nisbatlari ham,  $P_2O_5$  ning shakllari ham turlicha bo'lgan nitrofoskalar tayyorlanadi.

Hozirgi paytda nitrofoska ishlab chiqarishda fosfatli mineral – apatit konsentratini ishlatilmoqda. U Rossiya Federatsiyasidagi Xibin tog'lari (Kola yarim oroli) da joylashgan konlardan qazib olinadi va boyitiladi. Tarkibida kaliy tutgan minerallar ham Rossiya Federatsiyasi va Belorusiya Respublikasi hududlarida mavjud bo'lib, nitrofoska mineral o'g'iti Rossiya va Ukraina sanoat korxonalarida (Voskresensk, Novocherkassk) ishlab chiqarilmoqda. Shu sababli quyida apatit asosidagi nitrofoska ishlab chiqarish usuli haqida so'z yuritiladi. Kelajakda O'zbekiston Respublikasida ham mahalliy xomashyolar asosida nitrofos va nitrofoska ishlab chiqarish amalga oshirilishi mumkin.

Nitrofoska donadorlangan shaklda ishlab chiqariladi. Tarkibida ballast – kalsiy sulfat yoki karbonat bo'lgan nitrofoskalarda ozuqa moddalarining ( $N + P_2O_5 + K_2O$ ) konsentratsiyasi 33–36% ni tashkil etadi. Bir qism kalsiy nitratni kristallantirish yoki jarayonga fosfat kislotaga kiritish bilan olinadigan nitrofoskalarda esa ozuqa moddalarining konsentratsiyasi 45–50% ga yetadi. Bu esa xomashyo sifati va ishlab chiqarish usullariga bog'liqdir.

«Tenglashtirilgan», A va B markali donadorlangan nitrofos tarkibida, muvofiq ravishda:  $22 \pm 1; 23 \pm 1$  va  $24 \pm 1\%$  N;  $22 \pm 1; 17 \pm 1$  va  $14 \pm 1\%$   $P_2O_{50/21}$  (shu jumladan 18,7 va 6% dan kam bo'lmagan  $P_2O_{55e}$ ); 1,5% dan ko'p bo'lmagan  $H_2O$  bo'ladi; mahsulotda: 1–4 mm donachalar ulushi 94% dan kam emas; 1 mm dan kichik zarrachalar – 3% dan ko'p emas; elakda qoladigan 6 mm dan yirik zarrachalar bo'lmaydi; donachalar mustahkamligi – 2 MPa dan kam emas. Yirik masshtabda apatit konsentratidan 1:1:1 marka-

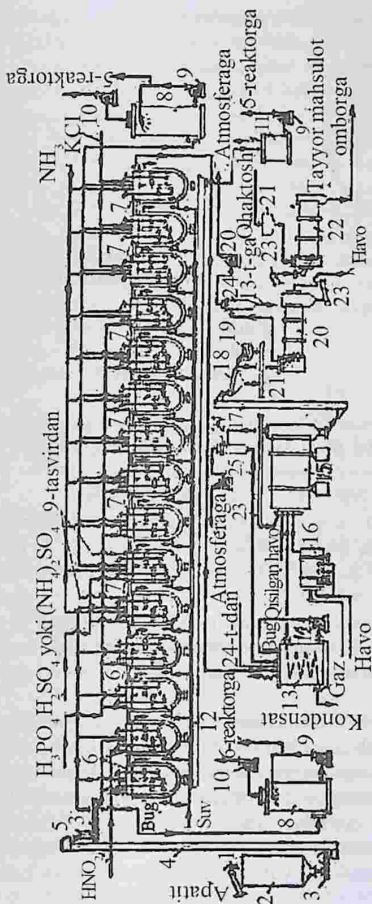
li nitrofoska ishlab chiqariladi. Uning tarkibidagi ozuqa moddalarining yig'indisi 33% dan kam emas, shu jumladan, 11% N, 11%  $K_2O$  va 11%  $P_2O_{5o'z}$  (suvda eruvchi  $P_2O_5$  ulushi o'zlashadigan  $P_2O_5$  ning 55% idan kam emas), 1,5% dan ko'p emas  $H_2O$  bo'ladi. Donadorlik tarkibi va donachalar mustahkamligi nitrofosdagi kabi bo'ladi.

4.10- rasmda nitrofoska ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Fosfatli xomashyoni parchalash 50–80°C haroratda to'rtta reaktorlar (6) da amalga oshiriladi. Birinchi reaktorga fosfat va 47–53% li nitrat kislotasi beriladi. Uchinchi va to'rtinchi reaktorlarga umumiy me'yorning 60% miqdorida 92–93% li sulfat yoki fosfat kislotasi qo'shiladi. Fosfatning parchalanishi 1 soat davomida jadal aralashtirish orqali boradi. Suspenziya to'rtinchi reaktordan ammoniyashtiruvchi reaktor (7) ga tushadi.

Ammoniyashtiruvchi reaktor U-simon shaklda bo'lib (4.11- rasm), korpus (1) va uning ichki qismi jihozni xuddi ikkita quvurga o'xshab ajratgan to'siq (5) dan tuzilgan. Har bir quvurning diametri 800–900 mm, balandligi ~2,5 m bo'ladi. Har bir quvurga  $3\text{ s}^{-1}$  (~200 ayl/min) chastota bilan aylana-digan oldinga suruvchi (propeller) shakldagi aralashtirgichlar o'rnatilgan. Reaktor sirtida suvli g'ilof bo'ladi; unga beriladigan suv yordamida haroratni boshqarib turiladi. Gaz holatdagi ammiak reaktorning pastki qismidagi ikkita quvurlar orqali beriladi. Fosfatlarni parchalash reaktorlari ham xuddi shunday tuzilishga ega bo'ladi, faqatgina ulardagi aralashtirgichlarning bitta kurakli va elektrodvigatellarning kam quvvatli bo'lishi bilan farq qiladi; ularda reaktorning g'ilofiga bug' beriladi. Reaktorlar xromnikelli yoki xromnikelmolibdenli zanglamaydigan po'latlardan tayyorlanadi.

Suspenziyani ammoniyashtirish uchun birin-ketin ishlaydigan 10–15 ta reaktor o'rnatilgan (massaning ulardan o'tish vaqti 2–2,5 soat). Ularga sulfat yoki fosfat kislotalarning qolgan (40%) qismi va ammiak beriladi. Karbonatli sxema bo'yicha nitrofoska olishda ammoniyashtirgichlarga sulfat yoki fosfat kislotalar bilan birgalikda gaz holatdagi uglerod dioksid (*karbonatli usulda*) yoki ammoniy sulfat (*ammoniy sulfatli usulda*) kiritiladi.

Kiritiladigan reagentlarning ammoniyashtirgichlarda taqsimlanishi pH qiymati bo'yicha belgilangan tartibga muvofiq amalga oshiriladi. Harorat 60–105°C chegarasida ushlab turiladi. Reaksiya issiqligi hisobiga ammoniyashtirgichlardan 15–20% suv bug'lanadi. Reaktor (6) va birinchi ammoniyashtirgichdan chiqadigan gazlar (4.10- rasm), atmosferaga chiqarilishidan oldin fluor birikmalari, azot oksidlari va nitrat kislotasi bug'larini, neytrallagich (7) dan chiqadigan gazdan esa – nitrat kislotani tutib qolish uchun suv bilan yuviladi.



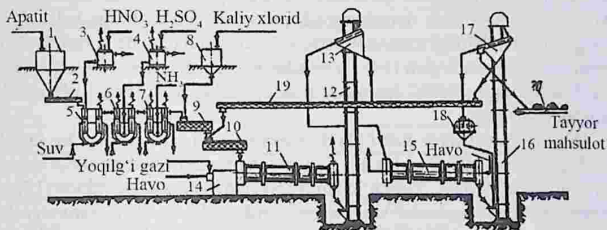
4.10-rasm. Nitrofoska ishlab chiqarish sxemasi:

1, 23 – lentali konveyer; 2 – bunker; 3 – shnek; 4 – elevator; 5 – o‘lchov me‘yorlashtirgich; 6 – parchalanish uchun reaktorlar; 7 – ammoniy/ashirish uchun reaktorlar; 8 – skruber; 9 – markazdan qochma nasoslar; 10, 25 – ventilyatorlar; 11 – yig‘gich; 12 – tarnov; 13 – suspenziya uchun yig‘gich; 14 – suspenziya uchun nasos; 15 – BDQ jihozi; 16 – yondirgich; 17 – elevator; 18 – elak; 19 – tegirmon; 20 – sovutish barabani; 21 – qo‘shimchani changlatish uchun bunker; 22 – kondisionirlash uchun baraban; 24 – siklonlar.



usullardan biri bo'lib, sistemaga sulfat kislota qo'shiladi. Jarayon 4.12-rasmda tasvirlangan sxema tartibida amalga oshiriladi.

Avvalo fosforit birin-ketin nitrat va sulfat kislotalarda parchalanadi. Kislotali parchalanish jarayonlari ketma-ket ulangan bir necha U – simon reaktorlar (5) va (6) da sodir bo'ladi. Odatda, reaktorlar soni 2, 4 ta bo'ladi. Birinchi reaktor (5) ga bunker (1) va me'yorlashtirgich (shnekli ta'minlagich) (2) yordamida tabiiy fosfat va nitrat kislota (3) beriladi. Ikkinchi reaktor (6) ga esa sulfat kislota (4) beriladi. Reaktorlar hajmi qurilma mahsuldorligiga bog'liq ravishda tabiiy fosfatlarni 1–1,5 soat parchalash imkoniyatiga bog'liq holda tanlanadi. Parchalanish harorati 45–50°C dan oshmaydi, chunki bundan yuqori haroratda nitrat kislota ning ma'lum miqdori gaz fazasiga o'tishi kuzatiladi. Parchalanish jarayonining harorati past bo'lganligi sababli tabiiy fosfat tarkibidagi fluor birikmalarining gaz fazasiga chiqishi sodir bo'lmaydi.



4.12-rasm. Sulfat kislotali usulda nitrofoska ishlab chiqarish sxemasi:

1 – apatit bunker; 2 – shnekli ta'minlagich; 3 – nitrat kislota uchun bak; 4 – sulfat kislota uchun bak; 5 va 6 – parchalash reaktorlari; 7 – reaktor-ammoniyashtirgich; 8 – kaliy xlorid bunker; 9 – shnekli aralashtirgich; 10 – shnekli donadorlagich; 11 – barabanli quritgich; 12 – elevator; 13 – qaynoq mahsulot elagi; 14 – yondirgich; 15 – barabanli sovitkich; 16 – elevator; 17 – sovutilgan mahsulot ikki to'rli elagi; 18 – valkali maydalagich; 19 – retur uchun shnek; 20 – tayyor mahsulot lentali konveyeri.

Parchalanish jarayoni reaksiyon bo'tqani to'xtovsiz qorishtirish (qorishtirgich minutiga 200–250 marta aylanadi) orqali amalga oshiriladi.

Bo'tqa parchalash reaktorlaridan reaktor-ammoniyashtirgich (7) ga kelib tushadi va unda ikkinchi bosqich – bo'tqani gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash amalga oshiriladi. Neytrallash jarayoni ham bir necha ketma-ket ulangan reaktorlarda sodir bo'ladi. Ularning soni esa jarayon 2–3 soat davom etishi uchun mo'ljallanadi. Odatda, bo'tqani ammoniy-lash uchun 7–10 ta reaktordan foydalaniladi. Gaz holatidagi ammiak barcha reaktorlarga taqsimlanadi. Bu jarayon uzluksiz qorishtirish orqali 100–110°C haroratda olib boriladi. Natijada bo'tqadan 25% atrofida suv bug'lanadi. Oxirgi reaktor-ammoniyashtirgichdan bo'tqa to'xtovsiz oqib chiqadi va qorishtirgich shnek (9) ga tushadi. Bu yerda bo'tqaga uchinchi komponent kaliy – kaliy xlorid tarzida qo'shiladi (jarayonda kaliyli komponent ishlatilmasa, mahsulot sifatida nitrofos hosil bo'ladi).

Bo'tqa qorishtirgich shnekdan donadorlagichli shnek (10) ga yuboriladi va u yerga mahsulotning mayda fraksiyasi (retur) ham kelib tushadi. Natijada bo'tqadagi namlik 20–24% dan 5–6% ga qadar pasayadi. Bu bosqichda bir vaqtning o'zida donadorlanish jarayoni ham sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan nam holatdagi mahsulot barabanli quritgich (11) da quritiladi. Quritish jarayoni yondirgich (14) da yondirilgan gazga havo aralashtirilishidan hosil qilingan 250°C haroratdagi issiq gazlar aralashmasi ishtirokida amalga oshiriladi.

Quritilgan mahsulot elak (13) da fraksiyalarga saralanadi. Eng kichik o'lchamli (2 mm dan mayda) fraksiya siklga (donadorlagichli shnekka) retur sifatida qaytariladi. Yirik o'lchamli fraksiya barabanli sovitkich (15) ga yuboriladi. Unda mahsulot havo oqimi yordamida 40–50°C haroratgacha sovutiladi va navbatdagi elak (17) ga yuboriladi. Elangan tayyor mahsulot (2–4 mm li fraksiya) omborga yuboriladi. Mayda fraksiya – donadorlagichga, 4 mm yirik fraksiya esa maydalagich (18) ga yuboriladi va yana elakka qaytariladi.

### 3- §. Nitrofoska ishlab chiqarish texnologik hisoblari

**Hisoblashni amalga oshirish uchun dastlabki ma'lumotlar:**

| Qurilmaning ishlab chiqarish quvvati, kg/s:   | 10000 |
|---|-------|
| Tayyor mahsulotdagi ozuqa moddalar massa nisbati<br>$N:P_2O_5:K_2O:$  | 1:1:1 |
| Nitrofoskadagi o'zlashuvchan fosforning 50% qismi suvda eriydigan va 50% qismi sitratda eruvchan shaklda bo'ladi. |       |

|   |  |
|---|--|
| Xomashyo:   |  |
| Nitrat va sulfat kislotalar aralashmasining tarkibi:  | 30% HNO <sub>3</sub> ,<br>20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>va 50% suv |
| Gaz holatidagi ammiak:  | 100%   |
| Kaliy xlorid:   | 95%  |
| Apatit konsentratining tarkibi, % hisobida:   |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 39,4   |
| CaO   | 47,4   |
| CaF <sub>2</sub>  | 6,2  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 1,0  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 2,0  |
| erimaydigan qoldiq  | 3,5  |
| Komponentlarni apatitdan ajratib olinish darajasi:  |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 0,98   |
| CaO   | 0,98   |
| CaF <sub>2</sub>  | 0,96   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0,70   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0,70   |
| 1000 kg apatitga 2700 kg kislotalar aralashmasi beriladi.   |  |
| Ammoniy lash jarayonidan so'ng bo'tqada qoladigan suv miqdori, %:   | 25   |
| Kiritilgan KCl ning KNO <sub>3</sub> va NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ga o'tishi, %                     | 90   |
| Eksperimental natijalarga ko'ra (yo'qotishni hisobga olgan holda) nitrofoska hosil bo'lishi, kg hisobida: | 3323   |
| Nitrofoskaning yo'qolishi, %:   | 0,5  |

### Apatitni kislotali parchalash jarayonining moddiy hisobi

10000 kg/soat nitrofoska ishlab chiqarish uchun sarflanadigan apatit konsentratini miqdori:

$$\frac{10000 \cdot 1000}{3323} = 3009 \text{ kg/soat.}$$

Bu apatit tarkibida quyidagi komponentlar bo'ladi:

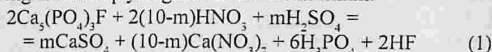
|                    | %     | kg/s |
|--------------------|-------|------|
| $P_2O_5$           | 39,4  | 1186 |
| CaO                | 47,4  | 1426 |
| $CaF_2$            | 6,2   | 187  |
| $Al_2O_3$          | 1,0   | 30   |
| $Fe_2O_3$          | 2,0   | 60   |
| Erimaydigan qoldiq | 3,5   | 105  |
| suv                | 0,5   | 15   |
| Jami:              | 100,0 | 3009 |

Parchalash jarayoniga beriladigan kislotalar miqdori:

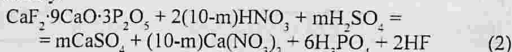
$$2700 \cdot \frac{3009}{1000} = 8124 \text{ kg/soat}$$

Bunda  $8124 \cdot 0,2 = 1625 \text{ kg/s } H_2SO_4$ ,  $2437 \text{ kg/s } HNO_3$  va  $4062 \text{ kg/s } H_2O$  bo'ladi.

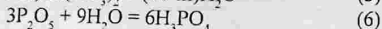
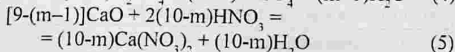
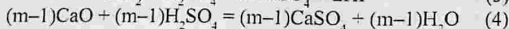
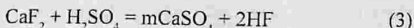
Apatitni kislotalar aralashmasida parchalash jarayonidagi reaksiyalarning umumiy tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:



yoki xuddi shunday:



(2) reaksiyani alohida xususiy reaksiyalarga osonlikcha ajratish mumkin:



Bu tenglamalardagi  $m - 2$  mol apatitga sarflanadigan  $H_2SO_4$  ning mollar soni.

(3)–(6) reaksiya tenglamalari asosida apatitni kislotali parchalash hisobi bajariladi.

Ajratib olinayotgan  $CaF_2$  miqdori  $CaSO_4$  va  $HF$  ga aylanadi. Shart bo'yicha 95%  $CaF_2$  ajratib olinadi, ya'ni  $187 \cdot 0,95 = 178 \text{ kg/s}$  va cho'kma-da  $187 - 178 = 9 \text{ kg/s } CaF_2$  qoladi.

Demak, 178 kg/s  $\text{CaF}_2$  bilan ta'sirlashishi uchun:

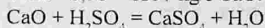
$$\frac{178 \cdot 98}{78} = 223 \text{ kg/s } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ kerak.}$$

$$\text{Bunda: } \frac{178 \cdot 136}{78} = 310 \text{ kg/s } \text{CaSO}_4 \text{ va } \frac{178 \cdot 2 \cdot 20}{78} = 91 \text{ kg/s } \text{HF} \text{ hosil}$$

bo'ladi.

Qolgan  $1625 - 223 = 1402$  kg/s  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qolgan kalsiy ( $\text{CaO}$ ) bilan ta'sirlashadi:

$$1426 \cdot 0,98 = 1397 \text{ kg/s } \text{CaO.}$$



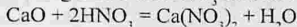
$$\text{reaksiya bo'yicha } 1402 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ bilan: } \frac{1402 \cdot 56}{98} = 801 \text{ kg/s } \text{CaO} \text{ reaksi-}$$

$$\text{yaga kirishadi. Bunda } \frac{1402 \cdot 136}{98} = 1964 \text{ kg/s } \text{CaSO}_4 \text{ va } \frac{1402 \cdot 18}{98} = 257$$

kg/s  $\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi.

$$\text{Hammasi bo'lib: } 310 + 1964 = 2256 \text{ kg/s } \text{CaSO}_4 \text{ yoki } \frac{2256 \cdot 145}{136} = 2405$$

kg/s  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi. Bunda  $2405 - 2256 = 149$  kg/s suv birikadi. Qolgan  $1397 - 801 = 596$  kg/s  $\text{CaO}$  esa  $\text{HNO}_3$  bilan ta'sirlashadi:



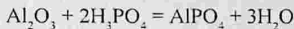
$$\text{Reaksiya uchun } \frac{596 \cdot 2 \cdot 63}{56} = 1341 \text{ kg/s } \text{HNO}_3 \text{ kerak. bunda}$$

$$\frac{596 \cdot 164}{56} = 1745 \text{ kg/s } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ hosil bo'ladi hamda } \frac{596 \cdot 18}{56} = 192$$

kg/s  $\text{H}_2\text{O}$  ajralib chiqadi. Eritmaga  $1186 \cdot 0,98 = 1162$  kg/s  $\text{P}_2\text{O}_5$  o'tadi, cho'kmada esa  $1186 - 1162 = 24$  kg/s  $\text{P}_2\text{O}_5$  qoladi.

$$\text{Erish jarayonida } 1162 \text{ kg } \text{P}_2\text{O}_5 \frac{1162 \cdot 3 \cdot 18}{142} = 442 \text{ kg/s } \text{H}_2\text{O} \text{ bilan biri-}$$

$$\text{kadi va } \frac{1162 \cdot 2 \cdot 98}{142} = 1604 \text{ kg/s } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ hosil bo'ladi.}$$



reaksiyasida  $30 \cdot 0,7 = 21$  kg/s  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ajralib chiqadi va cho'kmada  $30 - 21$

$$= 9 \text{ kg/s } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ qoladi. } 21 \text{ kg/s } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ ni bog'lash uchun } \frac{21 \cdot 2 \cdot 98}{328} = 13 \text{ kg/s}$$

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> kerak bo'ladi, bunda  $\frac{21 \cdot 2 \cdot 235}{328} = 30$  kg/s AlPO<sub>4</sub> hosil bo'ladi va

$$\frac{21 \cdot 3 \cdot 18}{328} = 4 \text{ kg/s suv ajralib chiqadi.}$$

60 · 0,7 = 42 kg/s Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ajralib chiqadi va cho'kmada esa 60 – 42 = 18 kg/s Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qoladi. 42 kg/s Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ni bog'lash uchun  $\frac{42 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 51$  kg/s

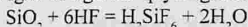
H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> kerak bo'ladi, bunda  $\frac{42 \cdot 2 \cdot 151}{160} = 79$  kg/s FePO<sub>4</sub> hosil bo'ladi va

$$\frac{42 \cdot 3 \cdot 18}{160} = 14 \text{ kg/s suv ajralib chiqadi.}$$

Bu reaksiyalarda 1341 kg/s HNO<sub>3</sub> sarf bo'ladi va eritmada  
2437 – 1341 = 1096 kg/s HNO<sub>3</sub> qoladi.

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ning umumiy sarfi 13 + 51 = 64 kg/s ni tashkil etadi, eritmada esa  
1604 – 64 = 1540 kg/s H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> qoladi.

Jarayonda hosil bo'lgan 91 kg/s HF quyidagi reaksiyada qatnashadi:



bunda  $\frac{91 \cdot 60}{6 \cdot 20} = 46$  kg/s SiO<sub>2</sub> eriydi,  $\frac{91 \cdot 144}{6 \cdot 20} = 109$  kg/s H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> hosil

bo'ladi va  $\frac{91 \cdot 2 \cdot 18}{6 \cdot 20} = 28$  kg/s H<sub>2</sub>O hosil bo'ladi.

Sistemadagi umumiy suv miqdori: 51 + 4062 + 257 + 192 + 4 + 14 + 28  
= 4572 kg/s bo'lib, undan 442 + 149 = 591 kg/s miqdori sarflanadi. Erkin  
holatda 4572 – 591 = 3981 kg/s miqdordagi suv qoladi.

Erimaydigan qism (cho'kma) dagi, kg/s hisobida: CaF<sub>2</sub> = 9; CaO = 29;  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 24; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 9; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 18; erimaydigan qoldiq (SiO<sub>2</sub> ning H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>  
ga aylanishi hisobga olingan holda): 105 – 46 = 59 kg/s bo'lganligi uchun  
umumiy qoldiq miqdori: 9 + 29 + 24 + 9 + 18 + 59 = 148 kg/s ga teng  
bo'ladi.

### Ammoniy lash jarayonining moddiy hisobi

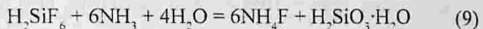
Ammoniy lash jarayonida kislotali parchalashda hosil bo'lgan bo'tqa va  
100% li gaz holatidagi ammiak reaktorga kelib tushadi.

Bo'tqani ammoniy lash jarayonida CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O, AlPO<sub>4</sub> va FePO<sub>4</sub>  
larning tarkibi o'zgarishsiz qoladi. Bo'tqani ammoniy lashda barcha jara-  
yonlar ketma-ket, parallel va bir vaqtning o'zida sodir bo'ladi.

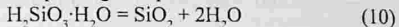
**Fosforitni nitrat-sulfat kislotali parchalash jarayonining  
moddiy balansi**

| Kirish                         |       | Chiqish (sarf)                         |       |
|--------------------------------|-------|--|-------|
| Komponentlar                   | kg/s  | Komponentlar                           | kg/s  |
| Konsentrat:                    |       | Ammoniydash bo'tqasi:                  |       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 1186  | CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O | 2405  |
| CaO                            | 1426  | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>      | 1745  |
| CaF <sub>2</sub>               | 187   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>         | 1540  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 30    | AlPO <sub>4</sub>                      | 30    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 60    | FePO <sub>4</sub>                      | 79    |
| Erimaydigan qoldiq             | 105   | HNO <sub>3</sub>                       | 1096  |
| H <sub>2</sub> O               | 15    | H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>        | 109   |
| Jami                           | 3009  | Erimaydigan qoldiq                     | 148   |
| Kislotalar eritmasi:           |       | Suv                                    | 3981  |
| Nitrat kislotasi               | 2437  | Jami                                   | 11133 |
| Sulfat kislotasi               | 1625  |  |       |
| Suv                            | 4062  |  |       |
| Jami eritma                    | 8124  |  |       |
| Hammasi                        | 11133 |  |       |

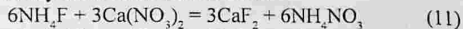
Kremneftorid kislotaning ammiak bilan ta'siri quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:



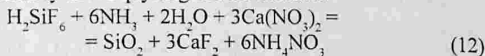
Hosil bo'lgan silikat kislotasi qizdirilganda parchalanadi:



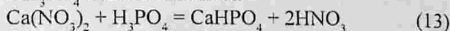
Ammoniy fluorid kalsiy nitrat bilan ta'sirlashadi:



Reaksiyalar umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:



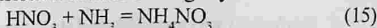
Qolgan kalsiy nitrat H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> bilan ta'sirlashadi:



Ortiqcha fosfat kislotasi ammiak bilan neytrallanganda ammoniy fosfatga aylanadi:



Boʻtqadagi barcha nitrat kislota ammiakli selitruga aylanadi:



(12) reaksiya boʻyicha 109 kg/s  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  bilan quyidagi miqdordagi mod-

dalar taʼsirlashadi:  $\frac{109 \cdot 6 \cdot 17}{144} = 77 \text{ kg/s } \text{NH}_3$ ;  $\frac{109 \cdot 2 \cdot 18}{144} = 28 \text{ kg/s } \text{H}_2\text{O}$

va  $\frac{109 \cdot 3 \cdot 164}{144} = 373 \text{ kg/s } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

Bunda:  $\frac{109 \cdot 60}{144} = 46 \text{ kg/s } \text{SiO}_2$ ;  $\frac{109 \cdot 3 \cdot 78}{144} = 178 \text{ kg/s } \text{CaF}_2$  va

$\frac{109 \cdot 6 \cdot 80}{144} = 363 \text{ kg/s } \text{NH}_4\text{NO}_3$  hosil boʻladi.

Qolgan  $1745 - 373 = 1372 \text{ kg/s } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (13) reaksiya boʻyicha fosfat

kislotasi bilan taʼsirlashadi. Natijada fosfat kislotasi sarfi:

$\frac{1372 \cdot 98}{164} = 820 \text{ kg/s}$  ni tashkil etadi, bunda:  $\frac{1372 \cdot 136}{164} = 1138 \text{ kg/s}$

$\text{CaHPO}_4$  va  $\frac{1372 \cdot 2 \cdot 63}{164} = 1054 \text{ kg/s } \text{HNO}_3$  hosil boʻladi.

Ortiqcha  $1540 - 820 = 720 \text{ kg/s } \text{H}_3\text{PO}_4$  (14) reaksiya boʻyicha

$\frac{1372 \cdot 17}{98} = 125 \text{ kg/s } \text{NH}_3$  ni bogʻlaydi va natijada  $720 + 125 = 845 \text{ kg/s}$

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  hosil boʻladi.

Eritmadagi  $1096 + 1054 = 2150 \text{ kg/s } \text{HNO}_3$  (15) reaksiya boʻyicha:

$\frac{2150 \cdot 17}{63} = 580 \text{ kg/s } \text{NH}_3$  ni bogʻlashga sarflanadi va natijada:

$$2150 + 580 = 2730 \text{ kg/s } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

hosil boʻladi.

Ammoniy lash jarayonida jami:  $363 + 2730 = 3093 \text{ kg/s } \text{NH}_4\text{NO}_3$  hosil boʻladi. Buning uchun esa:  $77 + 125 + 580 = 782 \text{ kg/s } \text{NH}_3$  kerak boʻladi.

Boʻtqa tarkibida, kg/s hisobida:  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} = 2405$ ;  $\text{CaF}_2 = 178$ ;  $\text{CaHPO}_4 = 1138$ ;  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = 845$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 3093$ ;  $\text{SiO}_2 = 46$ ;  $\text{AlPO}_4 = 30$ ;  $\text{FePO}_4 = 79$ ; erimaydigan qoldiq = 148, jami 7962 kg/s erigan va mual- laq holatidagi moddalar boʻladi.

Shart boʻyicha ammoniy lash jarayonidan soʻng boʻtqa tarkibida 25%

suv qolishi kerak edi. Uning miqdori  $\frac{7962 \cdot 25}{75} = 2654$  kg/s ni tashkil qiladi.

Shunday qilib, ammoniylash jarayonida:  $3981 - (2654 + 28) = 1299$  kg/s suv bug'lanadi.

Bo'tqadagi  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  dan tashqari jami ballast qo'shimchalar miqdori:  $148 + 178 + 46 = 372$  kg/s ni tashkil etadi.

4.11- jadval

### Ammoniylash jarayonining moddiy balansi

| Kirish                                      |       | Chiqish (sarf)                              |       |
|---|-------|---|-------|
| Komponentlar                                | kg/s  | Komponentlar                                | kg/s  |
| Kislotali parchalash bo'tqasi:              |       | Ammoniylangan bo'tqa:                       |       |
| $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ | 2405  | $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ | 2405  |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$                  | 1745  | $\text{CaHPO}_4$                            | 1138  |
| $\text{H}_3\text{PO}_4$                     | 1540  | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$          | 845   |
| $\text{AlPO}_4$                             | 30    | $\text{NH}_4\text{NO}_3$                    | 3093  |
| $\text{FePO}_2$                             | 79    | $\text{AlPO}_4$                             | 30    |
| $\text{HNO}_3$                              | 1096  | $\text{FePO}_4$                             | 79    |
| $\text{H}_2\text{SiF}_6$                    | 109   | Erimaydigan qoldiq                          | 372   |
| Erimaydigan qoldiq                          | 148   | Suv   | 2654  |
| Suv   | 3981  | Jami bo'tqa                                 | 10616 |
| Jami  | 11133 | Suv bug'lari                                | 1299  |
| Ammiak (100% li)                            | 782   | Hammasi                                     | 11915 |
| Hammasi                                     | 11915 |   |       |

Agar ammoniylangan bo'tqani donadorlash yo'li bilan quritilsa, nitrofos mineral o'g'iti hosil bo'ladi. Nitrofoska olish uchun esa bo'tqaga kaliy xlorid qo'shilgandan so'ng donadorlash yo'li bilan quritiladi.

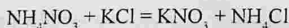
**Ammoniylangan bo'tqaga kaliy xlorid qo'shish moddiy hisobi.** Murakkab o'g'it tarkibiga yana bitta ozuqa elementi – kaliyni kiritish ammoniylangan bo'tqaga kaliy xlorid qo'shish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu komponentni qo'shish esa  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} = 1 : 1$  nisbatida bajariladi. Shundan kelib chiqqan holda  $1186 \cdot 0,98 = 1162$  kg/s  $\text{K}_2\text{O}$  qo'shish talab etiladi, bundagi 0,98 – eritmaga  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning o'tish darajasini ko'rsatadi.

$$\text{Qo'shiladigan } K_2O \text{ miqdori: } \frac{1162 \cdot 2 \cdot 74,6}{94,2} = 1840 \text{ kg/s } 100\% \text{ li KCl}$$

ga yoki  $\frac{1840}{0,95} = 1937 \text{ kg/s } 95\% \text{ li KCl}$  ga to'g'ri keladi.

KCl bilan kiradigan qo'shimchalar miqdori:  $1937 - 1840 = 97 \text{ kg/s}$  ni tashkil qiladi.

Jarayonga kiradigan KCl ning 90% qismi ammiakli selitra bilan reaksiyaga kirishadi:



bunda  $1840 \cdot 0,90 = 1656 \text{ kg/s}$  KCl sarflanadi va:

$$\frac{1656 \cdot 101,1}{74,6} = 2244 \text{ kg/s } KNO_3 \text{ hamda } \frac{1656 \cdot 53,5}{74,6} = 1188 \text{ kg/s}$$

$NH_4Cl$  hosil bo'ladi.

$$NH_4NO_3 \text{ sarfi: } \frac{1656 \cdot 80}{74,6} = 1776 \text{ kg/s} \text{ ni tashkil etadi.}$$

Murakkab o'g'it tarkibida:  $3093 - 1776 = 1317 \text{ kg/s } NH_4NO_3$ , shuningdek:  $1840 - 1656 = 184 \text{ kg/s}$  KCl qoladi. Bo'tqadagi qo'shimchalar miqdori ( $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$  dan tashqari):  $372 + 97 = 469 \text{ kg/s}$  ni tashkil etadi.

4.12- jadval

#### Bo'tqani KCl bilan aralashtirish moddiy balansi

| Kirish                    |       | Chiqish (sarf)           |      |
|---------------------------|-------|--------------------------|------|
| Komponentlar              | kg/s  | Komponentlar             | kg/s |
| Bo'tqa:                   |       | Donadorlanadigan bo'tqa: |      |
| $CaHPO_4$                 | 1138  | $CaHPO_4$                | 1138 |
| $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$    | 2405  | $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$   | 2405 |
| $NH_4NO_3$                | 3093  | $NH_4H_2PO_4$            | 845  |
| $NH_4H_2PO_4$             | 845   | $NH_4NO_3$               | 1317 |
| $AlPO_4$                  | 30    | $KNO_3$                  | 2244 |
| $FePO_4$                  | 79    | $NH_4Cl$                 | 1188 |
| Erimaydigan qo'shimchalar | 372   | KCl                      | 184  |
| Suv                       | 2654  | $AlPO_4$                 | 30   |
| Jami bo'tqa               | 10616 | $FePO_4$                 | 79   |

## 4.12- jadvalning davomi

|                   |       |                           |       |
|-------------------|-------|---------------------------|-------|
| KCl (texnik tuz): |       | Erimaydigan qo'shimchalar | 469   |
| KCl               | 1840  | Suv                       | 2654  |
| Qo'shimchalar     | 97    | Jami                      | 12553 |
| Jami KCl          | 1937  |                           |       |
| Hammasi           | 12553 |                           |       |

**Retur miqdorini aniqlash.** Retur – tayyor mahsulotning standartiga zarracha o'lchami bo'yicha javob bermaydigan mayda (2 mm dan kichik o'lchamdagi) fraksiyasi bo'lib, uni jarayonga qaytariladi. Bunda uni oxirgi – donadorlash va quritish bosqichiga qo'shish maqsadga muvofiq bo'ladi. Returni quritish bosqichidan oldin bo'tqaga qo'shiladi va bunda bo'tqadagi

namlik  $\frac{2654 \cdot 100}{12553} = 21,14\%$  bo'lib, retur qo'shilgach namlik 5,5% gacha pasayadi. Ma'lumki, returning namligi 1,5% deb olingan edi. Bo'tqaga

nisbatan qo'shiladigan retur miqdori:  $\frac{21,14 - 5,5}{5,5 - 1,5} = \frac{15,64}{4} = 3,91$  marta ko'proq bo'ladi.

Bo'tqaga qo'shiladigan retur miqdori:  $12553 \cdot 3,91 = 49082$  kg/s.

Quritgichda ajraladigan namlik miqdori:

$$2654 - \frac{(12553 - 2654) \cdot 1,5}{98,5} = 2654 - 151 = 2503 \text{ kg/s}$$

bunda 1,5 – tayyor mahsulotdagi namlik miqdori. % hisobida.

Hosil bo'ladigan tayyor mahsulot miqdori:

$$12553 - 2503 = 10050 \text{ kg/s.}$$

## 4.13- jadval

## Quritish jarayonining moddiy balansi

| Kirish   |      | Chiqish (sarf)      |       |
|--|------|---------------------|-------|
| Komponentlar                                   | kg/s | Komponentlar        | kg/s  |
| Bo'tqa:  |      |                     |       |
| CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O         | 2405 | Quruq retur         | 48346 |
| CaHPO <sub>4</sub>                             | 1138 | Returdagi namlik    | 736   |
| NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | 845  | Jami retur          | 49082 |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                | 1317 | Quruq mahsulot      | 9899  |
| NH <sub>4</sub> Cl                             | 1188 | Mahsulotdagi namlik | 151   |
| KNO <sub>3</sub>                               | 2244 | Jami mahsulot       | 10050 |

## 4.13- jadvalning davomi

|                           |       |                 |       |
|---------------------------|-------|-----------------|-------|
| KCl                       | 184   | Suv bug'larlari | 2503  |
| AlPO <sub>4</sub>         | 30    | Hammasi         | 61635 |
| FePO <sub>4</sub>         | 79    |                 |       |
| Erimaydigan qo'shimchalar | 469   |                 |       |
| Suv                       | 2654  |                 |       |
| Jami bo'tqa               | 12553 |                 |       |
| Quruq retur               | 48346 |                 |       |
| Returdagi namlik          | 736   |                 |       |
| Jami retur                | 49082 |                 |       |
| Hammasi                   | 61635 |                 |       |

Bu 10050 kg/s mahsulotdan yo'qolish 0,5%, ya'ni 50 kg/s ni tashkil etsa, tayyor mahsulot miqdori 10000 kg/s bo'ladi.

Olingan murakkab o'g'itdagi ozuqa moddalar N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O nisbatlarini aniqlash.

*Azot miqdori:*

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ tarkibida: } \frac{1310 \cdot 2 \cdot 14}{80} = 459 \text{ kg/s}$$

$$\text{KNO}_3 \text{ tarkibida: } \frac{2233 \cdot 14}{101,1} = 309 \text{ kg/s}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} \text{ tarkibida: } \frac{1182 \cdot 14}{53,5} = 309 \text{ kg/s}$$

$$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{841 \cdot 14}{115} = 102 \text{ kg/s}$$

Jami: 1179 kg/s

*Mahsulotdagi fosfor miqdori:*

$$\text{CaHPO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{1132 \cdot 31}{136} = 258 \text{ kg/s}$$

$$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{841 \cdot 31}{115} = 227 \text{ kg/s}$$

$$\text{AlPO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{30 \cdot 31}{235} = 4 \text{ kg/s}$$

$$\text{FePO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{79 \cdot 31}{151} = 16 \text{ kg/s}$$

Jami: 505 kg/s

505 kg/s fosforgia to'g'ri keladigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori:

$$\frac{505 \cdot 142}{162} = 1156 \text{ kg/s } \text{P}_2\text{O}_5.$$

*Mahsulotdagi kaliy miqdori:*

$$\text{KNO}_3 \text{ tarkibida: } \frac{2233 \cdot 39,1}{101,1} = 863 \text{ kg/s}$$

$$\text{KCl tarkibida: } \frac{183 \cdot 39,1}{74,6} = 96 \text{ kg/s}$$

Jami: 959 kg/s

959 kg/s kaliyga to'g'ri keladigan  $\text{K}_2\text{O}$  miqdori:

$$\frac{959 \cdot 94,2}{78,2} = 1156 \text{ kg/s } \text{K}_2\text{O}$$

Nitrofoskadagi ozuqa moddalari miqdori, % hisobida:

$$\frac{1179 \cdot 100}{10000} = 11,79\% \quad \text{N} \quad \frac{1156 \cdot 100}{10000} = 11,56\% \quad \text{P}_2\text{O}_5$$

$$\frac{1156 \cdot 100}{10000} = 11,56\% \quad \text{K}_2\text{O}$$

Olingan murakkab o'g'itdagi ozuqa komponentlar nisbatlari:

$$\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 1,02:1:1$$

Nitrofoskadagi suvda eruvchan fosfor miqdori:  $\frac{227 \cdot 100}{505} = 45\%$  va

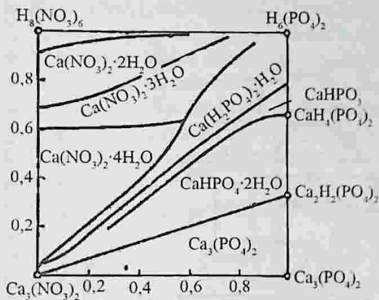
sitratda eruvchan (o'zlashuvchi fosfor miqdoriga nisbatan) esa 55% ni tashkil etadi. Bu esa sanoat ishlab chiqarishiga monand keladi.

## Qadoqlash jarayonining moddiy balansi

| Kirish              |       | Chiqish (sarf)                              |       |
|---------------------|-------|---|-------|
| Komponentlar        | kg/s  | Komponentlar                                | kg/s  |
| Quruq mahsulot      | 9899  | Yo'qolish                                   | 50    |
| Mahsulotdagi namlik | 151   | Mahsulot:                                   |       |
| Jami                | 10050 | $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ | 2393  |
|                     |       | $\text{CaHPO}_4$                            | 1132  |
|                     |       | $\text{AlPO}_4$                             | 30    |
|                     |       | $\text{FePO}_4$                             | 79    |
|                     |       | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$          | 841   |
|                     |       | $\text{NH}_4\text{NO}_3$                    | 1310  |
|                     |       | $\text{NH}_4\text{Cl}$                      | 1182  |
|                     |       | $\text{KNO}_3$                              | 2283  |
|                     |       | KCl   | 183   |
|                     |       | Erimaydigan qo'shimchalar                   | 467   |
|                     |       | Suv   | 150   |
|                     |       | Jami mahsulot                               | 10000 |
|                     |       | Hammasi                                     | 10050 |

## 4- §. Azofoska ishlab chiqarish texnologiyasi

Fosfatlarning nitrat kislota bilan parchalashdan hosil qilinadigan eritmani sovutilishidan bir qism kalsiyini nitratli tuz tarzida qattiq fazaga ajratilishi mumkin. Bu nitrat kislotali ajratmani keyingi qayta ishlashlar natijasida tarkibida yuqori darajadagi suvda eruvchan fosforli birikmalar bo'lgan o'g'itlar olishga yo'l ochib beradi.  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{N}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasida harorat va tarkibiga bog'liq holda quyidagi nitratli tuzlar:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , shuningdek (nitrat kislota ortiqcha bo'lganda)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HNO}_3$  qo'sh tuzi kristallanishi mumkin. Misol tariqasida, 4.13- rasmda  $25^\circ\text{C}$  haroratdagi bu sistema kristallanish maydonining sxemasi keltirilgan. Kalsiy nitratning cho'kish darajasiga boshlang'ich nitrat kislotaning konsentratsiyasi eng katta ta'sir ko'rsatadi. Nitrat kislota konsentratsiyasining ortishi bilan kalsiy nitratning cho'kishi tezlashadi. Demak, fosfatni parchalanishi uchun eng yuqori konsentratsiyadagi nitrat kislota ishlatilsa, sovutish uchun oz xarajat qilgan holda eritmadan shunday miqdordagi kalsiy nitrat ajratib olinishi mumkin. Nitrat kislotaning stexiometrik me'yorida ortiqcha olinishi natijasida  $\text{CaO}$  ning suyuq fazadagi miqdori ortishi hisobiga ajralish darajasi pasayadi.

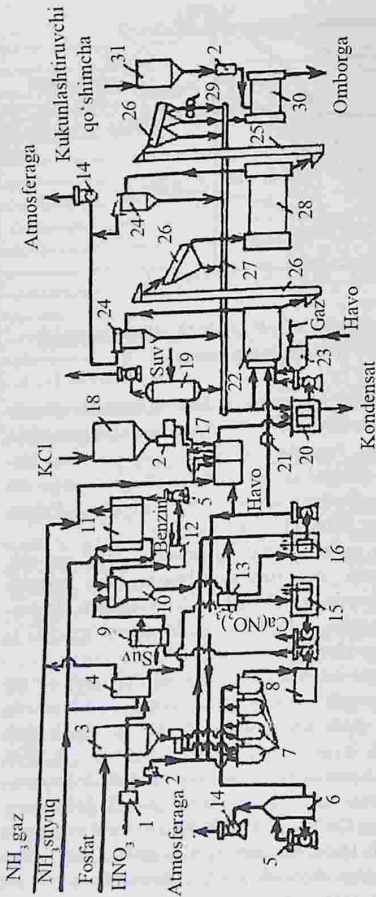


4.13- rasm. 25°C haroratdagi CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-H<sub>2</sub>O sistemasi kristallanish maydonining sxemasi.

Kalsiy nitratning kristallanishi orqali nitrat kislotali ajratmadan olinadigan murakkab o'g'itlar *azofoska* deyiladi. Uni ishlab chiqarish quyidagicha amalga oshiriladi (4.14- rasm). Fosfatlarni 40–60°C haroratda nitrat kislotali parchalanishidan hosil qilingan eritma, yig'gich (8) ga, u yerga esa suv bilan 25–35°C gacha sovutiladigan sovutkich (9) orqali keladi. Eritma yig'gichdan kristallantirgichlar tizimi (10) ga yuboriladi.

Zamonaviy korxonalarda nitrat kislotali ajratmaning eritmaga aralashmaydigan suyuq sovutuvchi agent (masalan, benzin) bilan bevosita qo'shilishi hisobiga kalsiy nitratning cho'ktirish usuli qo'llaniladi. Benzin, bug'lanadigan suyuq ammiak bilan ishlaydigan issiqlik almashtirgich (11) da sovutiladi va kristallantirgichlar (10) ga tushadi.

Kristallantirgichning barcha kesimlari bo'yicha taqsimlangan benzin tomchilari eritmani sovutish orqali yuqoriga qalqib chiqadi va eritmaning yuqori qismida qatlam hosil qiladi, undan oraliq bak (12) ga quyib olish orqali benzin ajratib olinadi. Issiqlik uzatish koeffitsiyenti 3,5–8 MW/(m<sup>2</sup>·K) chegarasida bo'ladi. Benzinning yo'qotilishi unchalik ko'p emas – olinadigan o'g'itning 1 tonnasiga 2,5 t atrofida yo'qotiladi. Eritmaning sovutilishidan hosil bo'ladigan Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O kristallari muallaq holatda bo'ladi va o'sishi davom etadi. Qachonki ularning o'lchami 0,4–0,6 mm ga yetsa, ular kristallantirgich tubiga cho'kadi. Kristallantirgichda eritmaning turish vaqti 30–40 minutni tashkil etadi.

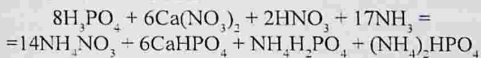


4.14- rasm. Azofoska ishlab chiqarish sxemasi:

1 – Nitrat kislotaga uchun rezervuar; 2 – me'yoralashtiruvchi; 3 – fosfatli xomashyo uchun bunker; 4 va 11 – ammiakli sovutkichlar; 5 – sirkulatsiyali nasos; 6 – kislotali gazlar absorberi; 7 – reaktorlar; 8 – nitrat kislotali ajratma yig'gichi; 9 – suvli sovutkich; 10 – kristallantiruvchi; 12 – benzin uchun oraliq rezervuar; 13 – sentrifuga; 14 – ventilator; 15 – kalsiy nitrat eritmasining yig'gichi; 16 – qoldiq eritma yig'gichi; 17 – neytrallagich; 18 – kalsiy xlorid uchun bunker; 19 – absorber; 20 – suspenziyani retur bilan aralashiruvchi; 21 – havo kompressor; 22 – BDQ jihozi; 23 – yondiruvchi; 24 – siklonlar; 25 – elevatyorlar; 26 – elaklar; 27 – transportyor; 28 – sovutkich baraban; 29 – valli tegirmon; 30 – kondisionirlash uchun baraban; 31 – changlashiruvchi qo'shimcha uchun bunker.

Qoldiq eritmaning  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  kristallari bilan aralashmasi ajratish uchun uzluksiz ishlaydigan avtomatik filtrlash sentrifugasi (13) ga yuboriladi. Kristallar issiqlik almashtirgich (4) da oldindan  $-10^\circ\text{C}$  gacha sovutilgan nitrat kislotasi bilan yuviladi. Yuvindi kislotasi fosfatni parchalash uchun reaktorga beriladi. Xuddi shu yerga qoldiq eritmaning bir qismi ham qaytariladi. Uning tarkibidagi fosfat kislotasi ajratmadagi kalsiy nitratning to'yinishini tezlashtiradi, bu esa sovutishga ketadigan xarajatlarni kamaytiradi. Qoldiq eritmaning boshqa qismi neytrallagichlar (17) ga ammoniy-lashtirish uchun yuboriladi, u yerga sovutkichlar (4) va (17) dan gaz holatdagi ammiak ham beriladi.

Neytrallagich (17) ga  $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$  nisbatini to'g'rilash uchun ma'lum miqdordagi nitrat kislotasi ham beriladi, chunki ajratmadagi bir qism azot kalsiy nitratning kristallanishida yo'qotilgan bo'ladi. Bir qator neytrallagichlar orqali uzluksiz o'tadigan eritma tarkibida asosiy komponentlar sifatida  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  va  $\text{HNO}_3$  bo'ladi. Uning  $\text{pH} = 3,5, 3,8$  gacha neytrallanishidan oz miqdordagi trikalsiyfosfat qo'shimchasi bo'lgan dikalsiyfosfatdan iborat cho'kma ajraladi. Bundan tashqari, cho'kmada oz miqdordagi kalsiy florid, silikat kislotasi, aluminiiy, temir va nodir metallar fosfatlari bo'ladi. Eritmada ammiakli selitra va monoammoniyfosfat bo'ladi. Neytrallanish jarayoni issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi. Haroratni  $110^\circ\text{C}$  darajasida ushlab turiladi. Chiqindi gazlaridagi yutilmagan ammiakni suv yoki nitrat kislotasi bilan tutib qolinadi. Neytrallashni  $\text{pH} = 6, 6,8$  gacha davom ettirish natijasida monoammoniyfosfatning bir qismi diammoniyfosfatga aylanadi. Neytrallashning umumiy tenglamasini taxminan quyidagicha ifodalash mumkin:



Neytrallashning oxirgi bosqichida  $\text{KCl}$  qo'shiladi. Almashinish reaksiyasi natijasida hosil bo'ladigan kaliy nitrat va ammoniy xloridlar ham azofoskaning komponentlari hisoblanadi. So'ngra suspenziya BDQ jihozida quritiladi va donadorlanadi. Hosil qilingan azofoska sovutilgandan so'ng elakda fraksiyalarga ajratiladi, undagi mahsulot fraksiyasi konditsionirlanadi va omborga jo'natiladi.

Mahsulotdagi suvda eruvchan  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori nitrat kislotasi ajratmadan kalsiy nitratning ajralish darajasiga bog'liqdir.  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning yarmi suvda eruvchan shaklda hosil bo'lishi uchun neytrallanadigan ajratmadagi  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  molar nisbati 1 ga teng bo'lishi kerak. Buning uchun  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ni

kristallantirish jarayonida eritmadan 70% CaO ajratilishi kerak. Apatit konsentratidan shu usul bilan tarkibida 50% ozuqa moddasi bo'lgan 16,7–16,7–16,7 turidagi o'g'it olinishi mumkin.

#### *Nazorat savollari*

1. Nitroammofosfatlar va karboammofosfatlar qanday olinadi?
2. Diammonitrofoska ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
3. Fosfatlarni nitrat kislotali parchalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
4. Nitrat kislotali ajratma nima va u qanday usullar bilan qayta ishlanadi?
5. Nitrat-fosfat kislotali usulda NPK o'g'itlar ishlab chiqarish usullarini tushuntiring.
6. Karbonatli usulda NPK o'g'itlar ishlab chiqarish usullarini tushuntiring
7. Sulfat kislotali va ammoniy sulfat ishtirokida NPK o'g'itlar ishlab chiqarish usullarini tushuntiring
8. Nitrofoska ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
9. NPK o'g'itlari ishlab chiqarishda kalsiy ionini ajratib olish usullarini tushuntiring.
10. Azofoska ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.

## V BOB. SUYUQ KOMPLEKS O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

### 1- §. Suyuq kompleks o'g'itlar tarkibi va fizik-kimyoviy xossalari

Suyuq kompleks o'g'itlar (SKO') – tarkibida azot va fosfor yoki azot, fosfor va kaliy (to'la suyuq o'g'it) birikmalari, ba'zan esa ularda mikroelementlar, pestitsidlar va o'simliklarni o'stiruvchi moddalar (stimulator) qo'shimchasi tutgan suvli eritmalar yoki suspenziyalar ko'rinishida bo'ladi. Qattiq o'g'itlarga nisbatan suyuq o'g'itlar – suvda va sitratli eritmalarda eruvchanligining yaxshiligi; tayyorlanish usullarining soddaligi; kapital va ishlatish xarajatlarining kamligi; zaharli chiqindilarning yo'qligi; ularni yuklash, tushirish va tashishni to'la mexanizatsiyalashtirish mumkinligi; ulardan qishloq xo'jaligida foydalanishda mehnatning 2–3 marta kamligi; tuproqda bir tekisda taqsimlanishi va boshqa bir qator afzalliklarga ega-dir. Lekin suyuq o'g'itlarga qo'yiladigan asosiy talablardan biri – saqlash va ishlatishda qiyinchiliklar kelib chiqmasligi uchun ulardagi tuzlarning kristallanish harorati past bo'lishi kerak.

Suyuq kompleks o'g'itlar uchun fosforning manbasi sifatida ekstraksiya ortofosfat yoki, aniqrog'i, polifosfat kislotasi xizmat qiladi, uni gazsimon ammiak bilan neytrallanadi. Kerakli darajadagi  $N:P_2O_5:K_2O$  nisbatga erishish uchun eritmaga karbamid, amoniy nitrat va kaliy tuzlari, ko'pincha kaliy xlorid qo'shiladi. Kaliy xlorid SKO' dagi boshqa komponentlarga nisbatan oz eriydi, shuning uchun to'la suyuq o'g'itlardagi ozuqa elementlarining  $N + P_2O_5 + K_2O$  yig'indisi 30% dan oshmaydi. Kaliy xlorid o'rniga kaliy karbonat yoki gidroksid qo'shish orqali bu kattalik miqdorini oshirish o'g'it tannarxining keskin ortishiga olib keladi.

Tarkibida kondensirlangan fosfatlar bo'lmagan hamda ammoniy nitrat va kaliy xlorid qo'shish orqali termik fosfat kislotani  $NH_3:P_2O_5 = 1,6$  molar nisbatigacha neytrallashtirishdan olingan 1:1:1 markali suyuq o'g'it  $0^{\circ}C$  da kristallantirilmagani holda tarkibida 17% gacha ozuqa elementlari tutadi. Agar ammoniy nitrat o'rniga karbamid ishlatilsa, u holda ozuqa elementlari konsentratsiyasini 28% gacha oshirish mumkin. Ozgina qo'shimcha sovutish (taxminan  $5^{\circ}C$  ga) natijasida bu eritmalar uzoq vaqt to'yingan holatda turishi mumkin. Ammoniy nitrat asosida tayyorlangan eritmalaridan, bi-

rinchi navbatda, kaliy nitrat kristallana boshlaydi, ammoniy nitrat o'rniga karbamid almashtirilsa, eritmada cho'kмага dastlab kaliy xlorid ajraladi.

9–9 markali SKO\* – termik fosfat kislotasi, karbamid, ammiakli suv va kaliy xlorid asosidagi eritmadir. Undagi har bir ozuqa elementning miqdori  $9 \pm 0,5\%$  (jami – 27% dan kam emas) ni tashkil etadi. 15–25°C haroratdagi o'g'it zichligi 1230–1250 kg/m<sup>3</sup> ni, pH = 6,5–7,5 ga tengdir.

10:34:0 turidagi suyuq kompleks o'g'itlar ammoniy orto- va polifosfatlarining suvdagi eritmasi tarzida bo'lib, uning tarkibida 10% azot va 34% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. SKO\* tarkibiga kiradigan ammoniy ortofosfatlari tarkibida bir atom fosfor bo'lib, monoammoniy fosfat NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> va diammoniy fosfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> tarzida bo'ladi. Tarkibida ikki va undan ortiq fosfor tutgan ammoniy polifosfatlari SKO\* tarkibida diammoniy pirofosfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, triammoniy pirofosfat (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>HP<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, shuningdek oz miqdorda ammoniy tripolifosfat (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>H<sub>2</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> tarzida bo'ladi. SKO\*dagi umumiy P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning eng kamida 55% miqdori poli-shaklda bo'lishi kerak. Eritma zichligi 1400±30 kg/m<sup>3</sup>, kristallanish haroratining boshlanishi –18°C dan yuqori, qovushqoqligi 50 MPa·s, pH = 6,7 bo'ladi. U uglerodli po'latdan yasalgan idishlarda saqlanadi va tashiladi.

SKO\* tarkibiga asosiy komponentlardan tashqari boshlang'ich xomashyolarda qo'shimchalar bo'lgan temir, aluminiy, magniy, kalsiy, oltingugurt, florning suvda eruvchan birikmalari kiradi. Ularning miqdori (oksidlar hisobida) boshlang'ich xomashyo tarkibiga bog'liq bo'lib. 1,5–2,5% ni tashkil etadi. SKO\* tarkibida, shuningdek, oz miqdorda (0,3% gacha) qattiq qo'shimchalar – tarkibi (Fe,Al)NH<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> bo'lgan temir va aluminiyning ammoniyli pirofosfatlari bo'ladi, ular organik moddalar bilan mayda kristalli sekin cho'kadigan zarrachalar hosil qiladi.

SKO\* eritmasidagi tuzlarning umumiy miqdori ~ 60% ni tashkil qiladi.

SKO\* sifatini belgilaydigan asosiy ko'rsatkich P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> konversiya darajasi hisoblanadi.

**Konversiya darajasi** suyuq o'g'itlar tarkibida polifosfatlar tarzida bo'ladigan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> umumiy miqdoriga nisbatan qandaydir miqdorini tashkil etishini ko'rsatadi. Konversiya darajasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$K = \frac{P_2O_{5\text{poli}}}{P_2O_{5\text{umum}}} \cdot 100,$$

bunda: P<sub>2</sub>O<sub>5poli</sub> – SKO\*dagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> poli shakli massa ulushi, %;

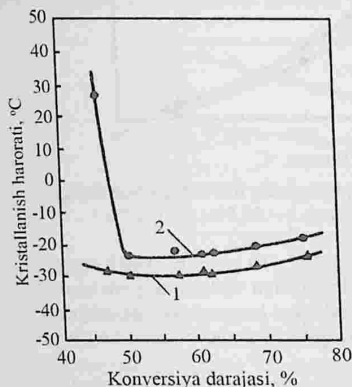
P<sub>2</sub>O<sub>5umum</sub> – SKO\*dagi umumiy P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> massa ulushi, %.

$P_2O_5$  ni analitik aniqlash anchagina qiyin, SKO'dagi konversiya darajasini aniqlash uchun  $P_2O_5$  va ortofosfatlar tarzidagi  $P_2O_5$  massa ulushlari aniqlanadi va ular orasidagi farqdan  $P_2O_5$  topiladi.

Bu holda konversiya darajasini (% hisobida) aniqlash formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$K = \frac{P_2O_5 - P_2O_{5orto}}{P_2O_{5umum}} \cdot 100.$$

Konversiya darajasi kattaligi SKO'ning qator fizik-kimyoviy, xususan, suyuq o'g'itlarni ma'lum sharoitda uzoq vaqt saqlashni belgilab beradigan kristallanish harorati kabi xossalari ta'sir ko'rsatadi. 10:34:0 tarkibli SKO' kristallanish haroratining konversiya darajasiga bog'liqligi keltirilgan 5.1- rasmdan ko'rinadiki, konversiya darajasi 50% dan kam bo'lmagan eritmalarda kristallanish harorati past (18–20°C bo'lishi mumkin).



5.1- rasm. SKO' kristallanish haroratining  $P_2O_5$  konversiya darajasiga bog'liqligi:

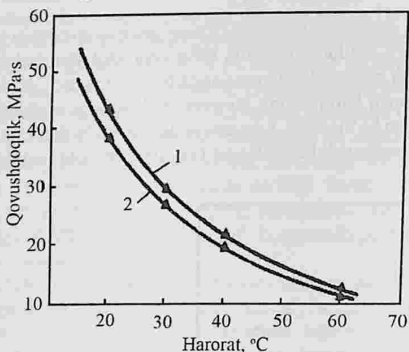
1 – kristallarning hosil bo'lishi; 2 – kristallarning yo'qolishi.

Quyi konversiya darajali SKO'larda tuzlarning eritmadan kristallanishi 0°C dan yuqori haroratda sodir bo'ladi va bunday o'g'itlarni ishlatishda qiyinchiliklar kelib chiqadi.

Issiqlik va massa almashinuvi jarayonlari borishiga, texnologik tizim gidravlik parametrlariga bog'liq bo'lgan SKO'ning muhim fizik-kimyoviy xossalari qovushqoqlik kiradi. Qovushqoqlik kattaligiga harorat, bosh-

lang'ich xomashyo tarkibi va  $P_2O_5$  konversiya darajasi katta ta'sir ko'rsatadi.

Superfosfat kislotadan (SFK) olingan SKO' qovushqoqligining harorat va konversiya darajasiga bog'liqligi 5.2- rasmda tasvirlangan. SKO' qovushqoqligi  $20^\circ C$  haroratda 40–45 MPa's ni,  $60^\circ C$  haroratda esa 12–15 MPa's ni tashkil etadi. Apatitdan olingan SFK asosidagi SKO' qovushqoqligi 5–10 MPa's ga kichikdir.



5.2- rasm. SKO' qovushqoqligining haroratga bog'liqligi.

$P_2O_5$  konversiya darajasi: 1 – 56,9%; 2 – 68,7%.

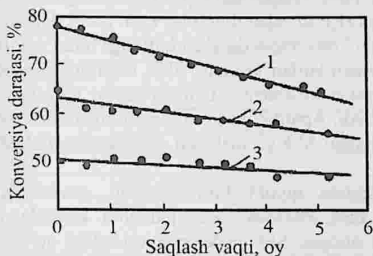
SKO' zichligi  $20^\circ C$  haroratda 1,395–1,410  $g/sm^3$  ni tashkil etadi hamda u o'g'itdagi ozuqa moddalari yig'indisiga va boshlang'ich xomashyo tarkibiga bog'liq bo'ladi. Ozuqa moddalari konsentratsiyasi oshganda va boshlang'ich superfosfat kislotadagi qo'shimchalar miqdori ko'payganda SKO' zichligi ortishiga olib keladi.

SKO' eritmasi neytral reaksiyaga egadir. Azotning massa ulushi 10% bo'lgan SKO'ga pH ko'rsatkichining 6,4–6,8 qiymatlari to'g'ri keladi. SKO' olish uchun ishlatiladigan kislota turiga bog'liq holda bu kattalik ma'lum darajada o'zgarishi mumkin.

Vaholanki, SKO' tarkibida erkin ammiak bo'lmaydi, eritma ustidagi  $NH_3$  ning muvozanatdagi parsial bosimi juda kichik bo'ladi.  $pH = 6,4–6,8$  intervalida ammiakning muvozanatdagi bug' bosimi, Pa hisobida quyidagicha bo'ladi:

|             |       |
|-------------|-------|
| Harorat, °C |       |
| 20 .....    | –     |
| 50 .....    | 10,6  |
| 80 .....    | 141,3 |
| 100 .....   | 625,3 |

SKO'ni saqlash jarayonida polifosfatlarning parchalanishi va ularning ortofosfatlarga aylanishi sodir bo'ladi. Konversiya darajasini kamayishiga olib keladigan bu jarayon *gidroliz* deb ataladi. Gidroliz tezligiga pH, harorat va konversiyaning boshlang'ich darajasi sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Eritma pH qiymati qanchalik kichik va uning harorati yuqori bo'lsa, polifosfatlar gidrolizi shunchalik tez sodir bo'ladi. Lekin  $\text{pH} > 6$  va harorat  $40^\circ\text{C}$  dan katta bo'lmasa, gidroliz tezligi sezilarsiz darajada bo'ladi (5.3-rasm). Shuning uchun 10:34:0 turidagi SKO' ning xossasi yomonlashmagan holda uzoq vaqt saqlanishi mumkin.



**5.3- rasm. SKO'ni uzoq vaqt saqlanganda  $\text{P}_2\text{O}_5$  konversiya darajasining o'zgarishi:**

konversiyaning boshlang'ich darajasi: 1 – 77%; 2 – 64%; 3 – 50%.

10:34:0 turidagi SKO' sifati quyidagi talablarga javob berishi kerak:

Massa ulushi, %

|  |            |
|--|------------|
| ozuqa moddalari yig'indisi .....           | $\geq 44$  |
| azot .....                                 | $\geq 10$  |
| $\text{P}_2\text{O}_{5\text{summa}}$ ..... | $\geq 34$  |
| erimaydigan qoldiq .....                   | $\leq 0,3$ |

|   |                 |
|---|-----------------|
| $P_2O_5$ konversiya darajasi, % .....               | $\geq 57$       |
| eritma pH qiymati .....                             | 6–7             |
| $20^\circ C$ haroratdagi zichligi, $g/sm^3$ .....   | $1,40 \pm 0,03$ |
| kristallanish harorati, $^\circ C$ .....            | $\leq -18$      |
| $20^\circ C$ haroratdagi qovushqoqligi, MPa·s ..... | $\geq 50$       |

## 2- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish xomashyolari

10:34:0 turidagi SKO' olish uchun superfosfat kislotaga, ammiak va suv asosiy boshlang'ich komponentlar hisoblanadi.

**Superfosfat kislotaga** alohida individual kimyoviy birikma hisoblanmaydi. Fosfat kislotalar aralashmasi shunday mahsulot nomi bilan yuritilishi mumkin. Uning tarkibiga ortofosfat kislotaga  $H_3PO_4$  hamda tarkibida ikki va undan ortiq fosfor atomlari tutgan bir qator polifosfat kislotalar kiradi. Polifosfat kislotalari pirofosfat kislotaga  $H_4P_2O_7$ , shuningdek oz miqdordagi tripolifosfat kislotasi  $H_5P_3O_{10}$  dan iborat bo'ladi. SKO' dagi kabi SFKda ham polifosfatlar ulushi konversiya darajasi kattaligi bilan aniqlanadi.

Asosiy komponentlardan tashqari SFK tarkibida uni olish jarayonida fosfatli xomashyodan kislotaga o'tadigan temir, aluminiy, magniy, fluor, kalsiy kabilar bo'ladi. Apatit konsentratidan olingan SFK tarkibida Florida fosforitlaridan olingan SFKga nisbatan qo'shimchalar kam bo'ladi (5.1-jadval).

Superfosfat kislotaga qiyom ko'rinishidagi qovushqoq suyuqlikdir. SFKning ayrim fizik xossalari 5.2- jadvalda keltirilgan.

Fosforitlardan olingan SFKda ko'p miqdordagi qo'shimchalar bo'lishi uning qovushqoqligini oshiradi, organik qo'shimchalar esa elementar uglerod (qurum) hisobiga kislotaning qora rangda bo'lishiga olib keladi.

5.1- jadval

Turli xil xomashyolardan olingan SFK tarkibi

| Komponentlar        | SFKdagi komponentlar massa ulushi, % |                               |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
|                     | Florida fosforitlaridan olingan      | Apatit konsentratidan olingan |
| $P_2O_5$ umum       | 68–72                                | 70–72                         |
| $P_2O_5$ so'ngi     | 40–55                                | 30–40                         |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | 3,5–4,5                              | 1,8–2,5                       |

## 5.1- jadvalning davomi

|                       |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|
| CaO                   | 0,2       | 0,2       |
| MgO                   | 0,6 gacha | yo'q      |
| SO <sub>2</sub>       | 3,5 gacha | 2,5–3,0   |
| F                     | 0,3–0,9   | 0,05–0,10 |
| Organik qo'shimchalar | 0,1–0,3   | yo'q      |

## 5.2- jadval

## SFKning ayrim fizik xossalari

| Ko'rsatkichlar                                   | Superfosfat kislota           |                                 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
|  | Apatit konsentratidan olingan | Florida fosforitlaridan olingan |
| Zichligi, g/sm <sup>3</sup> (20°C)               | 1,95–2,05                     | 1,95–2,05                       |
| Qovushqoqligi, MPa·s:                            |                               |                                 |
| 20°C da  | 2100–2500                     | 10000–15000                     |
| 40°C da  | 550–600                       | 2500–3000                       |
| 60°C da  | 150–200                       | 600–700                         |
| Solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/kg·K (25–100°C) | 1,637                         | 1,616                           |
| Issiqlik o'tkazuvchanligi, W/(m·K) (25–100°C)    | 0,0043                        | 0,0044                          |
| Qaynash harorati, °C                             | 300–340                       | 300–340                         |
| Qotish harorati, °C*                             | 5–10                          | 10–20                           |
| Rangi  | Yashildan to'q jigarranggacha | Qora                            |

\* SFK qotish harorati deganda kislota oquvchanligi to'la yo'qoladigan harorat tushuniladi.

Yuqori darajada qovushqoqligi sababli SFKni saqlash va tashish 50–60°C haroratda amalga oshiriladi.

Kislotani tashish uchun maxsus sakkiz asosli 120 t sig'imli temiryo'l sistemalari ishlatiladi. Sistemalar ichki qismi butilkauchun himoyalangan uglerodli po'latdan yoki zanglamaydigan po'latdan tayyorlanadi. SFK cho'kishing oldini olish uchun sistemalar penopoliuretandan iborat issiqlik himoyasi bilan muhofazalanadi. Har bir sistema ichki qismida bug' o'tkazish aylanma quvurlari (zmevik) joylashtiriladi, ular kerak bo'lganda kislotani qizdirish uchun xizmat qiladi.

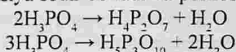
Superfosfat kislota ishlab chiqarish bir necha bosqichda amalga oshiriladi:

– tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali qayta ishlash yoʻli bilan  $P_2O_5$  massa ulushi 28–40% boʻlgan ekstraksiyon fosfat kislota (EFK) olish;

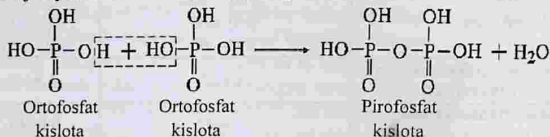
– vakuum-bugʻlatgich jihozlarida EFKdagi  $P_2O_5$  massa ulushi 52–54% gacha bugʻlatish, agar lozim boʻlsa, kislotaldan magniy birikmalari, shuningdek erimaydigan qoʻshimchalarni ajratish;

–  $P_2O_5$  massa ulushi 68–72% gacha EFKni keyingi konsentrlash.

Konsentrlash 240–260°C haroratda vakuum-bugʻlatgich jihozida ham, 300–350°C haroratda kislotaldan yoqilgʻi gazlarini oʻtkazish orqali barbotaj turidagi jihozda ham amalga oshirilishi mumkin. Bunda fosfat kislotaldan faqatgina erkin suvgina (erituvchigina) bugʻlanib qolmasdan, kimyoviy bogʻlangan suv yoʻqotiladi. Konsentrlash jarayoni bilan bir vaqtda ortofosfat kislotaldan bitta yoki bir necha molekula suvning ajralish kimyoviy reaksiyasi – degidratatsiya sodir boʻladi va polifosfat kislota hosil qiladi:



Bu jarayonni sxema tarzida quyidagicha ifodalanishi mumkin:



SFK olish jarayoni yetarli darajada murakkab va koʻp energiya talab etadi. SKOʻ ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining 85% gacha ulushi SFK xarajatlari xissasiga toʻgʻri keladi.

**Ammiak.** SKOʻ ishlab chiqarishda suyuq ammiak ishlatiladi. Ishlatiladigan ammiak sifati quyidagi talablarga javob berishi kerak (B markali):

Massa ulushi, % hisobida:

|                |        |
|----------------|--------|
| ammiak .....   | ≥ 99,6 |
| namlilik ..... | ≤ 0,4  |

Miqdori, mg/l hisobida:

|             |     |
|-------------|-----|
| moy .....   | ≤ 8 |
| temir ..... | ≤ 2 |

SKOʻ olish jarayoni davomida suyuq ammiak bugʻlanadi va SFK bilan taʼsirlashishga gaz holatdagi ammiak yuboriladi. 1 kg suyuq ammiak bugʻlanganda 1300 l gaz holatidagi ammiak  $NH_3$  hosil boʻladi.

Suyuq ammiakning bug'lanish issiqligi 1200 kJ/kg (15°C haroratda). Ammiakning bu xossasidan suyuq ammiakni bug'latish uchun olinadigan SKO'ni qisman sovutishni amalga oshirishdagi texnologik jarayonlarda foydalaniladi.

Suyuq NH<sub>3</sub> bug' bosimi uning harorati bo'yicha aniqlanadi:

| t, °C                         | -30         | -20         | -10          | 0           |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| P, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,11 (1,18) | 0,18 (1,88) | 0,28 (2,87)  | 0,42 (4,24) |
| t, °C                         | 10          | 20          | 30           |             |
| P, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,6 (6,07)  | 0,84 (8,46) | 1,15 (11,51) |             |

Bu kattalik quyidagi texnologik jarayonlarda ishlatiladi: bug'latish jarayonida suyuq NH<sub>3</sub> haroratining o'zgarishi, tizimda gaz holatdagi ammiak bosimini boshqarish.

Ammiakning zichligi va solishtirma issiqlik sig'imi qiymatlari:

|  | Suyuq NH <sub>3</sub> | Gaz holatdagi NH <sub>3</sub> |
|--|-----------------------|-------------------------------|
| 15°C haroratdagi zichligi, kg/m <sup>3</sup> | 610                   | 0,77                          |
| Solishtirma issiqlik sig'imi, kj/(kg·K)      | 4,52                  | 2,24                          |

*Suv* tuzlar suyuqlanmasini eritish uchun ishlatiladi. Jarayonda dastlab tarkibida 0,02 mg/l dan ko'p bo'lmagan kalsiy va magniy ionlari tutgan yumshoq suv yoki suv bug'i kondensati ishlatiladi. Lekin o'tkazilgan tadqiqotlar va amaliy tajriba SKO' olishda quyidagi talablarga javob beradigan texnik suv ishlatilishini ham ko'rsatadi:

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Qattqlik .....    | 8 mg-ekv/l gacha   |
| Ishqoriylik ..... | 4 mg-ekv/l gacha   |
| Tuz miqdori ..... | 400 mg-ekv/l gacha |

Bugungi kunda deyarli barcha SKO' ishlab chiqarish korxonalarida texnik suv ishlatilmoqda.

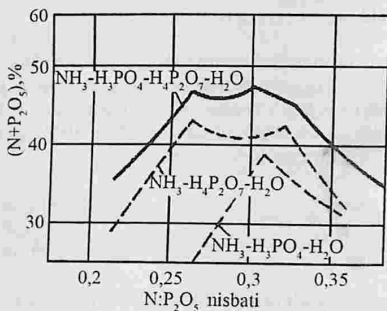
### 3- §. Suyuq kompleks o'g'itlar olish jarayonining fizik-kimyoviy asoslari

SKO' olish jarayoni ammiakning turli konsentratsiyadagi fosfat kislotalar bilan ta'sirlashishiga asoslangandir. Kislota ammoniylanganda hosil bo'ladigan ammoniy fosfatlari suvda eritiladi, o'g'itli eritma – SKO' olinadi.

SKO<sup>o</sup>da ozuqa moddalari konsratsiyasi va nisbati belgilangan minimal haroratdagi ammoniy fosfatlari eruvchanligi orqali aniqlanadi. Turli xil sharoitlarda eruvchanlik kattaligiga N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nisbati hamda tuzlar sistemasi-ga muvofiq keladigan orto- va polifosfatlar orasidagi nisbat bilan aniqlanadigan fosfat kislotaning ammoniylanish darajasi katta ta'sir ko'rsatadi.

5.4- rasmda keltirilgan ammoniy orto- va metafosfatlari eruvchanligi-ning N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nisbatiga bog'liqligidan ko'rinadiki, N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,29–0,33 nisbatida eritmadagi ozuqa moddalari yig'indisi maksimumga erishadi. Bu o'z navbatida SKO<sup>o</sup>da ozuqa moddalari nisbatini aniqlaydi: suyuq o'g'itlar tarkibidagi I qism azotga 3,0–3,4 qism P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> to'g'ri keladi.

Dastlab SKO<sup>o</sup> olish uchun termik ortofosfat kislotasi ishlatilgan. Fosfat kislotani ammoniylash ammiakli suv bilan hajmdor turdagi jihozlarda amalga oshirilgan. Tayyor mahsulot mono- va diammoniyfosfat eritmaları bo'lib, tarkibida 8% azot va 24% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. Ammo bunday tarkibda SKO<sup>o</sup> olish jarayoni termik fosfat kislotasi tannarxining kattaligi va kamyobligi sababli keng ko'lamda qo'llanilmadi.



5.4- rasm. 0°C haroratda NH<sub>3</sub>-H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-H<sub>2</sub>O sistemasi eruvchanligi.

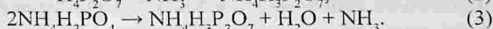
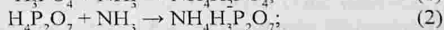
Keltirilgan sxema bo'yicha 8:24:0 turidagi SKO<sup>o</sup> olish uchun ekstraksiya fosfat kislotasi ishlatish kislota Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> va boshqa qo'shimchalar bo'lganligi sababli amalga oshmay qoldi. SKO<sup>o</sup> olishda kislotadagi qo'shimchalar suvda erimaydigan tuzlar – CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, Al PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, FePO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O va hokazo hosil qiladi, ular cho'kmaga tushadi.

bu esa SKO'ni saqlash va ishlatishda qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Cho'kmani SKO'dan ajratish va yuvishni uning tarkibiga kiradigan birikmalar mayda kristall va amorf xususiyatli bo'lganligi tufayli amalga oshirib bo'lmaydi.

SFK va ammoniy polifosfatlari olish texnologiyalari yaratilgandan keyingina SKO' ishlab chiqarish yo'lga qo'yilga boshlandi. Ortofosfatlar bilan solishtirilganda ammoniy polifosfatlari tarkibida 2–4 atom fosfor tutadi va yaxshi eruvchanlikka egadir. Bundan tashqari, ular 2- va 3-valentli metallar bilan suvda eruvchan turli xil kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega, bu esa ekstraksiyon fosfat kislotani ammoniyashtirishda cho'kmalar hosil bo'lishini bartaraf etadi.

Polifosfatlarning bu sifati ular asosida olinadigan SKO'ning yuqori iste'mol sifatini ta'minlaydi: qattiq qo'shimchalarning amalda mavjud emasligi, ozuqa moddalarining yuqori konsentratsiyaliligi, kristallanish haroratining pastligi (minus 20°C gacha). Shunday xossaligi o'g'itli eritmalar olish uchun suyuq kompleks o'g'itlarda P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> konversiya darajasini 55–57% dan kam bo'lmasligini ta'minlash kerak.

SKO' olishda ammoniy polifosfatlarining hosil bo'lishi bevosita texnologik jarayonlarda, ya'ni uning 1-bosqichida – SFKni ammoniyashtirishda sodir bo'ladi. Bu jarayon soddalashtirilgan holda quyidagi reaksiyalar bilan ifodalanadi:



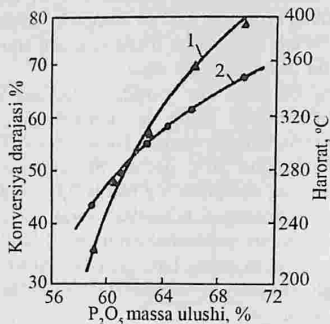
Ammoniy pirofosfatlari SFK tarkibiga kiradigan pirofosfat kislotaning neytrallanishi hisobiga ham (2-reaksiya), ammoniy ortofosfatlarining neytrallanishi hisobiga ham (3-reaksiya) hosil bo'ladi. Vaholanki, SFKdagi pirofosfat kislotani miqdori unchalik katta bo'lmaydi, fosfor polishaklining asosiy qismi degidratatsiya hisobiga hosil bo'ladi.

Ortofosfatlar degidratatsiyasi 160–190°Cda boshlanadi, ammo bu haroratda jarayon juda sekin tezlikda boradi hamda talab etiladigan konversiya darajasiga yetishi uchun jarayon bir necha soat davom etadi. Harorat ortishi bilan degidratatsiya tezligi keskin ortadi va 300°C haroratda kerakli miqdordagi polifosfatlar 1 soatgacha vaqtda olinishi mumkin. Bu esa kislotani ammoniyashtirishni sodda va ixcham jihoz – quvurli reaktorda amalga oshirish imkoniyatini yaratadi.

SKO' olishda degidratatsiya jarayoni avtotermik sodir bo'ladi, ya'ni jarayon uchun talab etiladigan harorat superfosfat kislotani ammoniyashtirish

tirish issiqligi hisobiga ta'minlanadi. SFKni ammoniyashtirish issiqlik efekti 1 kg bog'langan azot hisobiga ~6200 kJni tashkil etadi.

Boshlang'ich kislotaning konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, ammoniyashtirish harorati ham yuqori bo'ladi va olinadigan SKO'da  $P_2O_5$  konversiyasi katta bo'ladi (5.5- rasm). Quvurli reaktorda ammoniyashtirishda 55–60% konversiya darajali SKO' olishni ta'minlash uchun superfosfat kislotaning minimal konsentratsiyasi 63–65%  $P_2O_5$  bo'lishi kerak.

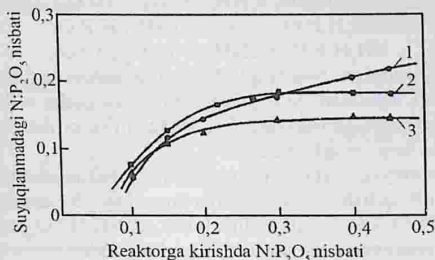


5.5- rasm. SKO'dagi  $P_2O_5$  konversiya darajasi (1) va ammoniyashtirish harorati (2) ning boshlang'ich kislotaning konsentratsiyasiga bog'liqligi.

$P_2O_5$  konversiya darajasi quvurli reaktorga kiradigan ammiak:kislotaning ( $N:P_2O_5$ ) nisbatiga ham bog'liqdir. Bu nisbat ortishi natijasida kislotaning bilan ta'sirlashadigan  $NH_3$  miqdori ortadi (5.6- rasm). Shunga muvofiq holda ajraladigan issiqlik miqdori va ammoniyashtirish harorati ortadi. SFK uchun bog'lanadigan ammiak ulushining shunday ortishi, faqat kirishdagi  $N:P_2O_5$  nisbat qiymati ~0,20 ga teng bo'lguncha sodir bo'ladi. Reaktorga beriladigan  $NH_3$  miqdorining bundan keyingi ortishi hech qanday samara bermaydi. Shuning uchun SFKdan foydalanilganda reaktorga SKO' olish uchun talab etiladigan ammiak miqdorining ~70% beriladi, qolgan qismi esa eritmani keyingi qo'shimcha ammoniyashtirishda ishlatiladi.

SFKga nisbatan past konsentratsiyali fosfat kislotaning ishlatilganda hosil bo'ladigan fosfatlardagi azot to'la me'yordagi ammiakni (kirishda  $N:P_2O_5$  nisbati -0,294) reaktorga bergunga qadar eng katta miqdorgacha ortadi. Bu

holda maksimal issiqlik effektini hosil qilish uchun quvurli reaktorga SKO' olish uchun kerak bo'ladigan ammiakning barcha miqdori beriladi.



**5.6- rasm. Reaktorga kirishdagi ammiak va fosfat kislota nisbatining suyuqlanmadagi N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nisbatiga ta'siri:**

boshlang'ich kislota konsentratsiyasi: 1 – 53,2; 2 – 62,5; 3 – 69,2.

Kislotani ammoniyashtirish jarayonidagi haroratda hosil bo'ladigan tuzli komponentlar suyuqlanma holatida bo'ladi hamda tuzlar suyuqlanmasi, suv bug'i va ta'sirlashmagan ammiakdan iborat gaz-suyuqlik aralashmasi tarzida quvurli reaktordan chiqadi. Bu aralashma keyinchalik suvda eritiladi, SKO' eritmasi hosil qilinadi.

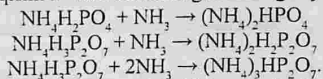
Tuzlar suyuqlanmasi eritilganda polifosfatlar gidroliz jarayoni sodir bo'lishi mumkin. Gidroliz – polifosfatlarga suv birikishi bilan bog'liq bo'lgan degidratatsiyaga nisbatan qaytar jarayondir va polifosfatlarning ortofosfatlarga aylanishidir:



Gidroliz juda ham o'rinsiz jarayon bo'lib, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> polishakli ulushini kamaytiradi, bu esa SKO' sifatini yomonlashishiga olib keladi (cho'kmalar paydo bo'lishi va hokazo).

Yuqori haroratda va eritma pH qiymati kichik bo'lganda gidroliz tezligi keskin ortadi. Shuning uchun polifosfatlar gidrolizidan xalos bo'lish uchun eritma suyuqlanmani eritish jarayonida pH=6–7 gacha qo'shimcha ammoniylanadi va uni oldindan sovutilgan ko'p miqdordagi SKO' bilan aralashtirish orqali 60–70°C haroratgacha tez sovutiladi. Qo'shimcha ammoniyashtirish quvurli reaktorda ta'sirlashmagan ammiak hisobiga ham, qo'shimcha beriladigan ammiak hisobiga ham amalga oshiriladi.

Qo'shimcha ammoniylashda bitta almashingan ammoniy orto- va poli-fosfatlarining bir qismi 2- va 3-almashingan tuzlarga aylanadi:



SKO' turg'unligiga boshlang'ich kislota tarkibidagi qo'shimchalar ta'sir ko'rsatadi. Masalan,  $\text{SO}_3$  miqdorining 5% gacha ortishi konversiya darajasining ortishiga olib keladi. Kislodata fluor birikmalari bo'lganda SKO' eritmasi turg'unligi ortadi.

SFKni ammoniylov jarayonida reaktor ichki yuzasiga cho'kindilarning muntazam o'tirib qolishi – inkrustatsiya kuzatiladi. Bu jarayon halqa tuzilishli  $(\text{Fe,Al})(\text{PO}_3)_3$  va chiziqli tuzilishli  $(\text{Fe,Al})\text{NH}_4\text{HP}_3\text{O}_{10}$  turidagi suvda erimaydigan birikmalar hosil bo'lishi bilan bog'liqdir.

Boshlang'ich kislota tarkibida  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  qo'shimchalari miqdorining ortishi reaktordagi inkrustatsiyani jadallashtiradi, reaktor samaradorligini kamaytiradi.

#### 4- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik sxemasi

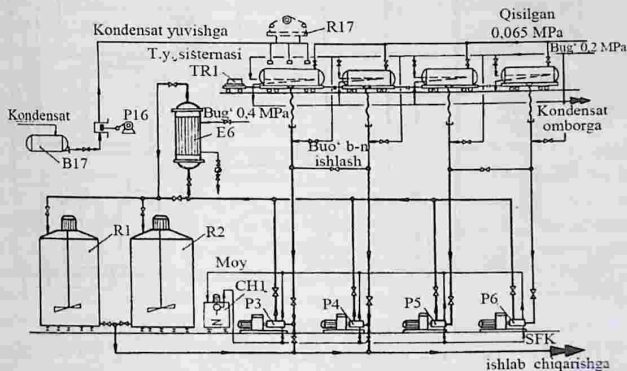
Suyuq kompleks o'g'itlar olish texnologik jarayoni quyidagi ishlarni o'z ichiga oladi:

- SFKni qabul qilish va saqlash;
- suyuq kompleks o'g'itlar eritmasi olish;
- tayyor mahsulotlarni saqlash va tashish.

**Superfosfat kislota qabul qilish va saqlash** (5.7- rasm). Superfosfat kislota ishlab chiqarish korxonasiga sig'imi  $60 \text{ m}^3$  bo'lgan maxsus temiryo'l sistemalarida keltiriladi. Sisterna kislota bilan tortiladi va tushirish moslamasiga bog'lanadi. 4 ta sisterna tagiga tushirish moslamasi o'rnatiladi. Tushirishdan oldin sistemalardagi harorat o'lchanadi: agar harorat  $60^\circ\text{C}$  dan past bo'lsa, kislota sisternaning o'zida qizdiriladi. Buning uchun sisterna ichiga o'rnatilgan isitish quvuriga  $0,2 \text{ MPa}$  ( $2 \text{ kgs/sm}^2$ ) bosimli bug' yuboriladi. Bug' kollektori sisterna bilan tez ajratiluvchi shlang bilan biriktiriladi.

Kislota  $60\text{--}70^\circ\text{C}$  gacha qizdirilgandan so'ng bug' berilishi to'xtatiladi. Sisternaning quyish jo'mragidan shlang orqali rotatsion nasos yordamida omborga tushiriladi. Kislota tushishini tezlashtirish uchun sisternaga  $0,065 \text{ MPa}$  ( $0,65 \text{ kgs/sm}^2$ ) bosimda havo beriladi. Ombordagi kislota

harorati 60–70°Cda ushlab turiladi. Harorat pasayganda SFKni qizdirish 0,4 MPa (4 kgs/sm<sup>2</sup>) bosimdagi to'yingan suv bug'i bilan qizdiriladigan issiqlik almashtirgichga kislotani quvurdagi aylanma harakati orqali amalga oshiriladi.



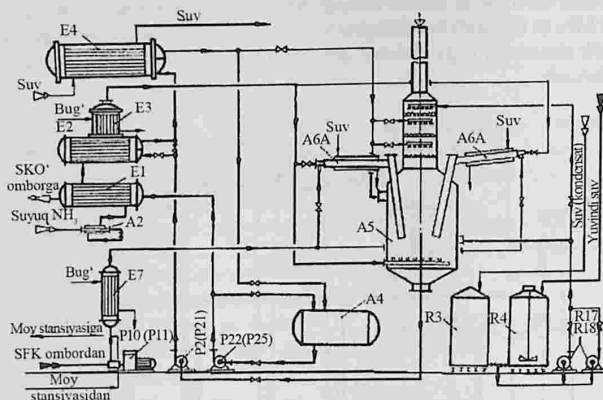
5.7- rasm. SFK qabul qilish va saqlash tarmog'i texnologik sxemasi:

R1, R2 – SFK ombori; P3, P4, P5, P6 – rotatsion nasoslar; CH1 – moy statsiyasi; E6 – issiqlik almashtirgich; B17 – hajmdor idish; P16 – uchplunjerli nasos; TR1 – sisternalarni to'xtatish uchun qurilma; R17 – sisternalarni yuvish qurilmasi.

Superfosfat omborlariga aralashtiruvchi qurilmalar o'rnatilgan bo'ladi. Temiryo'l sisternalari va uzatish quvurlari 3–5 MPa (30–80 kgs/sm<sup>2</sup>) bosimdagi suv bilan yuviladi. Me'yorida ishlashini ta'minlash uchun rotatsion nasoslarga 1,2–1,4 MPa (12–14 kgs/sm<sup>2</sup>) bosimda moy stansiyasidan moylash suyuqligi (moy) yuboriladi.

**Ammoniy polifosfatlari eritmasi olish** (5.8- rasm). Ombordan rotatsion nasos – me'yorlashtirgich P10 orqali quvurli reaktorga superfosfat kislotaga beriladi. Kislotaga rotor nasosi – me'yorlashtirgichning aylanish soni o'zgarishiga qarab me'yorlashtiriladi.

Reaktorga uzatishdan oldin kislotaga issiqlik almashtirgich E7da 0,4 MPa (4kgs/sm<sup>2</sup>) bosimdagi bug' bilan 80°C haroratgacha qizdiriladi.



5.8- rasm. SKO' eritmasi olish tarmog'i texnologik sxemasi:

P10(P11) – SFK me'yorlashtirgich-nasoslari; E1, E4, E7 – issiqlik almashtirgichlar; A2 – ammiakning o'z-o'zini sovitkichi; E2 – ammiak bug'latgich; E3 – ammiak isitgich; A6A, A6B – quvurli reaktorlar; A3 – nasos; R3, R4 – hajmdor idishlar; P17(P18), P22(P23) – nasoslar.

1,4 MPa ( $14 \text{ kgs/sm}^2$ ) bosimdagi suyuq ammiak korxonadan «quvurdagi quvur» turidagi F2 o'z-o'zini sovitish tizimiga beriladi, u yerda ammiakdagi gaz fazasini kondensatsiyalash uchun qo'shimcha sovitiladi. Sovutilgandan so'ng qurilmaga beriladigan ammiak miqdori o'lchanadi. So'ngra suyuq ammiak 0,7 MPa ( $7 \text{ kgs/sm}^2$ ) bosimgacha drossellanadi va issiqlik almashtirgich E1 ning quvurlararo bo'shlig'iga beriladi. Issiqlik almashtirgich quvurlari ichidan omborga yuboriladigan tayyor mahsulot harakatlanadi va u kelayotgan ammiak bilan  $40^\circ\text{C}$  dan  $25^\circ\text{C}$  gacha sovitiladi. Bunda suyuq ammiak  $14^\circ\text{C}$  haroratda qisman bug'lanadi. So'ngra ammiak bug'latgich E2 ga tushadi, u yerda bug'latgich quvur bo'shlig'iga  $65^\circ\text{C}$  haroratda beriladigan SKO' eritmasi issiqligi hisobiga ammiakning to'la bug'lanishi sodir bo'ladi. Tarkibida suyuq ammiak tomchilari bo'lgan gaz holatidagi ammiak qizdirgich E3 ga keladi, u yerda issiqlik almashtirgich quvurlararo bo'shlig'iga  $0,4 \text{ MPa}$  ( $4 \text{ kgs/sm}^2$ ) bosimda beriladigan to'yingan suv bug'i bilan  $50^\circ\text{C}$  haroratgacha qizdiriladi.

Qizdirilgandan so'ng qariyb 70% ammiak qo'shimcha neytrallagichga o'rnatilgan reaktorga keladi. Unda ikkita reaktor o'rnatilgan bo'lib, ulardan biri ishchi, ikkinchisi esa zaxira holatida bo'ladi. Quvurli reaktorda superfosfat kislotaning ammiak bilan 300–350°C haroratda neytrallanishi sodir bo'ladi. Ammoniy orto- va metafosfatlarining suyuqlanma aralashmasi reaktordan qo'shimcha neytrallagichga o'tadi, u yerda SKO'ning aylanuvchi eritmasi va u bir vaqtda qo'shiladigan texnik suv yoki kondensat bilan suyultiriladi. Qo'shimcha neytrallagichning pastki qismida barbotaj qurilmasi joylashtirilgan bo'lib, u orqali eritmani pH=6,0–7,0 gacha qo'shimcha ammoniyashtirish uchun qolgan 30% ammiak yuboriladi.

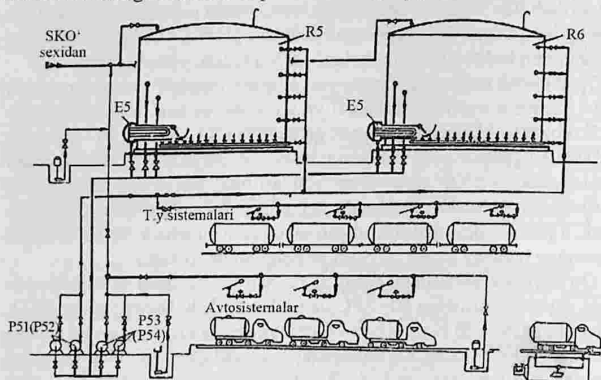
Qo'shimcha neytrallagichning yuqori qismi chiqindi gazlarini tozalash uchun skrubber vazifasini bajaradi va unda ikki qatlam to'ldirgich bo'ladi. Skrubber to'ldirgichning yuqori qatlamidagi R3 idishdan P17 nasos bilan uzatiladigan suv yoki kondensat hamda to'ldirgich quyi qatlami orqali ta'minlanadigan SKO' aylanuvchi eritmasi bilan sug'oriladi. Sug'oriladigan eritma o'z-o'zicha qo'shimcha neytrallagichning quyi qismiga oqib tushadi, u yerda reaktordan chiqadigan suyuqlanmani eritadi. Skrubber orqali gazlarning harakati tabiiy so'rilish hisobiga sodir bo'ladi.

Qo'shimcha neytrallagichdagi SKO' harorati bir qism sovutilgan eritmani qaytarish hisobiga 60–70°C da ushlab turiladi. Buning uchun SKO' aylanishi nasos P20 bilan E2 va E4 issiqlik almashtirgichlar orqali amalga oshiriladi. Qo'shimcha neytrallagichdan chiqadigan SKO'ning bir qismi ammiak bug'latgichiga tushadi. Bug'latgichdan o'tgan eritma SKO'ning asosiy oqimi bilan qo'shiladi va E4 issiqlik almashtirgichga tushadi, u yerda aylanma suv bilan 40°C haroratgacha sovutiladi. Sovutilgandan so'ng SKO'ning bir qismi (~36 m<sup>3</sup>/soat) tayyor mahsulotning oraliq idishiga, ko'p qismi (~358 m<sup>3</sup>/soat) esa qo'shimcha neytrallagichga qaytariladi. Bunda skrubberning quyi qismidagi forsunkaga ~108 m<sup>3</sup>/soat eritma berilishi kerak, ~250 m<sup>3</sup>/soat eritma esa qo'shimcha neytrallagichga to'g'ridan to'g'ri qaytariladi. Tayyor mahsulot A4 oraliq idishdan P22 nasos bilan to'la sovutish uchun R1 issiqlik almashtirgichga va so'ngra tayyor mahsulot omboriga uzatiladi.

Oqavalar, kislotali kondensatlar, temiryo'l sisternalari yuvindilari R4 idishga yig'iladi, undan P18 nasos bilan suyuqlanmani eritish uchun qo'shimcha neytrallagich quyi qismiga beriladi.

**Tayyor mahsulotni saqlash va tashish** (5.9- rasm). Tayyor mahsulot SKO' olish qurilmasidan o'tkazish quvuri orqali har birining hajmi 20000 m<sup>3</sup> bo'lgan omborga yuboriladi. Saqlash paytida aylanma harakat

yordamida SKO'ni muntazam aralastirib turish amalga oshiriladi, bunda eritma tarkibi ombor hajmi bo'yicha bir xil bo'ladi va uning ostiga cho'kma tushishi oldi olinadi. Buning uchun rezurvarlar ostiga injeksiya turidagi forsunkalar bilan kollektorlar o'rnatiladi. Ombor osti yuzasi 5 ta seksiyaga ajratiladi, ularning har birida alohida kirish bo'ladi. SKO' eritmasi ombordan P51(P52) nasoslar bilan  $400 \text{ m}^3/\text{soat}$  tezlikda chiqariladi va yana sektorlardan biridagi kollektor orqali rezervuarga qaytariladi.



5.9- rasm. Tayyor mahsulotni saqlash va tashish tarmog'i texnologik sxemasi:

R5, R6 – SKO' ombori; E5 – issiqlik almashtirgich; P51(P52), P53(P54) – nasoslar.

Sirkulatsiya jarayonida eritma kirish joyida davriy ulanish-uzilish sodir bo'ladi va SKO' idishga beshta sektorning har biridan birin-ketin qaytariladi, natijada mahsulotning barcha massasi ombor hajmi bo'yicha bir tekisda aralashadi.

Qishki paytda SKO' kristallanishining oldini olish uchun sirkulatsiya E5 issiqlik almashtirgichdan o'tkaziladi, u orqali eritmani isitish amalga oshiriladi. Issiqlik almashtirgichga bug' berish ombordagi harorat bo'yicha avtomatik boshqariladi.

P51(P52) nasos SKO'ni bir ombordan ikkinchisiga o'tkazishda ishlatilishi mumkin. Tayyor mahsulot iste'molchiga temiryo'l yoki avtosistemalar-

da yetkazilishi mumkin. Temiryo'l sisternalariga SKO' quyish P51(P52) nasoslari bilan amalga oshiriladi. Bunda bir vaqtning o'zida to'rtta sistema to'ldiriladi. Avtosisternalarga P53(P54) nasoslar bilan 50 m<sup>3</sup>/soat tezlikda eritma to'ldiriladi. To'ldirilgan temiryo'l va avtosisternalar og'irligi tortiladi.

Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik tartibi va texnologik sxemasini ishlatish (5.3- jadval). Texnologik tartib me'yori – texnologik jarayonni xavfsiz o'tkazishni ta'minlaydigan harorat, bosim, daraja, sarf, pH, zichlik qiymatlariga talablar hamda texnik shartlar barcha talablariga javob beradigan tayyor mahsulot olish bo'yicha o'rnatiladi.

5.3- jadval

**SKO' ishlab chiqarish texnologik tartibining asosiy ko'rsatkichlari**

| Ko'rsatkich  | Jihozning tasvirdagi raqami | Ko'rsatkich qiymati    |
|--|-----------------------------|------------------------|
| 1  | 2                           | 3                      |
| Superfosfat kislotani qabul qilish va saqlash  |                             |                        |
| Tushirishda sisternadagi SFK harorati, °C  | –                           | 60–70                  |
| Sisternadagi SFKni isitish uchun bug'ning bosimi, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> )                 | –                           | 0,2 (2)                |
| SFKni isitishda issiqlik almashtirgichdan chiqishda uning harorati, °C                       | E6                          | 70–80                  |
| SFKni saqlash harorati, °C   | R1, R2                      | 60–70                  |
| Suyuq kompleks o'g'it olish  |                             |                        |
| Reaktorga tushadigan SFK miqdori, t/soat   | A6A, A6B                    | 25 gacha               |
| Reaktorga kirishda SFK harorati, °C  | E7                          | 75–80                  |
| Reaktorga kirishda SFK bosimi, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> )                                    | A6A, A6B                    | ≤ 0,6 (6)              |
| Qurilmaga tushadigan suyuq NH <sub>3</sub> miqdori, t/soat                                   | A2                          | 6,1 gacha              |
| O'z-o'zini sovutish tizimigacha suyuq NH <sub>3</sub> bosimi, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> )     | A2                          | ≥ 1,4 (14)             |
| O'z-o'zini sovutish tizimidan so'ng suyuq NH <sub>3</sub> bosimi, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | A2                          | 0,7 (7)                |
| Bug'latgichda suyuq ammiak darajasi, %   | E2                          | 30–70                  |
| Isitgichdan so'ng gaz holatidagi ammiak harorati, °C   | E3                          | 45–55                  |
| Isitgichdan so'ng gaz holatidagi ammiak bosimi, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> )                   | E3                          | 0,65–0,75<br>(6,5–7,5) |
| Reaktorga kiradigan gaz holatidagi ammiak miqdori, t/soat                                    | A6A, A6B                    | 4,3 gacha              |

|  |          |             |
|--|----------|-------------|
| Qo'shimcha neytrallagichga kiradigan gaz holatidagi ammiak miqdori, t/soat | A3       | 1,8 gacha   |
| Reaktordagi harorat, °C  | A6A, A6B | ≥ 300       |
| Qo'shimcha neytrallagichdagi SKO' harorati, °C                             | A3       | 60–70       |
| Issiqlik almashtirgichdan so'ng sirkulatsiyalanuvchi SKO' harorati, °C     | E4       | 40          |
| Omborga berishda SKO' harorati, °C   | –        | 25          |
| Qo'shimcha neytrallagichga beriladigan suv, t/soat                         | A3       | 19,5 gacha  |
| Qo'shimcha neytrallagichdagi SKO' zichligi, g/sm <sup>3</sup>              | A3       | 1,400–1,430 |
| Qo'shimcha neytrallagichdagi SKO' pH qiymati                               | A3       | 6–7         |
| Tayyor mahsulotni saqlash va tashish                                       |          |             |
| SKO'dagi P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> massa ulushi, %                     | R5, R6   | ≥ 34        |
| SKO'dagi N massa ulushi, %   | R5, R6   | ≥ 10        |
| Konversiya darajasi, %   | R5, R6   | ≥ 57        |
| Suvda erimaydigan qoldiq massa ulushi, %                                   | R5, R6   | ≤ 0,3       |

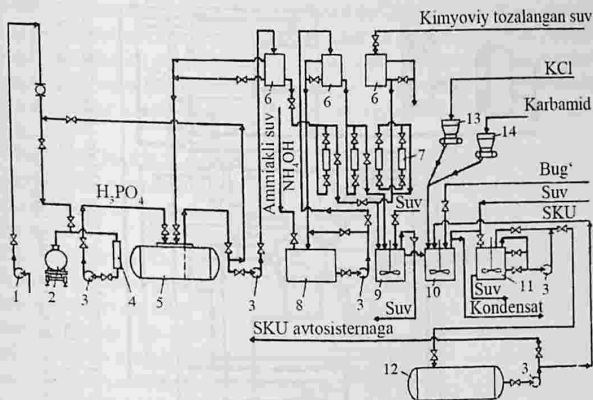
Suyuq kompleks o'g'itlar issiq va sovuq aralashtirish usullari bilan ishlab chiqariladi. Yirik korxonalarda fosfat yoki polifosfat kislotani ammiak bilan neytrallash orqali issiq aralashtirishda ammoniy orto- va polifosfatlarining asosiy eritmaları olinadi. Sovuq aralashtirish usuli iste'molchiga yaqin hududda kichik qurilmalarda ishlatiladi. Bunda o'g'it – asosiy eritmaga karbamid, ammoniy nitrat, kaliy tuzlari qo'shish orqali ozuqa moddalarining talab etiladigan nisbatida tayyorlanadi.

5.10- rasmda suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemalaridan biri tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha termik fosfat kislotasi 60°C haroratda ammiakli suv bilan neytrallanadi. So'ngra eritmaga (pH = 6,5–7,5; NH<sub>3</sub>: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = 1,8–1,9 molar nisbati) karbamid va kaliy xlorid qo'shiladi. Olinadigan suyuq o'g'it tarkibida 27% ozuqa elementlari (9–9–9) bo'ladi.

1 t o'g'it ishlab chiqarish uchun: 0,17 t fosfat kislotasi (53% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 0,155 t ammiakli suv (20,5% N), 0,126 t karbamid (46% N), 0,150 t KCl (60% K<sub>2</sub>O) va 0,4 m<sup>3</sup> suv sarflanadi.

Ortofosfat (40–54% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) yoki polifosfat (68–88% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) kislotalarini yuqori haroratli (210–250°C ammoniy lashtirish orqali olinadigan ammoniy polifosfatlar eritmaları asosida yuqori konsentratsiyali o'g'itlar asosi: 10–34–0, 11–37–0 va boshqalar tayyorlanadi. Bu eritmaları uchlamchi

suyuq o'g'itlar ishlab chiqarish uchun ishlatish naf keltirmaydi, chunki ulardagi ozuqa moddalar konsentratsiyasining yig'indisi ortofosfat kislotaga ishlatilgandagiga nisbatan ko'p bo'lmaydi.

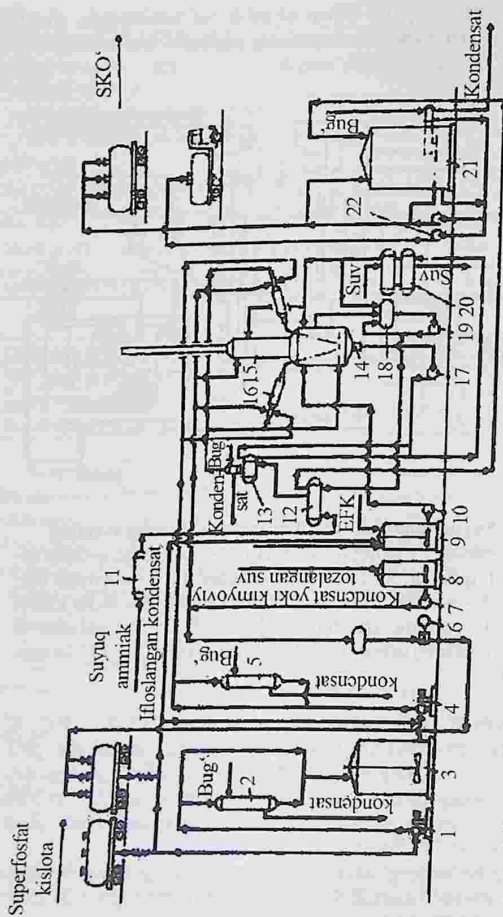


### 5.10- rasm. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemasi:

1 – vakuum-nasos; 2 – temiryo'l sisternasi; 3 – markazdan qochma nasoslar; 4 – sifonli qurilma; 5 – fosfat kislotaga saqlagichi; 6 – quyuvchi bak; 7 – rotametrlar; 8 – ammiakli suv bilan ta'minlash baki; 9 – fosfat kislotaga neytrallagichi; 10 – tuzlarni eritish uchun jihoz; 11 – oxirgi aralashtirish (aralashtirishni tugallash) uchun jihoz; 12 – SKO' ombori; 13, 14 – ta'minlagichli bunker.

10–34–0 markali SKO' ishlab chiqarishda odatda, 68–72%  $P_2O_5$  li, ma'lum miqdori (25–40%) kondensirlangan shakldagi ekstraksiya polifosfat kislotaga ishlatiladi. Jarayon – 70–120°C haroratgacha qizdirilgan kislotani kichik hajmdagi (o'tish vaqti 0,1–0,2 s) quvurli reaktorda 1,38 MPa bosim ostida beriladigan gaz holatdagi ammiak bilan neytrallashtirish orqali amalga oshiriladi (5.11- rasm).

Reaktorning bir soatdagi ishlab chiqarish unumdorligi kislotaga bo'yicha 17 t (50 t/soat 10–34–0 markali SKO') bo'lganda uning hajmi 0,3–0,4 m<sup>3</sup> tashkil etadi; reaktordagi harorat 270–380°C ga teng.



5.11-rasm. Polifosfat kislotalar asosida suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemasi:

1, 4, 7, 8, 10, 17, 19, 22 – nasoslar; 2, 5 – qizdirgichlar; 3, 21 – omborlar; 6 – hajmdor idishlar; 9, 18 – yig'gichlar; 11 – qizdirgichlar; 12, 20 – issiqlik almashtirgichlar; 13 – bug'latgich; 14 – qo'shimcha neytrallagich; 15 – absorbsiya kolonkasi; 16 – quvurli reaktor.

Neytrallanishni  $\text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$  molar nisbati 3 ga yaqin bo'lganda o'tkaziladi. Reaktordan chiqadigan suyuqlanma dastlabki ammoniyashtirgichga tushadi, u yerga ammiakli suv va gaz holatdagi ammiak, shuningdek issiqlik almashtirgichning sovuq eritmasi ham kiritiladi. Ammoniyashtirgichda  $50-90^\circ\text{C}$  haroratda va  $\text{pH} = 5-6,2$  da hosil bo'ladigan eritmaning qisman issiqlik almashtirgichga – birin-ketin reaktor va dastlabki ammoniyashtirishga qaytib kelish orqali uzatiladi, qisman esa – suyuq ammiakni bug'latgichga va so'ngra gaz holatdagi ammiak  $\text{pH} = 6,2-6,7$  gacha qo'shimcha neytrallanishga uzatiladi.  $25-35^\circ\text{C}$  haroratli tayyor SKO' omborga yuboriladi.

Tarkibida 10,8% N va 33,8%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'lgan mahsulotdagi fosfatli komponentlarning taxminiy tarkibi: 14% orto-, 13% piro-, 4% tripoli-, 3% tetrapoli-shakllarda (poli-shakllarning ulushi 58%) bo'ladi; uning kristallanish harorati  $-17,5^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 6$ ,  $25^\circ\text{C}$  haroratdagi zichligi –  $1420 \text{ kg/m}^3$  ga teng. 10–34–0 markali SKO' – 52–54%  $\text{P}_2\text{O}_5$  konsentratsiyagacha bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotani aralashtirgichli silindrik reaktorlarda gaz holatdagi ammiak bilan neytrallash asosida ham olinishi mumkin. Boshlang'ich kislotani  $150-200^\circ\text{C}$  haroratgacha qizdiriladi hamda reaktor va aralashtirgichdan ajralib chiqadigan ammiakni tutib qolish uchun skrubberga beriladi. So'ngra belgilangan me'yordagi kislotani reaktorga berib turiladi, u yerda  $240^\circ\text{C}$  haroratda ammoniy polifosfatlarining suyuqlanmasi hosil bo'ladi. Suyuqlanmani eritish  $80-85^\circ\text{C}$  haroratda aralashtirgichda amalga oshiriladi, u yerga ammiakli suv va (agar lozim bo'lsa) gaz holatdagi ammiak beriladi. Aralashtirgichda hosil qilinadigan SKO' tarkibida muallaq mayda qattiq zarrachalar (aluminium va temir fosfatlari) bo'ladi. Mahsulotdagi kondensirlangan fosfatlar ulushining 20–40 dan 50–60% gacha ortishi natijasida muallaq zarrachalar keskin kamayadi.

Qoratog' fosforitidan (NamMPI, prof.Q.G'afurov boshchiligidagi izlanishlar natijalari asosida) olingan, ionitli usul bilan ma'lum darajada tozalangan va ammoniy nitrat ishtirokida 50–60%  $\text{P}_2\text{O}_5$  gacha bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotani tarkibida ham qandaydir darajadagi polifosfatlar bo'ladi, chunki kislotani tarkibidagi qo'shimchalar polifosfatlar hosil bo'lishini kuchaytiradi. Shunday kislotani  $180-220^\circ\text{C}$  haroratdagi quvurli reaktorda dastlab gaz holatdagi ammiak bilan neytrallash, hosil qilingan suyuqlanmani sirkulatsiyali sovutilgan ( $35-40^\circ\text{C}$  gacha) SKO' eritmasi va ammiakli suv (lozim bo'lsa gaz holatdagi ammiak) bilan  $50-90^\circ\text{C}$  haroratda  $\text{pH} = 6,2-6,7$  gacha bilan qo'shimcha neytrallanish orqali yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan SKO' ham olingan.

Talab etilgan tarkibdagi SKO<sup>o</sup> olish uchun 10–34–0 va 11–37–0 eritmalari asosi kichik quvvatli (0,2–2,5 ming t/yil) qo‘zg‘olmas va harakatlanuvchi qurilmalarda azot va kaliy tutgan komponentlar bilan aralashtiriladi. Buning uchun aralastirgichga sovuq eritma asosi, karbamid, ammoniy nitrat, kaliyli tuz, mikroelementlar beriladi. Aralastirishni 35–45°C haroratda va komponentlarni jadal aralashtirilgan holda o‘tkaziladi; tayyor SKO<sup>o</sup> omborga jo‘natiladi. Buday qurilmalar ko‘pincha 50 km masofagacha joylashgan iste‘molchiga suyuq o‘g‘it yetkazib berishda foydalaniladi.

Muallaq holatda erimaydigan tuzlar, stabilizatorlar va boshqa moddalardan iborat mayda dispersiyali suyuq kompleks o‘g‘itlar – *suspenziyali suyuq kompleks o‘g‘it* (SSKO<sup>o</sup>) lar deyiladi. SSKO<sup>o</sup> sifati – uning zichligi, qovushqoqligi, qattiq zarrachalar o‘lchami, qattiq fazaning cho‘kish darajasi va pH bilan tavsiflanadi.

SSKO<sup>o</sup> ning turg‘unligini oshirish uchun bentonitli gillar va shunga o‘xshash qo‘shimchalardan foydalaniladi. Ular suspenziyani quyultirsada, ammo kristallar o‘shishini to‘xtatadi, ularning cho‘kish tezligini kamaytiradi va kristallarning muallaq holatda turishini ta‘minlaydi. Bunda ammiak qo‘shilganda (kislota kiritilgandan so‘ng yoki ularni bir vaqtda kiritish) suspenziyalovchi agent ta‘siri yanada samaraliroq bo‘ladi. SSKO<sup>o</sup>ni texnologik tayyorlashda ularning juda sekin taqsimlanishi ta‘minlab turilishiga rioya qilinadi. Barqaror suspenziyalangan o‘g‘itlar turg‘unlashtiruvchi agentlarsiz ham olinishi mumkin, bunda komponentlar kiritishning belgilangan tartibiga qat‘iy rioya qilinishi kerak. SSKO<sup>o</sup>ga kiritishdan oldin barcha qattiq komponentlar 0,85 mm dan katta bo‘lmagan o‘lchamgacha maydalanishi kerak.

KCl mayda kristallarini ishlatish SSKO<sup>o</sup>da uning cho‘kishini bartaraf etadi. Eritmaning 25°C gacha sovuq qilinishi natijasida kaliy xloridning eruvchanligi kamayadi. Uning sekinlik bilan eritilishi kaliy nitratning beqaror shakldagi kristallari hosil bo‘lishini yo‘qotadi.

Bir xil shakldagi va belgilangan o‘lchamdagi kristallar hosil qilish uchun kaliyli komponentlarni qo‘shishdan oldin gilli suspenziya sovuq qilinishi kerak. O‘g‘itlarni issiq aralastirishda ammoniy fosfatning qaynoq eritmasiga qattiq tuzlarni qo‘shmaslik kerak. Bunda tuzlarning yirik kristallar hosil qilgan holda qayta kristallanishi kuzatiladi. Yaxshisi dastlab ammoniy fosfat eritmasi tayyorlanadi, uni sovuq qilinishi, so‘ngra 0,85 mm dan mayda o‘lchamdagi kaliy xlorid zarrachalari qo‘shiladi.

SSKO<sup>o</sup> konsentratsiyasining ortishi kristallarning o‘shishi va cho‘kish tezligiga ta‘sir etmaydi, ammo sistemaning qovushqoqligi ortadi. Shuning

uchun talab etiladigan konsentratsiya va qovushqoqlikni ta'minlab turish kerak. Bu esa qattiq zarrachalarning tez cho'kib qolishining oldini oladi. SSKO' konsentratsiyasining yuqori chegarasi uning jihozlar texnik tavsifi-ga muvofiq keladigan maksimal qovushqoqligi orqali aniqlanadi.

7-20-0 markali suspenziyalantirilgan suyuq kompleks o'g'it (SSKO') – ekstraksion fosfat kislota va ammiakli suv asosidagi sekin yoyiladigan, loyqali suspenziyadir. Uning tarkibida 6,5–8%N, 19–21% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. O'g'itning pH = 6–7,5 ga teng bo'lishi kerak; tinilish darajasi – 50% dan kam emas; uni saqlash va tashish –15°C dan past bo'lmagan haroratda yopiq uglerodli po'latdan yasalgan ishdishlarda amalga oshirilishi kerak.

### 5- §. Suyuq kompleks o'g'itlar olish moddiy va energetik hisoblari

**Moddiy hisoblar** asosida SKO' ishlab chiqarishdagi asosiy komponent-lar sarfi aniqlanadi.

Tayyor mahsulot bo'yicha qurilmaning belgilangan bir soatlik unum-dorligiga SFK, ammiak va suvning sarfi (t/soat hisobida) quyidagicha hi-soblanadi:

SFK:

$$G_{SFK} = \frac{G_{SKO} \cdot C_{P_2O_5}^{SKO}}{C_{P_2O_5}^{SFK}}$$

bunda:  $G_{SKO}$  – tayyor mahsulot bo'yicha unumdorlik, t/soat;

$C_{P_2O_5}^{SKO}$  – SKO'dagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> massa ulushi, %;

$C_{P_2O_5}^{SFK}$  – SFKdagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> massa ulushi, %.

**Ammiak:**

$$G_{NH_3} = \frac{G_{SKO} \cdot C_N \cdot 17}{100 \cdot 14}$$

bunda:  $G_N$  – SKO'dagi azotning massa ulushi, %;

17 – ammiakning molar massasi;

14 – azotning atom massasi.

**Suv:**

$$G_{H_2O} = G_{SKO} - G_{SFK} - G_{NH_3}$$

50 t/soat unumdorlikda 10:34:0 turidagi SKO' ishlab chiqarish uchun boshlang'ich komponentlarning bir soatlik sarfi (t/soat hisobida) qu-

yidagilarni tashkil etadi:

SFK ( $P_2O_5$  massa ulushi 70%):

$$G_{SFK} = \frac{50 \cdot 34}{70} = 24,3$$

Ammiak:

$$G_{NH_3} = \frac{50 \cdot 10 \cdot 17}{100 \cdot 14} = 6,1$$

Suv:

$$G_{H_2O} = 50 - 24,3 - 6,1 = 19,6.$$

**Issiqlik hisoblari** asosida qo‘shimcha neytrallagichdagi belgilangan haroratda sirkulatsiyalanadigan SKO‘ eritmasi miqdori ham, qo‘shimcha neytrallagichdagi belgilangan sirkulatsiya qaytaligi sonida harorat ham aniqlanishi mumkin.

Misol tariqasida «reaktor-qo‘shimcha neytrallagich» tizimida issiqlik balansini tuzamiz hamda qo‘shimcha neytrallagichdagi belgilangan hajmda sirkulatsiyalanuvchi eritma va SKO‘ haroratlarini aniqlaymiz.

**Issiqlik kirimi**, kJ/soat:

*superfosfat kislotasi bilan:*

$$Q_1 = 24300 \cdot 1,76 \cdot 80 = 3421440,$$

bunda: 24300 – quvurli reaktorga beriladigan SFK, kg/soat; 1,76 – SFK solishtirma issiqlik sig‘imi, kJ/kg·K; 80 – reaktorga kirishdagi SFK harorati, °C;

*ammiak bilan:*

$$Q_2 = 6100 \cdot 2,24 \cdot 50 = 683200,$$

bunda: 6100 – quvurli reaktorga beriladigan ammiak, kg/soat; 2,24 – ammiak solishtirma issiqlik sig‘imi, kJ/kg·K; 50 – reaktorga kirishdagi ammiak harorati, °C;

*suv bilan:*

$$Q_3 = 19600 \cdot 4,19 \cdot 20 = 1642480,$$

bunda: 19600 – qo‘shimcha neytrallagichga kiradigan suv, kg/soat; 4,19 – suvning issiqlik sig‘imi, kJ/kg·K; 20 – suvning harorati, °C;

*sirkulatsiya eritmasi bilan:*

$$Q_4 = 500000 \cdot 2,93 \cdot 40 = 58660000,$$

bunda: 500000 – qo‘shimcha neytrallagichga qaytariladigan sirkulatsiya SKO‘ eritmasi miqdori, kg/soat; 2,93 – SKO‘ solishtirma issiqlik sig‘imi, kJ/kg·K; 40 – qo‘shimcha neytrallagichga qaytariladigan SKO‘ harorati, °C;

*kimyoviy reaksiya issiqligi, kJ/soat:*

$$Q_5 = 6100 \cdot 6200 = 37820000,$$

bunda: 6100 – quvurli reaktorga beriladigan ammiak, kg/soat; 6200 – SFKni ammoniydash issiqlik effekti, kJ/kg  $\text{NH}_3$ ;

*umumiy issiqlik kirimi* quyidagini tashkil etadi, kJ/soat:

$$Q_k = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 3421440 + 683200 + 1642480 + 58660000 + 37820000 = 102227000.$$

*Issiqlik sarfi, kJ/soat:*

*reaktorda ortofosfatlar degidratatsiyasiga:*

$$Q_1 = \frac{17000 \cdot 18 \cdot 80 \cdot 838}{142 \cdot 100},$$

bunda: 17000 – qurilmaning  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'yicha unumdorligi, kg/soat; 18 – suvning molar massasi; 80 –  $\text{SKO}'$  da konversiya darajasi, %; 838 – ortofosfatlar degidratatsiya reaksiyasi issiqlik effekti, kJ/kg  $\text{H}_2\text{O}$ ; 142 –  $\text{P}_2\text{O}_5$  molar massasi;

*qo'shimcha neytrallagichdan chiqadigan eritma bilan:*

$$Q_2 = (500000 + 24300 + 6100 + 19600) \cdot 2,93 \cdot X = 1611500 \cdot X.$$

bunda: 500000 – sirkulatsiya eritmasi miqdori, kg/soat; 24300 – SFK miqdori, kg/soat; 6100 – ammiak miqdori, kg/soat; 19600 – suv miqdori, kg/soat; 2,93 –  $\text{SKO}'$  solishtirma issiqlik sig'imi, kJ/kg; X – qo'shimcha neytrallagichdagi harorat,  $^{\circ}\text{C}$ .

*issiqlik yo'qotilishi* (issiqlik kirimiga nisbatan taxminan 2%), kJ/soat:

$$Q_2 = 102227000 \cdot 0,02 = 2044540.$$

*issiqlikning umumiy sarfi* quyidagini tashkil etadi, kJ/soat:

$$Q_c = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1444712 + 1611500 \cdot X + 2044540 = 3489252 + 1611500 \cdot X.$$

Issiqlik kirimi va sarfini tenglashtirib, kJ/soat:

$$102227000 = 3489252 + 1611500 \cdot X \text{ hosil qilinadi.}$$

Bundan qo'shimcha neytrallagichdagi harorat topiladi:

$$X = \frac{102227000 - 3489252}{1611500} = 61,3.$$

Qo'shimcha neytrallagich harorati – tayyor mahsulot bo'yicha muntazam yuklamada sirkulatsiya qaytaligi soni, ya'ni qo'shimcha neytrallagichga qaytariladigan eritma miqdori va uning harorati bilan aniqlanadi.

P20(P21) nasoslar uzatishi orqali aniqlanadigan sirkulatsiya qaytaligi soni amalda muntazam kattalik hisoblanadi.

Qaytariladigan eritma harorati katta chegarada o'zgarishi mumkin, chun-

ki bu E2 va E4 issiqlik almashtirgichlar issiqlik unumdorligiga bog'liqdir, issiqlik almashtirgichlar esa o'z navbatida issiqlik uzatish yuzasi ifloslanish darajasiga, sovituvchi suv berilishiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi.

Qaytariladigan eritma haroratining o'zgarishi bilan qo'shimcha neytrallagichdagi SKO' harorati ham o'zgarishi mumkin:

qaytariladigan eritma harorati °C: 40 45 50 55 60 65 70  
qo'shimcha neytrallagichdagi SKO' harorati, °C: 61 66 70 75 79 84 89

Shu bilan bir qatorda yuqori harorat polifosfatlar gidrolizini tezlashtiradi, shu sababli qo'shimcha neytrallagichdagi haroratning 70–75°C dan ortishi maqbul hisoblanmaydi.

## 6- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish asosiy texnologik jihozlari

Suyuq kompleks o'g'itlar olish jarayoni uskunalar jihozlanishi soddaligi bilan ajralib turadi. Asosiy jihozlarga hajmdor idishlar, issiqlik almashtirgichlar va nasoslar kiradi.

Superfosfat kislotaga qabul qilish va saqlash tarmog'i quyidagi asosiy jihozlar bilan ta'minlangan:

*Superfosfat kislotaga ombori R1, R2.* Ko'pgina SKO' qurilmalarida har birining hajmi 2000 m<sup>3</sup> bo'lgan rezervuar ko'rinishidagi ikkita superfosfat omborlari bo'ladi. Rezervuarining balandligi 13,6 m ni, diametri 14 m ni tashkil etadi. Omborga aralashtiruvchi qurilma – kurakchalar diametri 4 m, aylanish chastotasi 34,5 min<sup>-1</sup>, quvvati 45 kW, nikelli zanglamas po'latdan tayyorlangan propeller turidagi uchkurakchali aralashtirgich o'rnatilgan.

Rezervuar korpusi uglerodli po'latdan tayyorlangan bo'lib, o'z-o'zicha vulkanlanadigan butilkauchuk bilan niqoblangan. Niqob qalinligi rezervuar yuqori qismida 4 mm, quyi qismida 8 mm ni tashkil etadi. Rezervuar ichining pastki qismi (osti) 65 mm qalinlikdagi uglerodgrafitli plitka bilan qoplangan. Ostining o'rta qismi – ishchi aralashtirgich doirasida qoplam qalinligi 140 mm gacha yetadi va plitka yuzasiga 5 mm qalinlikdagi zanglamaydigan po'lat list joylashtirilgan. Kislotaga aralashishini yaxshilash uchun rezervuar perimetri bo'yicha uchta ichki qovurg'alar tayyorlangan.

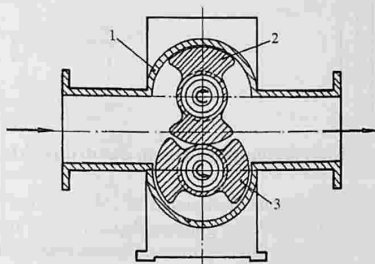
**Issiqlik almashtirgich E6.** Ombordagi SFKni isitish uchun mo'ljallangan. Qobiqqoplamali, grafitli. 13 ta blokdan iborat. Issiqlik almashinishning umumiy yuzasi 139 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 736350 kJ/soat.

Texnik tavsifi:

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,4 (4)              | 0,6 (6)                |
| Harorat, °C                       | 150                  | 80                     |
| Muhit                             | Bug'                 | SFK                    |
| Hajmi, l                          | 816                  | 721                    |

**SFKni uzatish nasoslari P3–P6.** Gorizontial, rotatsion, hajmiy ishlaydigan, ikki rotorli. Qovushqoqligi 3000 mPa·s gacha bo'lgan suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan. Zanglamaydigan nikelli po'latdan tayyorlangan. Uzatish 37 m<sup>3</sup>/soat, uzatish balandligi 60 m, rotorning aylanish chastotasi 141 min<sup>-1</sup>. Elektrodvigatel quvvati 15,8 kW, aylanish soni 1400 min<sup>-1</sup>.

Rotatsion nasoslar ishchi qism qurilmasi 5.12- rasmda keltirilgan.



5.12- rasm. SFK uzatish uchun rotatsion nasosning ishchi qismi:

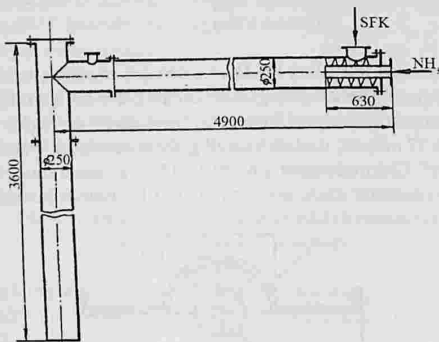
1 – korpus; 2 – yetaklovchi rotor; 3 – boshqaruvchi rotor.

Suyuq kompleks o'g'itlar eritmasi olish tarmog'iga quyidagi asosiy ji-hozlar kiradi:

*Reaktorlar A6A va A6B (5.13- rasm).* Bu reaktorlar quvur turida va Γ-shaklida bo'ladi. Zanglamaydigan po'lat (EI-943) dan tayyorlangan 90° burchak ostida payvandlangan ikkita quvurdan iboratdir. Ichki diametri 250 mm, gorizontial qism uzunligi 4900 mm, vertikal qismi uzunligi esa 3600 mm. Ikkita reaktor – ishchi va zaxira reaktorlari o'rnatiladi.

Qurilma ishlaganda reaktorning ichki yuzasi inkrustatsiya hisobiga muntazam kichrayib boradi. Bunda reaktorning gidravlik qarshiligi ortadi u 0,4–0,6 MPA (4–6 kgs/sm<sup>2</sup>) ga yetganda reagentlar uzatilishi zaxira reaktoriga o'tkaziladi. Reaktor ichki yuzasidagi inkrustatsiya mexanik yoki

kimyoviy usulda yo'qotiladi. Reaktorni kimyoviy tozalashda uni 40–50% li KOH eritmasi bilan yuviladi. Yuvidan so'ng hosil bo'ladigan eritma suv bilan suyultiriladi va SKO' ishlab chiqarishda ishlatiladi.



5.13- rasm. SFKni ammoniylash uchun quvurli reaktor sxemasi.

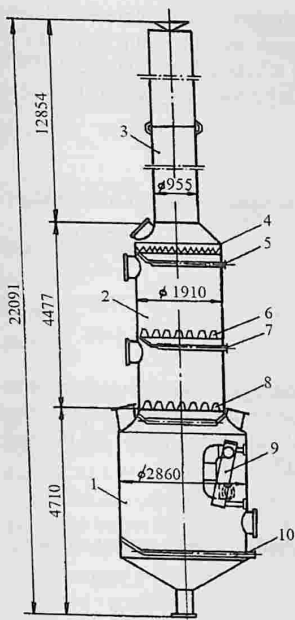
SKO' olishning ko'pgina qurilmalarida inkrustatsiya va korroziya ta'sirini kamaytirish uchun reaktor gorizontali qismi ichiga suv bilan sovutiladigan gilza joylashtiriladi. Bunday maqsad uchun reaktorning gorizontali va vertikal qismlari uchun suv beriladi.

Sharoitga bog'liq holatda reaktorning uzluksiz ishlash vaqti 4–8 sutkani tashkil etadi.

*Nasoslar* – superfosfat kislota me'yoralashtirgichlari P10 va P11, tuzilishi bo'yicha SFK uzatish nasoslariga o'xshaydi. Rotor aylanish sonini o'zgartiradigan moslama o'rnatilgan bo'lib, suyuqliklarni 1–16 m<sup>3</sup>/soat intervalida uzatishni ta'minlaydi.

*Qo'shimcha neytrallagich A3* (5.14- rasm) – vertikal silindrik jihozdir. Uchta qismdan iborat: qo'shimcha neytrallagich (quyi qismi), chiqindi gazlarini tozalash uchun skrubber (o'rta qismi) va chiqarish quvuri. Qo'shimcha neytrallagichga ikkita reaktor o'rnatilgan: ishchi va zaxira. Qo'shimcha neytrallagich quyi qismida ammiak kirishi uchun barbotajli qurilma bo'ladi.

*Tayyor mahsulot oraliq hajmdor idishlari A4* – gorizontali payvandlangan 10 m<sup>3</sup> hajmli silindrik idishdir.



5.14- rasm. Qo'shimcha neytrallagich:

1 – qo'shimcha neytrallagich; 2 – skrubber; 3 – chiqarish quvuri; 5, 7 – suyuqlik ta'minlagich; 6, 8 – to'ldirgichlar; 9 – reaktor qurilmasi uchun quvur; 10 – barbotajli qurilma.

*Issiqlik almashtirgich E7.* SFKni reaktorga uzatishdan oldin qizdirish uchun mo'ljallangan. Qobiqqoplamali, grafitli. 8 blokdan iborat. Issiqlik almashinish yuzasi 37 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 1634100 kj/soat.

#### Texnik tavsifi

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,4 (4)              | 0,10 (10)              |
| Harorat, °C                       | 150                  | 100                    |
| Muhit                             | Bug'                 | SFK                    |
| Hajmi, l                          | 288                  | 196                    |

*Issiqlik almashtirgich E4.* Sirkulatsiyalanuvchi SKO'ni sovutish uchun mo'ljallangan. Gorizontol, qobiqqoplamali, quvur bo'shlig'i bo'yicha to'rt yo'lli. Issiqlik almashinish yuzasi 616 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 35028400 kJ/soat,  $\Delta t_{or}$  24°C. Texnologik sxemada birin-ketin joylashgan ikkita issiqlik almashtirgich o'rnatilgan.

Texnik tavsifi:

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,4 (4)              | 0,5 (5)                |
| Harorat, °C                       | 40                   | 65                     |
| Muhit                             | Suv                  | SKO'                   |
| Hajmi, l                          | 5100                 | 3450                   |

*Issiqlik almashtirgich E1.* SKO'ni omborga jo'natishdan oldin qo'shimcha sovutish uchun mo'ljallangan. Gorizontol, qobiqqoplamali, quvur bo'shlig'i bo'yicha sakkiz yo'lli. Issiqlik almashinish yuzasi 205 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 2200000 kJ/soat,  $\Delta t_{or}$  17°C.

Texnik tavsifi:

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,7 (7)              | 0,5 (5)                |
| Harorat, °C                       | 14                   | 25                     |
| Muhit                             | Suyuq ammiak         | SKO'                   |
| Hajmi, l                          | 1450                 | 1150                   |

*Ammiak bug'latgich E2.* Gorizontol, qobiqquvurli issiqlik almashtirgich, quvur bo'shlig'i bo'yicha to'rt yo'lli. Issiqlik almashinish yuzasi 175 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 1512860 kJ/soat,  $\Delta t_{or}$  44°C.

Texnik tavsifi:

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,7 (7)              | 0,5 (5)                |
| Harorat, °C                       | 14                   | 65                     |

|          |        |      |
|----------|--------|------|
| Muhit    | Ammiak | SKO' |
| Hajmi, l | 1560   | 1250 |

*Ammiak qizdirgich E3.* Vertikal, qobiqquvurli biryo'lli issiqlik almashtirgich. Issiqlik almashinish yuzasi 12 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 658420 kJ/soat,  $\Delta t_{o,r}$  119°C.

Texnik tavsifi:

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,4 (4)              | 0,7 (7)                |
| Harorat, °C                       | 150                  | 50                     |
| Muhit                             | Bug'                 | Gaz holatidagi ammiak  |
| Hajmi, l                          | 70                   | 35                     |

*Markazdan qochma nasoslar P20 va P21.* Issiqlik almashtirgich jihozi orqali SKO' sirkulatsiyasi uchun mo'ljallangan. Xromli cho'yandan tayyorlangan. Uzatish 50 m<sup>3</sup>/soat, uzatish balandligi 50 m. Elektrodvigatel quvvati 22 kW, aylanish chastotasi 2950 min<sup>-1</sup>.

*Markazdan qochma nasoslar P22 va P23.* Tayyor mahsulotni omborga uzatish uchun mo'ljallangan. Xromli cho'yandan tayyorlangan. Uzatish 400 m<sup>3</sup>/soat, uzatish balandligi 41 m. Elektrodvigatel quvvati 132 kW, aylanish chastotasi 1470 min<sup>-1</sup>.

Suyuq kompleks o'g'itlar saqlash va yuklash tarmog'iga quyidagi asosiy jihozlar o'rnatilgan:

*Tayyor mahsulot ombori R5, R6.* Ko'pgina SKO' qurilmalarida har birining hajmi 20000 m<sup>3</sup> bo'lgan ikkita ombor bo'ladi. Ayrimlarida esa – har biri 10000 m<sup>3</sup> dan 3 ta ombor bo'ladi. Ombor tubi tekis va qopqog'i sferik bo'lgan payvandlangan silindrik shakldagi rezervuar ko'rinishida bo'ladi. Balandligi 12000 mm, diametri 45600 mm. Uglerodli po'latdan tayyorlangan, ichki yuzasi epoksid asosidagi lok-bo'yoq materiallari bilan qoplangan. Rezervuar ostiga sirkulatsiyalanuvchi SKO'ni kirishi uchun besh seksiyali kollektor joylashtirilgan. Rezervuarining pastki qismiga SKO'ni qizdirish uchun issiqlik almashtirgich biriktirilgan.

*Issiqlik almashtirgich E5.* Tayyor mahsulot omborida SKO'ni qizdirish uchun mo'ljallangan. Gorizontaal, qobiqquvurli, bir yo'lli. Issiqlik almashinish yuzasi 30 m<sup>2</sup>, issiqlik unumdorligi 4219500 kJ/soat,  $\Delta t_{o,r}$  112°C.

Texnik tavsifi:

|                                   | Quvurlararo bo'shliq | Quvur ichki bo'shlig'i |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Bosim, MPa (kgs/sm <sup>2</sup> ) | 0,2 (2)              | 0.4 (4)                |
| Harorat, °C                       | 25                   | 150                    |
| Muhit                             | SKO'                 | Bug'                   |
| Hajmi, l                          | 225                  | 225                    |

*Markazdan qochma nasoslar P51 va P52.* Ombordagi SKO' sirkulatsiyasi va SKO'ni temiryo'l sisternalariga yuklash uchun mo'ljallangan. Xromli cho'yandan tayyorlangan. Uzatish 400 m<sup>3</sup>/soat, uzatish balandligi 30 m. Elektrodvigatel quvvati 90 kW, aylanish chastotasi 1410 min<sup>-1</sup>.

*Markazdan qochma nasoslar P53 va P54.* SKO'ni avtosisternalarga yuklash uchun mo'ljallangan. Xromli cho'yandan tayyorlangan. Uzatish 50 m<sup>3</sup>/soat, uzatish balandligi 50 m. Elektrodvigatel quvvati 30 kW, aylanish chastotasi 2950 min<sup>-1</sup>.

#### 7- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish muhim texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlaridan biri tayyor mahsulot tannarxi hisoblanadi.

*Tannarx* – mahsulot birligi ishlab chiqarishga sarflanadigan mablag'ni ifodalaydi. Mahsulot tannarxi qanchalik past bo'lsa, korxonada daromadi shunchalik ko'p bo'ladi. Korxonada daromadi mahsulot narxi va uning tannarxi orasidagi farq bo'yicha aniqlanadi.

*Tannarx kalkulyatsiyasi (hisobi)* – xomashyo, energoresurslar, jihozlar va ularni ishlatish, ishchi va xizmatchilar maoshi, sex, zavod va ishlab chiqarishdan tashqari xarajatlarni aniqlash hamda barcha sarf-xarajatlarni yig'indisidan iboratdir. 5.4- jadvalda 1 t SKO'ning to'la tannarxi alohida turdagi xarajatlar ulushi bilan keltirilgan.

5.4- jadval

#### SKO' tannarxining xarajatlarga taqsimlanishi

| Xarajat turlari                   | Umumiy tannarxdagi ulushi, % |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Xomashyo va yordamchi materiallar | 94,0                         |
| Energoresurslar                   | 0,9                          |

5.4- jadvalning davomi

|   |     |
|---|-----|
| Oylik maoshlari va ustama xarajatlar                  | 0,2 |
| Jihozlar va ularni ishlatish xarajatlari              | 3,3 |
| Sex, zavod va ishlab chiqarishdan tashqari xarajatlar | 1,6 |
| Jami:   | 100 |

5.4- jadvaldan ko'rinadiki, SKO' tannarxidagi asosiy xarajatlar ulushi xomashyoga to'g'ri keladi. Shuning uchun SKO' tannarxini pasaytirish omillaridan biri texnologik jarayonda ammiak va SFK yo'qotilishini kamaytirish hisoblanadi. Bunga jarayonning barcha bosqichlarida mo'tadil (optimal) rejimni ushlab turish hamda nazorat turlarini takomillashtirish orqali erishiladi.

1 t tayyor mahsulotga ajratilgan xomashyo va energoresurslar xarajatlari sarf me'yorlarini (koeffitsiyentlarini) tashkil etadi. Ular texnologik reglament bo'yicha aniqlanadi va hisobot ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Quyida eng yaxshi korxonalarda erishilgan 1 t  $P_2O_5$  SKO' uchun sarf koeffitsiyentlari keltirilgan:

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| SFK (100%), t .....              | 1,01  |
| Ammiak (100%), t .....           | 0,360 |
| Texnologik suv, t .....          | 1,16  |
| Aylanma suv, $m^3$ .....         | 47    |
| Elektr energiyasi, kW·soat ..... | 10    |
| Bug', gkal .....                 | 0,1   |

**Nazorat savollari:**

1. Suyuq kompleks o'g'itlarga qanday talablar qo'yiladi va ularning tarkibi qanday bo'ladi?
2. Suyuq kompleks o'g'itlarning fizik-kimyoviy xossalari tushuntiring.
3. Konversiya darajasi nima? U suyuq kompleks o'g'itlarda qanday ahamiyatga ega bo'ladi?
4. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish xomashyolari va ularning xossalari tushuntiring.
5. Superfosfat kislotani qabul qilish va saqlash jarayonini tushuntiring.
6. Ammoniy polifosfatlari eritmasi olish jarayonini tushuntiring.
7. Tayyor mahsulotni saqlash va tashish jarayonini tushuntiring.
8. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik tartibini tushuntiring.

9. Polifosfat kislotalar asosida suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasini tushuntiring.

10. Suspenziyali suyuq kompleks o'g'itlar deganda nimani tushunasiz? Ularning xossalarini ayting.

11. Superfosfat kislota ombori qanday tuzilgan va ishlash prinsipini tushuntiring.

12. SKO olishda issiqlik almashtirgich nima maqsadlarda ishlatiladi?

13. SKO olishda nasoslar qanday vazifalarni bajaradi?

14. SKO olish reaktorining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

15. Superfosfat kislota me'yoralashtirgichlari sifatida ishlatiladigan jihozlarni ayting.

16. SKO olishda qo'shimcha neytrallagich nima maqsadda ishlatiladi? Uning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

17. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishda mahsulot tannarxini nimalar tashkil etadi? Tannarx kalkulyatsiyasi deganda nimani tushunasiz? Uning ahamiyati qanday?

## VI BOB. KOMPLEKS MIKROO'G'ITLAR ISHLAB CHIQUARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

### 1- §. Mikroo'g'itlar. O'simliklar rivojlanishida mikroelementlarning roli

**Mikroo'g'itlar.** Mamlakatimizda va chet ellarda o'tkazilgan tadqiqotlar ko'rsatadiki, tarkibida mikroelementlar (Mn, Zn, Fe, B, Cu, Co va boshqalar) tutgan o'g'itlardan foydalanish natijasida qishloq xo'jaligi mahsulotlarining hosildorligi va sifati yaxshilanadi. Mikroozuqa moddalari yetishmaganda o'simliklarning me'yorida rivojlanishi va modda almashinuvi buziladi, mahsuldorligi kamayadi, turli xil kasalliklarga moyilligi ortadi.

Mikroelementlar mineral o'g'itlarning asosiy ozuqa elementlari o'rnini bosa olmaydi, faqatgina ular ta'sirini to'ldiradi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish amaliyoti ko'rsatishicha, mikroelementlar biri o'rnini boshqasi bosa olmaydi. Tuproqda mikroelementlar kam bo'lganda qishloq xo'jaligi o'simliklari yetarlicha hosil bermaydi, o'simlik esa turli kasalliklarga chalinishi mumkin.

Keyingi yillarda qishloq xo'jaligida mikroo'g'itlardan foydalanish miqyosi kengayib bormoqda. Ularni makroo'g'itlar tarkibiga kiritishda komponentlarning ta'sirlashishi natijasida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarni ham e'tiborga olish kerak bo'ladi.

**O'simliklar rivojlanishida mikroelementlarning roli.** Tirik organizmlar va o'simliklardagi birorta muhim biokimyoviy yoki fiziologik jarayon u yoki bu turdagi mikroelementlarsiz amalga oshmaydi.

Hozirgi paytda rux, mis, molibden, marganes, bor, kobaltning fiziologik va biokimyoviy roli anchagina o'rganilgan, ularning o'simliklar metabolizmidagi roli, to'qimalardagi sintetik jarayonlardagi bevosita yoki bilvosita ishtiroki, organizmning o'sishi va rivojlanishiga ta'siri yetarlicha aniqlangan. Bu mikroelementlarning o'simliklardagi biologik jarayonlarga, uglevod almashinuviga, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga va fosforlanishga ta'sir etish mexanizmi o'rganilgan.

Mikroelementlar fermentlar tarkibida ishtirok etib, nuklein almashinuvida va oqsillar sintezida tengsiz aktivator vazifasini bajaradi, o'simlik to'qimalaridagi turli xil birikmalarda modda almashinuvi tezligi va energiyasiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Mikroelementlar o'simlik organizmi metabolizmida muhim fiziolo-giologik vazifani bajaradi. Ular to'qimadagi sintetik jarayonlarda qatna-shadi, xususan, o'simliklar o'sishi va rivojlanishida, shuningdek organizm-dagi reaksiyaning tezligi va yo'nalishini belgilab beradi. Ular yetishmagan-da organik moddalar sintezi, fosfor va azot almashinuvi buziladi, o'simlik to'qimalaridagi asosiy almashinish jarayonlari tezligi pasayadi.

Mikroelementlar tuproqda turli xil shakllarda bo'ladi va o'simliklarga turli darajada o'zlashadi. O'simliklar uchun kerak bo'ladigan mikroele-mentlarning tuproqda kam bo'lishi ularda turli xil kasalliklarni keltirib chiqaradi.

O'simliklar hayotiy faoliyatida har bir mikroelement o'ziga xos funk-siyani bajaradi. Masalan, mis va molibden o'simliklar nafas olishi bilan bog'liq bo'lgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida, fotosintezda, azot va fosfor almashinuvida, shuningdek aminokislotalar va xlorofill biosintezida hamda molekular azot fiksatsiyasida qatnashadi. O'simliklar oziqlanishida misning yetishmasligi fermentlar faolligini pasaytiradi, xlorofill va nuklein kislotalarning me'yorida hosil bo'lishi hamda oqsillar biosintezi buziladi. Buning natijasida o'simlik hosildorligi pasayadi.

Shakar lavlagidan yuqori hosil olishda ruxning katta ahamiyat kasb etishi ham aniqlangan. Shuningdek, rux ko'pchilik donli ekinlarda kasal-liklarga chidamlilikni oshiradi. Rux ta'sirida fosfor almashinuvi yaxshi-langanligi sababli yuqori me'yorda fosforli o'g'itlar ishlatilganda ruxli o'g'itlarning samaradorligi aniqlangan.

Rux yetishmaganda g'o'zaga azotning o'zlashishi kamayadi, oqsil sin-tezi buziladi, natijada paxta hosildorligi pasayadi.

Dala sharoitida o'tkazilgan tajribalar natijasida mis, rux va molibden ammos tarkibida paxta hosildorligiga va vilt bilan kasallanishning oldi-ni olishga ijobiy ta'siri aniqlangan. Mikroelementlar o'simlikning o'sishi-ga, rivojlanishiga va hosil to'plashiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Bunda kasallangan o'simlikdagi viltning 25–27% ga kamayishi, hosildor-likning 10–13% ga ortishi aniqlangan. Kasallangan o'simliklarda rux va molibdenga bo'lgan talab sog'lom o'simlikka nisbatan katta bo'ladi.

Mikroelementlarni asosiy o'g'itlar bilan birgalikda qo'llanilishi o'sim-liklarga azot o'zlashishini 5–9% ga va fosfor o'zlashishini 4–5% ga oshi-radi, bu esa paxta hosildorligini 2,5 dan 7,0 s/ga ga oshishini ta'minlaydi.

Turli xil qishloq xo'jalik ekinlarining har xil mikroelementlarga bo'lgan talabi turli tuproqlarda bir xil bo'lmaydi.

Tuproqda kerakli shakldagi bor, marganes, mis, molibden, ma'lum

sharoitlarda esa kobalt, rux, yod, vanadiy va boshqa mikroelementlar yetishmasa, qishloq xo'jaligi ekinlarida o'ziga xos kasalliklar yuzaga keladi, bu esa hosil sifati pasayishiga olib keladi. Bunday hollarda mos holdagi mikroo'g'itlardan foydalanish natijasida o'simliklar kasallanishi barataraf etiladi va o'simlik mahsulotlari sifati yaxshilanadi. Mikroelementlar ta'sirida ko'pgina o'simliklardagi saxaridlar, kraxmal yoki oqsil, vitamin va yog'lar miqdori ortadi. Shuningdek, mikroelementlar qo'llanilganda o'simliklarning qurg'oqchilikka, haroratning ortishi va pasayishiga chidamliligi ortadi, zararkunandalar va kasalliklarga chidamliligi ortadi.

Qishloq xo'jaligining mikroo'g'itlarga bo'lgan talabi keyingi paytlarda mikroelementlar bilan boyitilgan asosiy shakllardagi oddiy va kompleks mineral makroo'g'itlar ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish orqali amalga oshirilmoqda. Ularning iqtisodiy samaradorligi ham yuqori bo'lishi aniqlangan.

Mikroo'g'itlar – bu mis, rux, temir, kobalt, molibden, marganes, bor, saxarozalar, shuningdek fosfor, azot, kaliy, kalsiydan iborat kompleks bo'lib, u tuproqqa ijobiy ta'sir ko'rsatadi, uning hosildorligini anchagina oshiradi va kimyoviy kuchlanishini kamaytiradi. Bunday o'g'itlar tuproqning foydali sifatlarini saqlashni kafolatlaydi, uning hosil yetishtirish sifatini yaxshilaydi, o'simliklarning sovuqqa chidamliligini oshiradi va hosildorlikni 100% gacha oshishini ta'minlaydi. Mikroo'g'itlar hozirgi paytda eng kerakli va muhim mahsulotlardan biri hisoblanadi.

Mikroo'g'itlar kuzgi, lalmi (bahorgi), texnik ekinlar uchun ham, sabzavotlar uchun ham ishlatiladi, urug' va danaklar ularda ivitiladi, hosildorlik yetarlicha oshadi, olinadigan mahsulotning fitofloroz bilan zararlanishi hamda nitrat va radionuklidlar miqdori kamayadi.

Keyingi paytlarda NANO – agrokimyoviy texnologiyalarga katta qiziqish paydo bo'lmoqda. NANO ning muhim xususiyati – o'simlikshunoslik, chorvachilik va tibbiyot texnologiyalarida makro- va mikroelement kukunlaridan foydalanish orqali dunyo miqyosida katta ijobiy o'zgarishlar yuzaga kelmoqda.

NANO asosidagi o'g'itlar – metall tuzlarining kukuni bo'lib (*nanoo'g'itlar*) – bu kimyoviy elementlarning (Mn, Zn, Fe, B, Cu, Co va o'simliklar hayot faoliyati uchun muhim bo'lgan boshqa elementlar) maxsus tanlab olingan kompleksdir, o'g'itning tarkibi va nisbati har bir agroekinlar hamda ularning rivojlanish fazasi uchun alohida-alohida ishlab chiqiladi.

NANO mineral o'g'iti zarrachalarining o'simlik to'qimalarida tarqalish tezligi juda yuqori bo'ladi – bir necha sekunddan 20 minutgacha, bu esa

o'simliklardagi biokimyoviy jarayonlar sifatiga tezkor ta'sir ko'rsatishni ta'minlaydi.

NANO – agronomik texnologiya bu:

- tuproqda kimyoviy kuchlanishni bir necha bor kamaytirish;
- tuproqdagi mikro- va makrobiotiklar tiklanishi hisobiga tuproq unumdorligini regeneratsiyalash;
- to'la oziqlanish va teng taqsimlanish hisobiga o'simliklar tabiiy hi-moya kuchini tiklash;
- agroekinlarning qurg'oqchilikka, suvuq va issiqqa chidamliligini oshirish;
- barcha agroekinlar hosildorligini 20 dan 100% gacha oshirish;
- o'simlik mahsulotlari sifatini oshirish (masalan, bug'doy doni sifatini 1–2 birlikka ko'tarish);
- mahsulot ishlab chiqarishga sarflanadigan energetik va material xara-jatlarni kamaytirish, shuningdek ishlab chiqarish rentabelligini o'stirish;
- «sifat halqasi»ni yo'lga qo'yish: o'simlik mahsulotlari sifati – chor-vachilik mahsulotlari sifati – inson hayot faoliyati sifatini ta'minlash.

Fosforli, azotli va kaliyli o'g'itlardan foydalanish hamma vaqt ham kerakli natijani beravermaydi. Buning asosiy sababi tirik organizmlar normal hayot faoliyati uchun kerakli va kam konsentratsiyada bo'ladigan kimyoviy elementlar – mikroelementlarning tuproqda yetishmasligi yoki bo'lmasligidadir. Binobarin, yuqori sifatli hosil olish uchun o'simliklar-ning mineral oziqlanishida tuproqqa asosiy elementlardan tashqari mikro-elementlarni ham to'ldirib turish darkor bo'ladi.

Mikroo'g'itlar – o'g'itlarning alohida muhim guruhi bo'lib, ular ko'p-gina turli xil komponentlar bilan bir qatorda o'simliklar uchun kerak bo'ladi-gan mikroelementlardir. Qishloq xo'jaligida borli, marganesli, kobaltli, molibdenli, misli va ruxli o'g'itlar keng miqyosda qo'llaniladi. Shu bilan bir qatorda ozuqa sifatida yoddan foydalaniladi.

Mikroo'g'itlar – tarkibida uncha ko'p bo'lmagan miqdorda mikroele-mentlar tutgan o'simliklar tomonidan o'zlashtiriladigan moddalardir. Ular borli, misli, marganesli, ruxli, kobaltli va boshqa turlarga, shuningdek tarkibida ikki va undan ortiq mikroelementlar bo'lgan polimikroo'g'it-larga bo'linadi. Mikroelementlar sifatida mikroelementlar tuzlari, sanoat chiqindilari va boshqalar ishlatiladi.

Mikroelementlarning eng samarador shakllariga xelatlar (Zn, Cu, B, Mo, Fe, Co) va organik molekularlar tarkibidagi birikmalar (boretanolamin va boshqalar) kiradi.

## 2- §. Mikroo'g'itlar va ularni ishlab chiqarish

**Borli o'g'itlar.** Bor – bu rangsiz qattiq kristall modda bo'lib, u tabiatda erkin holatda uchramaydi. Tuproqqa borat kislota va uning tuzlari tarzida beriladigan harakatchan (o'simlikka o'zlashadigan) bor miqdori nafaqat tuproq hosil qiluvchi jinslardagi bu kimyoviy elementning mavjud bo'lishiga, balki tuproqning mexanik tarkibiga ham bog'liq bo'ladi.

O'g'itlar bilan beriladigan yoki tuproq qatlamlarida hosil bo'ladigan borat kislota qiyin o'zlashadi va namlik ta'sirida oson yuviladi, shu sababli namlik yuqori bo'ladigan hududlarda bu mikroelement harakatchanligi sababli tuproqlar kambag'allashadi. Tuproqda borni ko'proq ushlab turish uchun mutaxassislar tomonidan ohaklash tavsiya etiladi. Bunday hollarda mazkur kimyoviy elementning organik birikmalari barqarorlashadi, lekin o'simlik ildiz tizimi orqali o'zlashishi kamaymaydi. Ohaklash jarayonida borning mineral birikmalari ham o'z xususiyatini yo'qotmaydi.

O'simlikning borli ozuqaga talabini bir necha belgilar ko'rsatib turadi: ekin o'zagi va tanasining o'sishi sekinlashadi, so'ngra butunlay to'xtaydi, xlorofill hosil bo'lishi buziladi, barglari sarg'ayadi, oq dog'lar paydo bo'ladi, so'ngra quriydi.

Turli ekinlardagi borning miqdori 1 kg quruq modda hisobida 2 dan 60 mg gachani tashkil etadi. Qand lavlagi, beda, yo'ng'ichqa, zig'ir, kungaboqar, paxta, ko'pgina donli ekinlar, shuningdek sabzavotlar va mevali o'simliklar bor yetishmovchiligiga anchagina ta'sirli hisoblanadi. Bor yetishmaganda javdar, suli, arpa va bug'doy kam darajada zararlanadi.

Ko'pgina tajriba va eksperimentlar natijasida turli tuproqlarga borli o'g'itlar solish hosildorlikni qand lavlagida 10–15 s/ga ga, zig'irda 0,8–1,5 s/ga, beda va yo'ng'ichqada 0,5–1,5 s/ga ga oshirish mumkinligi aniqlangan. Borli o'g'itlar paxta hosildorligini 1,5–6,5 s/ga gacha oshirishi mumkin.

Bor mikroelementi nafaqat hosildorlikni oshirishda, balki yetishtiriladigan hosil sifatini yaxshilashda ham muhim o'rin tutadi: shakar lavlagida saxarid moddalari, no'xatda oqsillar, mevalarda vitamin va saxaridlar miqdori ortadi. Tarkibida bor tutgan qo'shimchalar ta'sirida paxta va zig'ir tolalari uzunligi ortadi, ular anchagina pishiq bo'ladi.

Borli o'g'itlar turli shakllarda ishlatiladi: tuproqqa to'g'ridan to'g'ri solinishi, urug'larni ekishdan oldin ishlov berilishi, o'simlik tanasidan tashqariga sepilishi (bargi orqali oziqlantirilishi) mumkin.

Borli superfosfat (0,2% B) va bor-magniyli aralashma (13%  $H_3BO_3$  va 20% MgO) tuproqqa ekish paytida urug' bilan birgalikda solinadi. Qand lavlagi, no'xat, makkajo'xori, grechka, beda, yo'ng'ichqa, paxta va sabzavot ekinlariga solinadigan borli superfosfat me'yori  $10 m^2$  maydonga 300–350 g ni tashkil etadi. Agar o'simliklar qator oralab ekilgan bo'lsa, me'yori  $10 m^2$  maydonga 80 g gacha kamayadi. Zig'ir, poliz ekinlari, yeryong'oq kabilarda bu o'g'it me'yori ikki marta kam bo'ladi. Mineral o'g'itlar bilan birga solinadigan bor-magniyli o'g'it me'yori  $10 m^2$  maydonga 100 g ni tashkil etadi, qatorlarga solishda me'yori birmuncha kamayadi va  $10 m^2$  maydonga 30–35 g ni tashkil etadi.

Urug'larni ekishdan oldin ishlov berish borat kislotaning 0,05% li eritmasi yoki bor-magniyli o'g'it eritmasi (1 kg uruqqa 3–5 g hisobida) bilan amalga oshiriladi, mutaxassislar taklifiga binoan bunday amaliyotni hasharotlarga qarshi zaharli kimyoviy vositalar bilan urug'larga ishlov berish jarayonida bajarish maqsadga muvofiqdir.

O'simlik o'zaksiz oziqlanishi uchun ma'lum konsentratsiyadagi borat kislotasi ishlatiladi. Bunda oziqlantirish turli o'simliklar uchun har xil davrlarda amalga oshiriladi: qand lavlagi qatorlariga ekishdan oldin, makkajo'xori – ko'chat unib chiqish paytida, no'xat va beda – gullashidan oldin ishlov beriladi.

Borli o'g'itlar eng keng tarqalgan mikroo'g'it hisoblanadi. Borat kislotasi  $H_3BO_3$  va uning tuzlari borli konsentrlangan o'g'it hisoblanib, uning tarkibida 99,6–99,7%  $H_3BO_3$  bo'ladi.

Urug'larga purkashda uni texnik talk bilan aralashtirilib, tarkibidagi  $H_3BO_3$  14–16% gacha yetkaziladi. Ko'p hollarda esa uni oddiy va qo'shaloq superfosfatlar hamda nitroammofoskalar qo'shib ishlatiladi. Bu maqsadlarda asosan bura  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  dan foydalaniladi. Mahsulot sifatida ishlatiladigan buraning yuqori navida 99,5% va 1- navida esa 94% asosiy modda bo'ladi. Bundan tashqari, 1- va 2- navdagi kalsiy borat ( $45 \pm 0,75\%$  CaO va 40% dan kam bo'lmagan  $B_2O_3$ ) ham borli o'g'it sifatida ishlatiladi. Mustaqil ravishdagi mikroo'g'it sifatida esa sanoat chiqindilari va tabiiy boratlar ishlatiladi.

Borli o'g'itlar olishda ayrim tuzli ko'llarning suvlari, neft qazishdagi oqavalar, rudalarni boyitishdagi borli chiqindilar va boshqalar ishlatiladi. Kul, torf va go'ng tarkibida ham ma'lum miqdordagi bor birikmalari bo'ladi. Kaliyning mineral tuzlari tarkibida esa 4–8 mg/kg atrofida bor bo'ladi.

Borat kislotasini ishlab chiqarishda tabiiy boratlarga sulfat kislotali ishlov beriladi. Bunda chiqindi sifatida 21–23%  $MgSO_4$  va 1,8–2,5%  $H_3BO_3$

bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Uni sochma quritgichda bug'latish orqali quritiladi. Natijada mahsulot tarkibida 13%  $H_3BO_3$  va 13%  $MgO$  bo'lgan bormagniyli o'g'it olinadi. Shunday usul bilan bu eritmaga borat kislotasi qo'shib quritish orqali borli konsentrat ( $H_3BO_3$  20% dan kam emas) olinadi. Bu o'g'itlar tarkibidagi magniy ham o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtirila oladigan holatda bo'ladi. Shuning uchun bunday o'g'itlardan nafaqat borli o'g'it sifatida, balki magniyli o'g'it sifatida ham foydalaniladi.

**Molibdenli o'g'itlar.** Molibden – yorqin kulrang metall, tabiatda erkin holda ham, boshqa elementlar bilan birikmasi tarzida ham uchraydi. U o'simlikning o'sishi va rivojlanishini ta'minlovchi qator fiziologik jarayonlarda, ayniqsa, azot almashinuvida muhim rol o'ynaydi.

Molibden gilli va bo'z tuproqlarda qumloq tuproqlarga nisbatan ko'p uchraydi. Tuproqda harakatchan molibden yetishmaganda o'simlik barglarida qo'ng'ir dog'lar paydo bo'ladi, yaproqning o'zi sarg'ish rangga kiradi va tezda so'liydi. bundan tashqari zararlangan o'simliklarning rivojlanishi keskin to'xtaydi. Tuproq qatlamlaridagi molibden ko'rsatkichi 0,15 mg/kg tuproq kattalikdan kamaymasligi kerak.

Molibdenli o'g'itlardan foydalanish nafaqat donli va boshqa turdagi ekinlar hosildorligini oshirishda, balki ular sifatini yaxshilanishida ham muhim o'rin tutadi, masalan molibden ta'sirida no'xatdagi proteinlar miqdori 2–4,5% ga ortadi. Molibdenli o'g'itlar, xususan, ammoniy molibdat urug'larni ekishdan oldin ishlov berish vositasi uchun ishlatiladi. No'xat va boshqa ekinlarga ishlov berish uchun 1 kg urug' hisobiga 0,25–0,3 g o'g'it va 0,2 kg suv, 1 kg beda urug'i uchun esa 5–8 g ammoniy molibdan va 0,3–0,5 l suv ishlatiladi. Molibdenli superfosfat tuproqqa beda, no'xat, qator dukkakli va boshqa ekinlar urug'lari bilan 10 m<sup>2</sup> ekiladigan maydonga 50 g hisobida beriladi. O'simliklarni o'zaksiz oziqlantirishda ammoniy molibdat (10 m<sup>2</sup> maydonga 0,02 g hisobida) shonalash va gullash boshlanishida beriladi.

Molibdenli o'g'itlar sifatida asosan suvda eruvchan ammoniy paramolibdat  $3(NH_4)_2O \cdot 7MoO_3 \cdot 4H_2O$  yoki ammoniy molibdat  $5(NH_4)_2O \cdot 12MoO_3 \cdot 7H_2O$  hamda ammoniy-natriy molibdat ishlatiladi. Ularni ferrocitlashmadan elektrolampochka va boshqa korxonalar chiqindilaridan olinadi. Nitrofoskaga (0,2±0,05% Mo), qo'shaloq superfosfatga (0,2±0,02% Mo) va oddiy superfosfatga ham (0,13±0,03% Mo) qo'shiladi.

**Marganesli o'g'itlar.** Marganes kumushrang-oq tusli metall bo'lib, tabiatda kislorod va boshqa kimyoviy elementlar bilan birikma holati-

da uchraydi, tuproqdagi uning miqdori quruq modda hisobida 21 dan 6400 mg/kg gacha bo'ladi.

Marganesning harakatchanligiga tuproqda bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, marganesning ikki valentli birikmalari o'simlik o'zak tizimiga o'zlashish uchun qulay bo'lgan asosiy mikroelement hosil qilgan holda suvda yaxshi eriydi. Shu bilan bir vaqtda to'rt valentli ko'rsatkichgacha oksidlanadi va ko'pchilik o'simliklar o'zlashtira olmaydigan birikmaga aylanadi. Marganesning yuqori valentli birikmalari esa tuproqda boradigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ikki valentli birikmalarga aylanishi ham mumkin.

Tuproq kislotaliligi va qulay sharoit (tuproq qatlamiga atmosfera kislorodining kirishi kamayishi yoki butunlay kirmasligi, haroratning mo'tadil ko'rsatkichi, yuqori namlik) tuproqdagi marganes eruvchanligini oshiradi, natijada u harakatchan bo'ladi. Shuni ham ta'kidlash lozimki, ortiqcha miqdordagi marganes o'simlik rivojlanishining umumiy holatiga yaxshi ta'sir ko'rsatmaydi. Ko'pgina hollarda mazkur mikroelement kislotali tuproqlarda o'sadigan o'simliklarning zaharlanishiga olib kelishi aniqlangan. Ortiqcha miqdordagi marganesga qand va ozuqali lavlagilar, beda va yo'ng'ichqa o'ta sezgir bo'ladi. Bunday ta'sirni tuproqni ohaklash yo'li bilan kamaytiriladi.

Tuproqqa azotli, ayniqsa, ammiakli o'g'itlar solinganda o'simliklarda marganes faol o'zlashadi. Aksincha, tuproqni ohaklash mazkur kimyoviy element harakatchanligini kamaytiradi, uning ekinda o'zlashishini qiyinlashtiradi.

Marganes o'simliklarga nisbatan ko'p miqdorda beriladi, ko'pgina ekinlarda u 1 kg quruq modda hisobiga 8 dan 325 mg gacha bo'ladi. Qand va ozuqali lavlagilar, paxta, kanop, makkajo'xori, kuzgi bug'doy yaproqlari, tanasi va urug'i, olma va gilos mazkur mikroelementga boy bo'ladi. Kartoshka, no'xat va boshqa donli ekinlarda marganes kam bo'ladi.

O'simliklarda marganes yetishmaganda ularning bargida dog'lar paydo bo'ladi, vaqt o'tishi bilan bu dog'lar qorayadi, barg to'qimalari zararlanadi va so'liydi. Ko'pgina holatlarda marganes yetishmasligi tufayli nafaqat o'simlik barglari, balki zararlanish o'simlikning butun tanasini qamrab oladi, o'simlikning hosildorligi keskin kamayadi. Ayniqsa bu qand lavlagida, gilosda, malinada, olmada yaqqol namoyon bo'ladi.

O'simliklarda marganes yetishmovchiligi ayrim hollarda butunlay yo'qolib ketadi, bu ayniqsa, yog'ingarchilikdan so'ng tuproq namligi ortganda seziladi, bunda marganesning harakatchanligi ortadi.

Marganesli o'g'itlar bilan o'simliklar o'zakli yoki o'zaksiz oziqlanishi, urug'lariga ishlov berilishi mumkin, u nafaqat o'simlik hosildorligini oshirishda, balki yetishtiriladigan hosil sifatiga ham yaxshi ta'sir ko'rsatadi. O'simliklarda oqsil, yog'lar, vitaminlar va qand moddalari miqdori ortadi.

Qand lavlagi, donli, yog'li va sabzavot ekinlari uchun 10 m<sup>2</sup> maydon hisobiga 200–200 g miqdorida marganesli superfosfat ishlatiladi. O'zaksiz oziqlantirish uchun 10 m<sup>2</sup> maydon hisobiga 0,15–0,2 g marganes sulfat ishlatiladi.

O'simlik urug'lari marganes sulfat bilan ekishdan oldin ishlov berilganda yuqori samara beradi. Mazkur tadbir quruq usulda amalga oshiriladi, buning uchun mikroo'g'it yaxshilab quritiladi, maydalanadi va talk (oq yoki yashil rangdagi maydalangan silikatli mineral) bilan aralastiriladi, bu urug' sirtiga marganes mikroo'g'itini yaxshi yopishishini ta'minlaydi. Barcha komponentlar nisbati qaysi uruqqa ishlov berilishiga bog'liq bo'ladi. Makkajo'xori va no'xatga 1 kg urug' hisobiga 0,5 g marganes sulfat va 2–3 g talk olinadi, qand lavlagi uchun – 1 g mikroo'g'it, 4 g talk va hokazo.

Marganesli o'g'itlar sifatida marganes rudalarini boyitishdagi quyqumlar ishlatiladi. Bu quyqumlar quritilgach, uning tarkibidagi MnO<sub>2</sub> miqdori 14% gacha yetadi. Suvda eruvchi o'g'it sifatida karbonatli marganes rudasini yoki MnO ni sulfat kislotali ishlashdan hosil bo'ladigan MnSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O ham ishlatiladi. Uni oddiy superfosfatga ham (1,5±0,5% Mn) qo'shiladi.

**Misli o'g'itlar.** Mis – qizg'ish tusli metall bo'lib, yumshoq, o'z navbatida mustahkam – tabiatda erkin holatda ham (tug'ma mis), boshqa kimyoviy elementlar bilan birikmalar holatida ham uchraydi. Tuproq qatlamidagi harakatchan mis miqdori quruq modda hisobida 0,05 dan 0,14 mg/kg chegarasida bo'ladi.

Mazkur mikroelement o'simlikka suvda eriydigan birikmalar tarzida o'zlashadi (bu tuproqdagi uning umumiy miqdorining o'rtacha 1% ni tashkil etadi). Tabiatda misning suvda eriydigan birikmalari mineral – nitrat, sulfat, xlorid kislotalar va organik (limon, sirka, yantar va boshqa) kislotalar tuzlari tarzida bo'ladi. Mazkur kimyoviy element birikmalari yuqori harakatchanligi bilan ajralib turadi va tuproq qatlamida oson yuviladi.

Tuproqda misning mustahkam turishi uchun mutaxassislar tomonidan misli o'g'itlar bilan bir qatorda organik birikmalar va karbonatlar ishlatish tavsiya etiladi. Ta'kidlash lozimki, ishqoriy va hatto neytral reaksiyali tuproqlarda, shuningdek tuproq qatlami balchiqli bo'lganda misning harakatchanligi kamayadi.

Neytral tuproqlarda turli organik moddalar bilan birikib bu kimyoviy element mustahkam, suvda qiyin eriydigan komplekslar va suvda amalda erimaydigan mineral tuzlar hosil qiladi. Masalan, tuproq muhiti  $\text{pH} = 7$  ga teng bo'lganda mis toza holatda umuman uchramaydi, faqat kompleks birikmalar holatida bo'ladi.  $\text{pH}$  qiymati 4,5 dan ortganda bu mikroelement tuproq eritmasida fosfatlar, karbonatlar, sulfidlar yoki gidratlar tarzida cho'kadi.

Tuproqni ohaklash mis harakatchanligini kamaytiradi, uning tuproq qatlamida mustahkam turishini ta'minlaydi va o'simlikka o'zlashishi qiyinlashadi. Shunday qilib, tuproqqa misli o'g'itlar va ohakni bir paytda berilishi maqsadga muvofiqdir.

Shuni ham ta'kidlash joyizki, tuproqdagi harakatchan mis 1,5 mg/kg dan ortmaganda misli o'g'itlarning ta'sir kuchi yaxshi bo'ladi.

Turli xil ekinlardagi mazkur mikroelementning miqdori u yoki bu turdagi o'simlikka va tuproq sharoitiga bog'liq bo'lib, 1 kg quruq modda hisobida 1,5 dan 26 mg gachani tashkil etadi.

Tuproq qatlamida mis yetishmasligi kuzgi va lalmi bug'doyda, sulida, arpada, makkajo'xorida, lavlagida, mevali daraxtlarda va boshqa qator ekinlarda o'z ta'sirini yaqqol ko'rsatadi. Mis yetishmasligi ularda qator kasalliklarni keltirib chiqaradi: boshqoq donining puch bo'lishi, zang kasalligi, barglarda xloroz va o'simlikning sekin o'sishi kuzatiladi.

Ekinlar hosildorligi oshishini ta'minlovchi hamda meva va urug'lar sifatini yaxshilaydigan misli o'g'itlar turli xil tarzda ishlatiladi: tuproqqa to'g'ridan to'g'ri berish orqali, o'zaksiz oziqlantirish yo'li bilan yoki urug'larni ekishdan oldin ishlov berish yo'li bilan oziqlantiriladi. Misli o'g'itlar bilan tuproqli oziqlantirish 4–5 yilda bir marta amalga oshiriladi. Buning uchun haydaladigan yoki chopiladigan har bir kvadrat metr maydonga 50–60 g misli pirit kuyundisi hisobidan ozuqa beriladi.

Urug'larga ekishdan oldin ishlov berish uchun yaxshilab quritilgan va maydalangan mis(II)-sulfat bilan ishlov beriladi (1 kg urug' hisobiga 0,1–1 g o'g'it to'g'ri keladi).

O'simliklarni o'zaksiz oziqlantirishda mis(II)-sulfat eng yaxshi o'g'it hisoblanadi. Uning 20–30 g miqdori 10 l suvda eritiladi va o'simlik rivojlanishga kirishdan oldin sepiladi. Lekin ekinning barg yuzasi yetarlicha rivojlangan bo'lishi lozim.

Misli o'g'itlar faqatgina hosildorlikni oshirish uchungina emas, balki o'simlik va tirik organizmlarni kasalliklardan saqlash uchun ham xizmat qiladi (inson organizmida misga bo'lgan talab sutkasiga 2 mg ni tashkil etadi).

Ko'pincha misli o'g'it sifatida mis metali ishlab chiqaruvchi korxonalarining kolchedan kuyundisi ishlatiladi. Uning tarkibida 0,3–0,6% Cu, shuningdek Zn, Co va Mo mikroelementlari ham bo'ladi. Bundan tashqari, misli o'g'it sifatida misli shlaklar va maydalangan mis rudalari ham ishlatiladi.

Konsentrlangan misli o'g'it sifatida mis kuporosi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dan (23,4–24% Cu tutgan) foydalaniladi. Uni asosiy o'g'it bilan birgalikda, urug'larga ekishdan oldingi ishlov berishda va unda fungitsidlik xossasi bo'lganligi uchun eritmasini o'simliklarga sepishda qo'llaniladi. Urug'larga changlatish (sepish) uchun uni talk bilan (5,6–6,4% Cu hisobida) arashtiriladi.

Shuningdek, sanoat chiqindilaridan foydalanilgan holda misli kaliy xlorid ( $90 \pm 1\%$  KCl,  $1 \pm 0,2\%$  Cu), misli ammosfos (0,3–0,5% Cu) ham ishlab chiqariladi.

**Ruxli o'g'itlar.** Rux – ko'kimtir-oq tusli mustahkam metall bo'lib, havoda oksidlanadi, tabiatda erkin holatda amalda uchramaydi. Tuproqda mazkur mikroelement miqdori o'rtacha 10–60 mg/kg ni tashkil etadi. Tuproqdagi harakatchan rux miqdori 5 dan 25 mg/kg chegarasida o'zgaradi.

Rux o'simlikka suvda eruvchan va almashinuvchan shakllarda o'zlashadi. Tuproqni ohaklash mazkur kimyoviy element birikmalarining eruvchanligini kamaytiradi, bu esa ruxning o'simlikka o'zlashishini sekinlashtiradi. Tuproq qatlamiga fosforli o'g'itlar solinganda ham amalda kam eriydigan rux fosfatlari hosil bo'lishi hisobiga mazkur mikroelement harakatchanligi kamayadi.

Rux yetishmovchiligi olmada, nokda, uzumda, shuningdek sitrus, donli va ko'pgina sabzavot ekinlarida o'z ta'sirini ko'rsatadi. O'simliklarda rux yetishmaganda rivojlanishi orqada qola boshlaydi va turli xil kasalliklarga uchraydi.

Ruxli o'g'itlardan foydalanish nafaqat o'simliklarning fizik holatiga ta'sir ko'rsatadi, balki hosildorligi ham ortadi. Masalan, makkajo'xori hosildorligi 5–7 s/ga ga, paxta – 2–3 s/ga ga, bug'doy doni 1,5–2,3 s/ga ga ortadi.

Pomidor ko'chatlarini ruxli o'g'itlar bilan oziqlantirilishi natijasida C vitamini va shakar moddalari miqdori va hosildorligi ortadi. Mazkur guruh o'g'itlari bilan kartoshkani oziqlantirish uning turli xil kasalliklarga bo'lgan immunitetini oshiradi.

Boshqa turdagi mikroo'g'itlardan farqli o'laroq, ruxli o'g'itlar faqat o'zaksiz va ekishdan oldin urug'larga ishlov berish yo'li bilan oziqlantiriladi. Buning uchun maydalangan mis(II)-sulfat talk bilan aralashtiriladi va hosil qilingan aralashma urug' bilan aralashtiriladi. Bunda 1 kg donga 0,35 g ruxli o'g'it va 2 g talk, 1 kg makkajo'xoriga 0,4 g ruxli o'g'it va 1,6 g talk ishlatiladi. O'zaksiz oziqlantirish o'simlikda g'uncha va gul shakllanish davrida rux sulfatning suvdagi eritmasi (10 m<sup>2</sup> maydonga 1 g o'g'it va 10 l suv) bilan amalga oshiriladi. Mevali daraxtlarga bahorda ishlov beriladi, bunda rux sulfatning (60 g) so'ndirilgan ohak (60 g) va suv (10 l) aralashmasi ishlatiladi.

Ruxli o'g'itlar sifatida ko'pincha rux sulfat ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida 21,8–22,5% Zn tutgan, talk bilan aralashtirilganda esa 8,1–9,9% Zn tutgan, shuningdek ruxli polimer o'g'itlar PMU-7 (Zn 25% dan kam emas) va ruxli belila bo'yog'i ishlab chiqarish korxonasining chiqindisi ishlatiladi. Bunday chiqindilarda Cu, Mn va boshqa mikroelementlar ham bo'ladi. Rux tuzlarini ammosfoga (~1,4% Zn) va karbamidga (1,5–1,7% Zn) ham qo'shish yo'li bilan o'g'itlar ishlab chiqariladi.

**Kobaltli o'g'itlar.** Kobalt – qizg'ish toblanadigan kumushrang-oq metall bo'lib, tabiatda nikelli rudalar tarkibida uchraydi. Mazkur mikroelementning tuproqdagi miqdori 1 kg tuproqda 0,4 dan 21 mg gacha chegarada o'zgaradi, bunda ikki va uch valentli kobalt harakatchanligi bir-biridan farq qiladi. Ikki valentli kobalt sulfatlar, xloridlar va bikarbonatlar tarzida, uch valentli kobalt esa ammiak va ayrim organik kislotalar bilan kompleks tarzida bo'ladi.

Kobaltning harakatchanligi tuproqning pH ko'rsatkichiga bog'liq bo'ladi: mazkur mikroelement neytral va ishqoriy reaksiyaga ega bo'lgan tuproqlarda kislotali tuproqlardagiga nisbatan ko'p bo'ladi.

Ikki valentli kobalt turli kimyoviy reaksiyalarga tez kirishadi, uni tuproqda ushlab turish uchun ohaklash maqsadga muvofiqdir. Bunday tadbir ayniqsa kobalt tuproqda ortiqcha miqdorda bo'lganda yaxshi samara beradi. Kobalt yetishmovchiligi o'simliklarda turli kasalliklarni keltirib chiqarishini ham unutmash lozim.

Kobaltli o'g'itlar (kobalt sulfati, nitrati va xloridlari) tuproqqa solish uchun ham, o'simliklarni o'zaksiz oziqlantirishda ham (o'g'itning 0,05% li eritmasi), urug'ni ekishdan oldin ishlov berishda ham (bu holda kobalt tuzining 0,5% li eritmasi) ishlatiladi.

Kobaltli o'g'itlar sulfatli va xloridli holida ishlatiladi. U qo'shaloq superfosfat, nitrofoska va ammosfoga (~0,1% Co hisobida) qo'shiladi. Fos-

forit unida ham 0,001–0,02% atrofida kobalt bo'ladi. Uning asosiy qismi o'g'it tarkibiga o'tadi.

**Yodli o'g'itlar.** Yod – metall yaltiroqlikka ega bo'lgan qora-kulrang tusli kristall modda bo'lib, barcha tirik organizmlar oziqlanishida muhim rol o'ynaydi. Tabiatda u birikmalar holatida uchraydi, tuproqda mazkur mikroelement miqdori quruq modda hisobida 0,1–5 mg/kg chegarasida o'zgaradi.

Tog'li hududlar tuproqlarida tekisliklardagiga nisbatan yod tanqisroq bo'ladi.

O'simliklarda yod miqdori kam bo'lishi turli kasalliklarni kamdan kam keltirib chiqaradi. Lekin bunday hududlarda inson va hayvonlarda yod yetishmovchiligi kuzatiladi. O'simliklarni mazkur mikroelement bilan to'yintirish uchun ayrim ozuqalarga kaliy yodidning 0,01–0,02% li eritmasi qo'shiladi, tarkibida yod tutgan boshqa mineral o'g'itlardan foydalaniladi.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, tuproqni ohaklash, shuningdek tuproqqa xlor tutgan va nitratli o'g'itlar solish yod harakatchanligini kamaytiradi, buning natijasida mazkur mikroelementning o'simlikka o'zlashishi qiyinlashadi va yod yetishmovchiligi kelib chiqadi.

**Kompleks mikroo'g'itlar** sifatida borat kislotasi, mis, rux, kobalt va marganes sulfatlari, ammoniy molibdat va kaliy yodid aralashmalari ishlatiladi. Kompleks mikroo'g'itlar tarkibida 5,5% B, 2,8% Cu, 5,5% Zn,  $1 \pm 0,1\%$  Mo va Co, 11% Mn bo'ladi. Ular 0,18 g va 0,36 g li tabletkalar holida ishlab chiqariladi. Borat kislotasi, mis, rux va marganes sulfatlari, molibden(III)-oksid va talkni maydalab aralashtirish natijasida mikroelementli kukun hosil qilinadi. Bunday kukunning tarkibida 2,4–2,8% B, 5–6% Cu, 8–10% Zn, 9,5–11% Mo, 6,5–8,0% Mn bo'ladi. O'n xildan ortiq turdagi bunday mikroo'g'itlar ishlab chiqariladi.

O'simliklardagi xloroza kasalligiga qarshi (temir yetishmasligidan shu kasallik kelib chiqadi) antixlorozin – Fe-DTPAdan foydalaniladi. Uni temir kompleksonati (temir dietilentriaminopentaasetat) deb ham ataladi. Rux, mis, marganes va boshqa metallarning kompleksonatlari ham mikroo'g'itlar sifatida ishlatilishi mumkin. Ular suvda yaxshi eriydi, tuproqdagi mikroorganizmlar ta'sirida parchalanib ketmaydi hamda tuproq tarkibidagi o'simlikka o'zlashmayotgan mikro- va makroelement birikmalarini o'zlashadigan holatga keltiradi. Bunday kompleksonatlarni makroo'g'itlar ishlab chiqarish jarayonida o'g'it tarkibiga ham kiritilishi mumkin.

### 3- §. Mis kuporosi ishlab chiqarish texnologik hisoblari

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

|  |       |
|--|-------|
| Mis kuporosi ishlab chiqarish sexining quvvati, kg/sutka                         | 30000 |
| Xomashyo bo'lakchalaridagi misning miqdori, %                                    | 95    |
| Maydalangan oltingugurt (2-nav) tarkibi, %:                                      |       |
| – oltingugurt  | 98,0  |
| – namlilik   | 0,5   |
| – kul  | 1,0   |
| Yuqori oltingugurtli mazut tarkibi, %:   |       |
| C  | 83,4  |
| H  | 10,6  |
| N + O  | 0,4   |
| S  | 2,9   |
| W  | 3,0   |
| Al   | 0,3   |
| $Q_H^P$ (kJ/kg hisobida)   | 38390 |
| Tushayotgan material va berilayotgan havo harorati, °C                           | 20    |
| Berilayotgan havoning nisbiy namligi J, %  | 70    |
| Tayyor mahsulot tarkibi (1-nav):   |       |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ % da, kam emas                         | 98,0  |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ % da, ko'p emas  | 0,25  |
| Suvda erimaydigan qoldiq, % da, ko'p emas  | 0,1   |
| Mis kuporosi olishda misning yo'qotilishi, %:                                    |       |
| – tayyor mahsulotni quritish va qadoqlashda                                      | 0,1   |
| – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning suyuq faza bilan chiqib ketishi | 0,5   |
| – eritishdan so'ng chiqindiga ketishi  | 0,5   |
| – shlak bilan (shlak miqdori xomashyodan 12%,                                    |       |
| – shlakdagi mis konsentratsiyasi 44%)  | 0,5   |
| – misning pechda kuyishi   | 0,5   |

#### Xomashyo mis bo'laklari (chiqindi) hisobi

1. Quritish va qadoqlashdagi yo'qotilishni hisobga olganda tayyor mahsulot miqdori:

$$\frac{30000}{1 - 0,001} = 30030 \text{ kg/sutka}$$

2. Tayyor mahsulotdagi mis kuporosi miqdori:

$$30030 \cdot 0,98 = 29429 \text{ kg/sutka}$$

3. Minoradagi yo'qotilishni hisobga olgan holda hosil bo'ladigan mis kuporosi miqdori:

$$\frac{29429}{1 - 0,005} = 29577 \text{ kg/sutka}$$

4. Mis kuporosidagi mis miqdori:

$$\frac{29577 \cdot 63,54}{249,7} = 7527 \text{ kg/sutka}$$

5. Donachalardagi mis miqdori:

$$\frac{7527}{1 - 0,005} = 7565 \text{ kg/sutka}$$

6. Pechga yuklangan mis xomashyosi donachalaridagi mis hissasi:

$$1 - 0,005 - 0,21 \cdot 0,4 = 0,9422$$

7. Yuklanayotgan xomashyodagi mis miqdori:

$$\frac{7565}{0,9422} = 8029 \text{ kg/sutka}$$

8. Pechga yuklanishi zarur bo'lgan misli xomashyo miqdori:

$$\frac{8029}{0,85} = 8452 \text{ kg/sutka}$$

Pechda mis xomashyosini suyuqlanishi mis kuporosi olishdagi yagona uzlukli jarayon bo'lib, pech hisobini 6 soatlik suyultirish jarayoniga hisoblaymiz; olingan natijani sutkalik ishlab chiqarish hajmiga (miqdoriga) o'tkazish uchun 4 ga ko'paytiramiz. Bundan pechga bir marta yuklanadigan xomashyo miqdori:

$$\frac{8452 \cdot 6}{24} = 2113 \text{ kg bo'ladi.}$$

### Jarayonning moddiy hisobi

#### Kirim:

1. Mis xomashyosi:

$$2113 \text{ kg}$$

2. Xomashyodagi qo'shimchalar:

$$2113 \cdot 0,05 = 106 \text{ kg}$$

3. Hosil bo'ladigan shlak:

$$(2113 - 106) \cdot 0,21 = 241 \text{ kg}$$

4. Shlakdagi oksidlangan qo'shimchalar:

$$241 \cdot (1 - 1,4) = 135 \text{ kg}$$

5. Qo'shimchalarni oksidlash uchun zaruriy kislorod miqdori:

$$135 - 106 = 29 \text{ kg}$$

6. Pechdagi xomashyoga qo'shiladigan oltingugurt miqdori (1% xomashyo miqdoridan):

$$2113 \cdot 0,01 = 21 \text{ kg}$$

[oltingugurtdagi qo'shimchalarni (0,5 kg dan kam) hisobga olmaymiz]

7. Oltingugurtning oksidlash uchun zarur kislorod miqdori:

$$21 \cdot \frac{32,0}{32,1} = 21 \text{ kg}$$

8. Mazut sarfini amaliy dalillarga asosan xomashyoga nisbatan 20% olinadi:

$$2113 \cdot 0,2 = 423 \text{ kg}$$

9. Mazutni yondirish uchun zarur kislorod miqdori:

$$m_{O_2} = m_{mazut} \cdot \left[ C^p \cdot \frac{M_{O_2}}{M_C} + H^p \cdot \frac{\frac{1}{2} M_{O_2}}{M_{H_2}} + S^p \cdot \frac{M_{O_2}}{M_S} - \frac{1}{2} \cdot (N^p + O^p) \right]$$

$$m_{O_2} = 429 \left( 0,834 \cdot \frac{32}{12,011} + 0,100 \cdot \frac{16}{2,016} + 0,029 \cdot \frac{32,0}{32,066} - \frac{1}{2} \cdot 0,004 \right) =$$

$$= 1286 \text{ kg.}$$

$$O^p = N^p = \frac{1}{2} \cdot 0,4\% \text{ deb qabul qilamiz.}$$

10. Ortiqcha havoni e'tiborga olganda zarur bo'lgan kislorod ( $\alpha = 1,5$ ) miqdori:

$$1,5 \cdot (21 + 1286 + 29) = 2004 \text{ kg}$$

11. Pechga beriladigan quruq havoning umumiy miqdori:

$$\frac{2004}{0,232} = 8638 \text{ kg}$$

12. Pechga havo bilan birga kiradigan namlik miqdori:

$$8638 \cdot 0,01042 = 90 \text{ kg}$$

bunda: 0,01042 – 20°C haroratda havo namligi  $j = 70\%$  bo'lganda 1 kg quruq havoga to'g'ri keladigan suv miqdori, kg.

13. Beriladigan havoning umumiy miqdori:

$$8638 + 90 = 8728 \text{ kg.}$$

**Sarf:**

1) Gaz va changlar bilan chiqib ketishi hisobiga yo'qotiladigan massa:

$$(2113 - 106) \cdot 0,005 = 10 \text{ kgCu,}$$

$$423 \cdot 0,003 = 1 \text{ kgkul,}$$

$$90,0 + 423 \cdot 0,03 + 423 \cdot 0,100 \cdot \frac{18,0}{2,0} = 102 + 378 = 480 \text{ kg H}_2\text{O,}$$

$$423 \cdot 0,834 \cdot \frac{44,0}{12,0} = 1292 \text{ kgCO}_2,$$

$$21 + 21 + 423 \cdot 0,029 \cdot \frac{64,1}{32,1} = 67 \text{ kgSO}_2,$$

$$2004 - (21 + 1286 + 29) = 668 \text{ kgO}_2,$$

$$8638 - 2004 + 423 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,004 = 6635 \text{ kgN}_2$$

Pechdan chiqib ketayotgan gaz va bug'larning umumiy miqdori:

$$10,0 + 1 + 480 + 1292 + 76 + 668 + 6635 = 9153 \text{ kg}$$

2) Olingan donador mahsulot:

$$(2113 - 106) - (241 - 135) - 10 = 1891 \text{ kg}$$

Pechning bir marotaba va sutkalik ishlab chiqarish moddiy balansi jadvalini talabalar mustaqil tuzadilar.

**Jarayonning issiqlik hisobi**

**Kirayotgan issiqlik:**

1) Mis xomashyosi bilan:

$$(2007 \cdot 0,381 + 106 \cdot 0,452) \cdot 20 = 16250 \text{ kJ}$$

2) Oltinugurt bilan:

$$21 \cdot 0,775 \cdot 20 = 327 \text{ kJ}$$

3) Havo bilan:

$$8638 \cdot 46,47 = 401400 \text{ kJ}$$

Qo'shimchalar oksidlangandagi issiqlik. Qo'shimchalar asosan temirdan iborat deb hisoblash mumkin, ya'ni FeO hosil bo'lish issiqligi 263,7 kJ/mol bo'lganligi uchun 1 kg qo'shimcha hisobidan:

$$\frac{263,7 \cdot 1000}{71,85} = 3670 \text{ kJ issiqlik chiqadi, hammasi bo'lib esa:}$$

$$135 \cdot 3670 = 495000 \text{ kJ ni tashkil etadi.}$$

4) Oltimgugurtning yonish issiqligi 296,9 kJ/mol yoki

$$\frac{296,9 \cdot 1000}{32,066} = 9259 \text{ kJ/kg, bundan: } 21 \cdot 9259 = 194000 \text{ kJ issiqlik kelib}$$

chiqadi.

5) Mazutning yonish issiqligi:

$$423 \cdot 38390 = 16\,240\,000 \text{ kJ}$$

6) Kiradigan umumiy issiqlik:

$$16250 + 327 + 401400 + 495000 + 194000 + 16\,240\,000 = \\ = 17\,350\,000 \text{ kJ}$$

ni tashkil etadi.

### Issiqlik sarfi:

1) Misni isitish uchun. Misning issiqlik sig'imi quyidagicha ifodalana-  
nadi:

$$N = 0,3563 + 0,9821 \cdot 10^{-4} T \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}$$

Bundan 1084°C dagi 2007 kg misning issiqlik tutishi:

$$Q = 2007 \int_{273}^{(1084+273)} (0,3563 + 0,9821 \cdot 10^{-4} \cdot T) dT = 949000 \text{ kJ}$$

2) Misni suyultirish uchun:

$$2007 \cdot 214 = 429\,500 \text{ kJ}$$

3) Suyuq misni qizdirish uchun:

$$2007 \cdot 0,493 \cdot (1200 - 1084) = 114\,800 \text{ kJ}$$

4) Shlakdagi oksidlangan qo'shimchalar issiqligi:

$$135 \cdot 0,815 \cdot 1200 = 132\,000 \text{ kJ}$$

5) Mazut kuli bilan:

$$423 \cdot 0,003 \cdot 0,815 \cdot 1200 = 1241 \text{ kJ}$$

6) Pechdan chiqayotgan gazlar bilan:

$$(67 \cdot 0,800 + 668 \cdot 1,051 + 1292 \cdot 1,60 + 6635 \cdot 1,139 + 378 \cdot \\ \cdot 2,194) \cdot 1200 + 102 \cdot 6138 = 1\,329\,300 \text{ kJ,}$$

bunda mazut yongandagi suvning bug'lanish issiqligi (378 · 2,194) ham hisobga olingan: 2,194 – 1200°C haroratdagi suvning massa issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad.

7) Suyuq mis issiqligi:

$$1047000 + 429500 + 114800 = 1591300 \text{ kJ}$$

8) Shlakdagi mis issiqligi:

$$\frac{1591300 \cdot 106}{2007} = 84000 \text{ kJ}$$

9) Gazlarda mis issiqligi (suyuq faza bo'yicha):

$$\frac{1591300 \cdot 10}{2007} = 7900 \text{ kJ}$$

10) Donadorlashga tushayotgan mis issiqligi:

$$\frac{1591300 \cdot 1891}{2007} = 1500000 \text{ kJ}$$

11) Shlakning umumiy issiqligi:

$$132000 + 84000 = 216000 \text{ kJ}$$

12) Gazlar, bug'lar va changlarning umumiy issiqligi:

$$1241 + 13\,293\,000 + 7900 \approx 13\,302\,000 \text{ kJ}$$

13) Atrof-muhitga yo'qotilishi e'tiborga olinmagan holdagi umumiy issiqlik sarfi:

$$1500000 + 216000 + 13302000 = 15018000 \text{ kJ}$$

14) Atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik sarfi:

$$17350000 - 15018000 = 2332000 \text{ kJ}$$

Pechning bir quyishdagi va sutkalik issiqlik balansi jadvalini talabalar mustaqil tarzda tuzadilar.

### Misni eritish orqali mis kuporosi olish minorasi

Minorada misni erishi, ya'ni sulfat kislotada eritmasi bilan o'zaro ta'siri quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Hisoblash uchun ma'lumotlar:

|   |                |
|---|----------------|
| Donador mis, kg/sutka   | 7564           |
| Suv, % da   | 5              |
| Donalardagi qo'shimchalar, kg/sutka                                     | 30             |
| Aralashtirishga beriladigan qoldiq eritma tarkibi, kg/sutka:            |                |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                               | 12862          |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$   | 2365           |
| $\text{H}_2\text{O}$  | 38839          |
| Jami  | 54066          |
| Aralashtirishga beriladigan $\text{H}_2\text{SO}_4$ konsentratsiyasi, % | 92,5           |
| Injektorga tushayotgan to'yingan suv bug'lari bosimi, $\text{n/m}^3$    | $3 \cdot 10^5$ |
| Misning chiqindi tarkibida yo'qotilishi, %                              | 0,5            |
| Minoradan chiqadigan eritma konsentratsiyasi, %:                        |                |

|   |      |
|---|------|
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   | 48   |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$                     | 2,77 |
| Havoning nisbiy namligi, %                  | 70   |
| Kirayotgan barcha moddalarning harorati, °C | 20   |
| Minoradan chiqayotgan eritma harorati, °C   | 85   |
| Minoradan chiqayotgan gazlar harorati, °C   | 80   |

### Jarayonning moddiy hisobi

Minorada erimay qoladigan mis miqdori:

$$7564 \cdot 0,005 = 37 \text{ kg/sutka}$$

Minorada erigan mis miqdori:

$$7564 - 37 = 7527 \text{ kg/sutka}$$

Minorada 7527 kg misni eritish uchun (3) tenglama bo'yicha zarur komponentlar miqdori:

$$\frac{7527 \cdot 98,08}{63,54} = 11619 \text{ kg H}_2\text{SO}_4,$$

$$\frac{7527 \cdot 4 \cdot 18,06}{63,54} = 8537 \text{ kg H}_2\text{O va } 1895 \text{ kg O}_2$$

Buning natijasida 29578 kg  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi.

Minoraga qoldiq eritma tarkibida 12862 kg  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 2365 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va 38839 kg  $\text{H}_2\text{O}$ , jami 54066 kg komponentlar kiradi.

Suyuq fazadagi yo'qotishni hisobga olmaganda, minoradan chiqarilayotgan suyuqlikda:  $29578 + 12862 = 42440$  kg  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  bo'ladi.

Bunda suyuqlik massasi:

$$\frac{42440}{0,48} = 88418 \text{ kg bo'ladi.}$$

Bu miqdor suyuqlikda:

$$88418 \cdot 0,0277 = 2949 \text{ kg H}_2\text{SO}_4, 30 \text{ kg}$$

donalardagi qo'shimchalar va

$$88418 - (42440 + 2449 + 30) = 43499 \text{ kg H}_2\text{O}$$

bo'ladi.

Minoradan 2449 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  chiqariladi, qoldiq eritma bilan 2365 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kiritiladi, natijada qolgan eritma miqdori:  $2449 - 2365 = 84$  kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qo'shimcha kiritiladi.

Jami kiritiladigan sulfat kislota miqdori:

$$11619 + 84 = 11703 \text{ kg}$$

ni tashkil etadi.

Minorada hosil bo'ladigan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  miqdori proporsional ravishda suyuqlik yo'qoladi. Shart bo'yicha 0,5% edi.

$$29578 \cdot 0,005 = 148 \text{ kg}$$

Bu miqdor  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  bilan:

$$\frac{88418 \cdot 148}{42440} = 308 \text{ kg}$$

suyuqlik yo'qoladi, bunda:  $308 \cdot 0,0277 = 9 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$  va  $308 - (148 + 9) = 151 \text{ kg H}_2\text{O}$  bo'ladi.

Kristallanish jarayoniga yuboriladigan suyuqlik:

$$88418 - 308 = 88110 \text{ kg}$$

ni tashkil qiladi, bunda:  $42440 - 148 = 42292 \text{ kg CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  va  $2449 - 9 = 2440 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$ ,  $30 \text{ kg qo'shimchalar}$  va  $43499 - 151 = 43348 \text{ kg suv}$  bo'ladi.

Aralashtirish bakiga yuboriladigan suv miqdorini hisoblaymiz.

Sulfat kislota 92,5% li eritma holatida beriladi. Demak,  $11703 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$

kiritish uchun:  $\frac{11703}{0,925} = 12652 \text{ kg 92,5\% li H}_2\text{SO}_4$  eritmasi zarur, bunda

$12652 - 11703 = 949 \text{ kg H}_2\text{O}$  bo'ladi.

Minoraga beriladigan kislorod havo tarkibida bo'ladi. Havoni quvvati  $250 \text{ m}^3/\text{soat}$  bo'lgan to'rtta bug' injektorlari ( $3 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$  bosimli bug' sarfi  $150 \text{ kg/s}$ ) yordamida yuboriladi. Bunda minoraga sutkasiga  $250 \cdot 24 \cdot 4 = 24000 \text{ m}^3$  havo beriladi.

Quruq havo massasi:  $\frac{24000}{0,861} = 27875 \text{ kg/sutka bo'lib}$ , bunda  $0,861 -$

$1 \text{ kg quruq havoga to'g'ri keladigan nam havo hajmi, m}^3/\text{kg}$ .

Bunday miqdordagi havoda:  $27875 \cdot 0,01042 = 290 \text{ kg suv}$  va  $6467 \text{ kg}$  kislorod bo'ladi ( $0,01042$  kattalik ma'lumotnomadagi jadvaldan olinadi).

Injektorlardan tushadigan bug' kondensatlari:

$150 \cdot 24 \cdot 4 = 14400 \text{ kg/sutka}$  ni tashkil qiladi.

Minoraga donalarda  $\frac{7564 \cdot 5}{95} = 398 \text{ kg suv tushadi}$ , eritma holatida

$43499 \text{ kg suv chiqib ketadi}$ . Shuningdek, minoradan  $6467 - 1895 = 4572 \text{ kg/sutka O}_2$  yoki  $27875 - 1895 = 25980 \text{ kg/sutka quruq gazlar chiqib ketadi}$ .

$80^\circ\text{C}$  haroratda 18,5% li sulfat kislota yuzasidagi suv bug'ining bosimi  $318 \text{ mm sim ust ga}$  yoki  $0,424 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$  ga, ya'ni nisbiy namlik

$$\frac{0,424 \cdot 10^5 \cdot 100}{0,473 \cdot 10^5} = 90\% \text{ ga teng. Shu sharoitda namlik miqdori 1 kg}$$

quruq gaz hisobida 0,4716 kg ga tengdir. Demak, 25980 kg quruq gazda 12258 kg suv bug'lari bo'ladi (ma'lumotnomadagi jadvalda 0,4716).

Suv bo'yicha balans tuzish uchun quyidagilar ma'lum, kg/sutka hisobida:

Sarf:

|   |       |
|---|-------|
| CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O hosil qilishda | 8537  |
| Minoradan bug' holatida                             | 12252 |
| Suyuqlik bilan                                      | 43499 |
| Jami suv sarfi                                      | 64288 |

Kirish:

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Donalarda                    | 398   |
| Qoldiq eritmada              | 38839 |
| Havo bilan                   | 290   |
| Sulfat kislotada             | 949   |
| Injektorlarda ishlangan bug' | 14400 |
| Jami kiradigan suv           | 54876 |

Suv qo'shimcha ravishda sepiluvchi (yuvuvchi) suyuqliklarga ham:  
64288 – 54876 = 9412 kg/sutka miqdorida qo'shiladi:

Yuvuvchi (sepiluvchi) eritma tarkibi:

$$12862 \text{ kg CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

$$2365 + 11703 = 14068 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

$$38839 + 949 + 9412 = 49200 \text{ kg suv}$$

Yuvuvchi eritmaning umumiy miqdori 76130 kg/sutka ni, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsentratsiyasi esa 18,48% ni tashkil etadi va qabul qilingan konsentratsiya (18,6%) ga mos keladi.

6.17- jadval

### Mis erituvchi minora moddiy balansi

| Kirish       |          | Chiqish (sarf)          |          |
|--------------|----------|-------------------------|----------|
| komponentlar | kg/sutka | komponentlar            | kg/sutka |
| Donador mis  | 7564     | Chiqindidagi mis        | 37       |
| Suv          | 398      | Kristallanish eritmasi: |          |

## 6.17- jadvalning davomi

|   |        |   |        |
|---|--------|---|--------|
| Yuvuvchi suyuqlik –                       |        | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 42292  |
| Qaytuvchi (qoldiq) eritma:                |        | $\text{H}_2\text{SO}_4$                   | 2440   |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 12862  | $\text{H}_2\text{O}$                      | 43348  |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$                   | 2365   | Erimaydigan qoldiq                        | 30     |
| $\text{H}_2\text{O}$                      | 38839  | Jami eritma                               | 88110  |
| Jami qoldiq eritma                        | 54066  | Suyuqlik yo'qolishi:                      |        |
| Sulfat kislota:                           |        | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 148    |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$                   | 11703  | $\text{H}_2\text{SO}_4$                   | -      |
| $\text{H}_2\text{O}$                      | 949    | $\text{H}_2\text{O}$                      | 151    |
| Jami                                      | 12652  | Jami suyuqlik yo'qolishi                  | 308    |
| Suv                                       | 9412   | Chiqib ketadigan gazlar:                  |        |
| Jami yuvuvchi eritma                      | 76130  | $\text{O}_2$                              | 4572   |
| Havo-bug' aralashmasi:                    |        | $\text{N}_2$                              | 21408  |
| $\text{O}_2$                              | 6467   | $\text{H}_2\text{O}$                      | 12252  |
| $\text{N}_2$                              | 21408  | Jami bug'-gaz aralashmasi                 | 38232  |
| $\text{H}_2\text{O}$                      | 14690  | Hammasi                                   | 126687 |
| Jami havo-bug' aralashmasi                | 42565  |   |        |
| Donachalardagi mexanik                    |        |   |        |
| qo'shimchalar va b.                       | 30     |   |        |
| Hammasi                                   | 126687 |   |        |

**Jarayonning issiqlik hisobi****Issiqlik kirishi:**

1) Donachalarda:

$$7564 \cdot 0,381 \cdot 20 = 67640 \text{ kJ/sutka}$$

2) Donadagi suvda:

$$398 \cdot 83,9 = 33400 \text{ kJ/sutka}$$

3) Yuvuvchi eritmada:

$$mct = 76130 \cdot 3,158 \cdot 20 = 4810000 \text{ kJ/sutka}$$

(bunda  $n=1,127 \cdot 0,1689+1,415 \cdot 0,1848+4,187 \cdot 0,6463=3,158 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}$ )

4) Havo bilan:

$$27875 \cdot 46,47 = 1295000 \text{ kJ/sutka}$$

5) Bug' bilan:

$$14400 \cdot 2725 = 39340000 \text{ kJ/sutka}$$

6) Qo'shimchalar bilan:

$$30 \cdot 0,48 \cdot 20 = 504 \text{ kJ/sutka}$$

7)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ning hosil bo'lish (3-reaksiyada) issiqligi:

$$q = 2278,0 - 811,30 - 4 \cdot 285,48 = 323,34 \text{ kJ/sutka}$$

$$\text{yoki } \frac{323,34 \cdot 1000}{63,54} = 5088,8 \text{ kJ 1 kg Cu uchun}$$

$$q = m_{\text{Cu}} \cdot q = 7527 \cdot 5088,8 = 38300000 \text{ kJ/sutka}$$

8)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ning konsentrlangan eritmalarida erish issiqligi jadvaldagi qiymatlarning taxminan 75% ni tashkil etadi, ya'ni:

$$-11,27 \cdot 0,75 = -8,8 \text{ kJ/mol yoki 1 kg Cu uchun } -138,3 \text{ kJ.}$$

Issiqlikning umumiy kirimi:

$$57640 + 33400 + 4810000 + 1295000 + 39240000 + 504 + +38300000 = 83736544 \text{ kJ/sutka}$$

**Issiqlik sarfi:**

1) Chiqindiga mis bilan

$$37 \cdot 0,381 \cdot 85 = 1224 \text{ kJ/sutka}$$

2) Misni isitishga

$$7527 \cdot 0,381 \cdot (85 - 20) = 186400 \text{ kJ/sutka}$$

3) Eritma bilan kristallantirishga

$$mct = 88080 \cdot 2,641 \cdot 85 = 19770000 \text{ kJ/sutka}$$

(bunda  $n = 1,127 \cdot 0,4800 + 1,415 \cdot 0,0277 + 4,187 \cdot 0,4923 = 2,641 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}$ )

4) Qo'shimchalar bilan

$$30 \cdot 0,84 \cdot 85 = 2112 \text{ kJ/sutka}$$

5) Eritish jarayonida suyuqlik bilan yo'qotiladigan

$$308 \cdot 2,641 \cdot 85 = 69100 \text{ kJ/sutka}$$

6) Chiqindi gazlari bilan

$$25980 \cdot 1328 = 34500000 \text{ kJ/sutka}$$

bunda  $1328 - 80^\circ\text{C}$  harorat va  $j = 90\%$  dagi nam havoning entalpiyasi.

7)  $\text{CuSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  ni eritishga 1041000 kJ/sutka

Issiqlikning umumiy sarfi:

$$1224 + 186400 + 19770000 + 2112 + 69100 + 34500000 + 1041000 = 55569836 \text{ kJ/sutka}$$

8) Tevarak-atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik

$$83736544 - 55569836 = 28166708 \text{ kJ/sutka yoki kiradigan issiqlik-$$

ning 34% miqdori.

**Nazorat savollari:**

1. O'simliklar uchun zarur mikroelementlar va ularning ahamiyatini ayting.
2. Borli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
3. Misli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
4. Ruxli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
5. Marganesli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
6. Molibdenli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
7. Kobaltli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
8. Kompleks mikroo'g'itlar haqida tushuncha bering.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I. A. O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari, taraqqiyot kafolatlari. – T.: O'zbekiston, 1997.
2. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: Fan va texnologiya, 2007.
3. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008.
4. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. – T.: Fan va texnologiya, 2010.
5. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: Химия, 1987.
6. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л., Химия. 1989.
7. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. проф. А.А.Соколовского. – М.: Химия, 1982.
8. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. – М.: Химия, 1977.
9. Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Умаров Т.Ж. Активация природного фосфатного сырья. – Т.: Издательство «Хоразм», 1999.
10. Кононов А.А., Стрелин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. – М.: Химия, 1988.
11. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли: Свойства и способы их улучшения. – М.: Химия, 1987.
12. Шамшидинов И. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, – Ташкент, 1994.
13. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Ташкент: ФАН, 1992.

14. Мирзакулов Х.Ч. Разработка ресурсосберегающей технологии переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов на фосфорсодержащие удобрения: Дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент, 2009.
15. Садыков Б.Б. Технология получения комплексных азотно-фосфорных серу- и кальцийсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов: Дис. ... канд. техн. наук, – Ташкент, 2008.
16. Волынскова Н.В. Разработка и внедрение технологии производства экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов: Дис. ... канд. техн. наук, – Ташкент, 2010.
17. Стрелин В.Н. Производство жидких комплексных удобрений: Учебное пособие для рабочих профессий. – М.: НИИТЭХИМ, 1987.
18. Жданов Ю.Ф. Химия и технология полифосфатов. – М.: Химия, 1979.
19. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1983.
20. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. – Л.: Агропромиздат, 1990.
21. Каталымов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. – М.-Л.: Химия, 1965.
22. Копейкина А.Н., Тихонова Р.А. Использование микроудобрений в сельском хозяйстве США. – Хим. промышленность за рубежом, 1982, № 10.
23. Хакимов Х.Х., Татарская А.З. Периодическая система и биологическая роль элементов. – Ташкент: Медицина, 1985.
24. Исаев Б.М. Физиологические и агрохимические основы питания хлопчатника микроэлементами. – Ташкент: Фан, 1979.
25. Becking J.H. Molybdenum and Symbiotic nitrogen fixation by alder, – Nature, 1981 v 192 . p. 4808.
26. Аскарова С.А., Иоффе Р.Я., Мамадалиев А.Х. Микроэлементы и устойчивость хлопчатника к вильту. – Ташкент: Фан, 1973.
27. Ташкузиев М.М., Джаббаров А., Зиямухамедов И.А. Влияние микроэлементов на повышение эффективности минеральных удобрений. – В кн.: «Биологическая роль микроэлементов и их применение в

сельском хозяйстве и медицине». Докл. VIII Всесоюзной конференции. – Ивано-Франковск, 1978, т. 2.

28. Тураев З. Получение медь- и цинксодержащего аммофоса с использованием некоторых видов вторичного сырья цветной металлургии и отработанных катализаторов: Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук, – Ташкент, 1987.

## MUNDARIJA

|                |   |
|----------------|---|
| SO'ZBOSHI..... | 3 |
| KIRISH .....   | 5 |

### **I BOB. MURAKKAB O'G'ITLARNING XALQ XO'JALIGIDAGI AHAMIYATI**

|  |    |
|--|----|
| 1- §. Murakkab o'g'itlarning klassifikatsiyasi .....                       | 8  |
| 2- §. Murakkab o'g'itlar texnologiyasining<br>fizik-kimyoviy asoslari..... | 16 |
| 3- §. Murakkab o'g'itlar xomashyo .....                                    | 18 |
| bazasining rivojlanishi .....  | 18 |

### **II BOB. AZOT-KALIYLI VA FOSFOR-KALIYLI MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

|   |    |
|---|----|
| 1- §. Kaliyli selitra ishlab chiqarish nazariyasi.....              | 31 |
| 2- §. Kaliyli selitra ishlab chiqarish texnologik hisoblari .....   | 40 |
| 3- §. Kaliy orto- va metafosfatlari ishlab chiqarish usullari ..... | 54 |

### **III BOB. AZOT-FOSFORLI MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

|   |    |
|---|----|
| 1- §. Ammofos ishlab chiqarish nazariyasi<br>va texnologik hisoblari..... | 56 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 2- §. Ammofosfat ishlab chiqarish nazariyasi va texnologiyasi .....                   | 73 |
| 3- §. Ammoniy polifosfatlarining ishlab chiqarish usullari va asosiy uskunalari ..... | 77 |
| 4- §. Ammoniy sulfatfosfat o'g'iti ishlab chiqarish.....                              | 81 |
| 5- §. Suprefos ishlab chiqarish.....  | 84 |
| 6- §. Nitrokalsiyfosfat ishlab chiqarish.....   | 90 |

#### **IV BOB. AZOT-FOSFOR-KALIYLI MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

|   |     |
|---|-----|
| 1- §. Nitroammofoska va karboammofoska ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari..... | 103 |
| 2- §. Nitrofoska ishlab chiqarish nazariyasi va texnologiyasi .....                             | 122 |
| 3- §. Nitrofoska ishlab chiqarish texnologik hisoblari.....                                     | 132 |
| 4- §. Azofoska ishlab chiqarish texnologiyasi .....   | 144 |

#### **V BOB. SUYUQ KOMPLEKS O'G'ITLAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

|   |     |
|---|-----|
| 1- §. Suyuq kompleks o'g'itlar tarkibi va fizik-kimyoviy xossalari ....           | 149 |
| 2- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish xomashyolari .....                | 154 |
| 3- §. Suyuq kompleks o'g'itlar olish jarayonining fizik-kimyoviy asoslari.....    | 157 |
| 4- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik sxemasi.....           | 162 |
| 5- §. Suyuq kompleks o'g'itlar olish moddiy va energetik hisoblari .....          | 173 |
| 6- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish asosiy texnologik jihozlari ..... | 176 |

|  |     |
|--|-----|
| 7- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish<br>texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari..... | 182 |
|--|-----|

## **VI BOB. KOMPLEKS MIKROO'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

|  |            |
|--|------------|
| 1- §. Mikroo'g'itlar. O'simliklar rivojlanishida<br>mikroelementlarning roli ..... | 185        |
| 2- §. Mikroo'g'itlar va ularni ishlab chiqarish.....                               | 189        |
| 3- §. Mis kuporosi ishlab chiqarish texnologik hisoblari.....                      | 198        |
| <b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR .....</b>   | <b>210</b> |

34

**Xoltura Choriyevich Mirzakulov**  
**Israiljon Turgunovich Shamshidinov**  
**Zokirjon Turayev**

**MURAKKAB O'G'ITLAR**  
**ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI**  
**VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

*Oliy o'quv yurtlari talabalari*  
*uchun o'quv qo'llanma*

«TAFAKKUR BO'STONI»—TOSHKENT—2013

Muharrir *X. Po'latxo'jayev*  
Rassom *B. O'rinova*  
Sahifalovchi *A. Qo'nishev*  
Musahhah *B. Tuyoqov*

---

Nashriyot litsenziyasi AI № 190, 10. 05. 2011- y.  
Bosishga ruxsat etildi 04. 10. 2013. Bichimi 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
«Times New Roman» garniturası. Ofset qog'ozi.  
Ofset bosma usulida chop etildi. Shartli b. t. 13,5.  
Adadi 500 nusxa. Buyurtma № 59.

---

«TAFAKKUR BO'STONI» nashriyoti  
Toshkent sh., Yunusobod tumani, 9-13.

«TAFAKKUR BO'STONI» MCHJ bosmaxonasida chop etildi  
Toshkent sh., Chilonzor ko'chasi, 1- uy.



«TAFAKKUR BO'STONI»  
NASHRIYOTI

978-9943-4238-4-8



9 789943 423848