

MINERAL O`G`ITLARNI ISHLAB CHIQUARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Toshkent
«Fan va texnologiya» 2007

Q. G'afurov, I. Shamshidinov. Mineral o'g'itlarni ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. O'quv qo'llanma. T., «Fan va texnologiya», 2007,

Ushbu qo'llanma oliy o'quv yurtlarining 5522401 — «Kimyoviy texnologiya*. 5140900 - «Kasb ta'limi* (kimyoviy texnologiya) bakalavriatura yo'nalishlari va 5A522401 — «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi», 5A522404 — ^Mineral o'g'itlar kimyoviy texnologiyasi», 5A522433 — «Kasb-hunar fanlarini o'qitish metodikasi» magistratura mutaxassisliklari talabalari uchun mo'ljallangan. Undan, shuningdek, yo'nalishi yuqorida ko'rsatilgan ixtisosliklarga muvofiq keladigan kasb-hunar kolleji o'qituvchilari hamda mineral o'g'itlar va noorganik moddalar ishlab chiqarish bilan shug'ullanuvchi muhandis-texnik xodimlar ham o'z ish faoliyatlarida foydalanishlari foydadan xoli emasdir.

Qo'llanmada ma'lumotlar tegishli bakalavriatura yo'nalishlari va magistratura mutaxassisliklari o'quv dasturlari asosida yozilgan. Qo'llanmada mineral o'g'itlar ishlab chiqarish usullarining Respublikamizda, MDH mamlakatlarida va chet ellarda qo'llanilayotgan texnologiyalari va hisoblari, shuningdek, mualliflar tomonidan yaratilgan va sanoat miqyosida sinovdan o'tkazilgan yangi texnologiyalar va hisoblari to'g'risida batafsil bayon etilgan. Mineral o'g'itlar texnologiyasining umumiy ilmiy asoslarini azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli va kompleks (murakkab va aralash) o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik hisoblari ko'rsatib o'tilgan.

Taqrizchilar: SH. ABDULLAYEV - kimyo fanlari
doktori, professor;
N. BAXRIDDINOV- texnika fanlari
nomzodi, dotsent

ISBN 978-9943-10-034-3

„. . .“ T> «Faa va texnologiya» nashriyoti, 2007.

Oddiy superfosfat . Fosfaritni parchalash
uchun H_2SO_4 sarfini aniklash . fosforitni
parchalash darajasini aniklash

Fosforitni H_2SO_4 bilan parchalash
reaktsiyasi

$Ca_5F(PO_4)_3$ Q 3,5 H_2SO_4 q35 $CaSO_4$ Q 15
 $Ca(H_2SO_4)$ QHF

Masala No 1.

Apatit konsentratining tarkibida 51,5 %
SaO bor. 100 kg apatit konsentratni parchalash
uchun sarflangan 75% li sulfat kislotaning
mikdorini aniklang . Sulfat kislotaning normasi –
98% stexiometrik xisobiga nisbatan .

Echilishi:

100 kg apatit konsentratning tarkibida 51,5
kg SaO bor .

Stexiometrik xisobiga nisbatan :

56 kg SaO parchalash uchun - 98
kg H2SO4 sarflanadi

51.5 kg -
x

$xq(51.5 * 98)G`56 q90.125 \text{ kg (monogidrat)}$
)

Stexiometrik xisobiga nisbatan sulfat
kislolaning normasi 98 % bulganda :

90.125 - 100%

x - 98%

$x q (90.125*98)G`100 q 88.32 \text{ kg (}$
monogidrat) sarflanadi

51.5 kg SaO ni parchalash uchun 88.32 kg
monogidrat sarflanadi

75% H2SO4 aniklash uchun :

100 kg -
75 kg

x kg -
88.32 kg

$x q (100*88.32) G`75 q 117.76 \text{ kg H2SO4}$
(75% eritma)

93 % H2SO4

100 kg - 93 kg

x kg - 88.32

$x \text{ q } (100 \cdot 88.32) \text{ G} \cdot 93 \text{ q} 94.97 \text{ kg } 93 \%$
 H_2SO_4

$K \text{ q } (20.3 \text{ G} \cdot 21.4) \cdot 100 \text{ q } 94.86 \%$

Ugitning chikish darajasi

$A \text{ q } S_f \text{ G} \cdot S_s \text{ q } \text{R}_2\text{O}_5 \text{ fosf G} \cdot \text{R O}_5\text{super} \text{ q}$
 $(39.4 \text{ G} \cdot 21.4) \cdot 1000 \text{ q} 1841,12 \text{ kg}$

Masala № 2 :

Oddiy superfosfatning tarkibida 21.4 % R_2O_5 um . bor va 20.3 % R_2O_5 sing .
 Xomashyoning tarkibida 39.4 % R_2O_5 bor .
 Xomashyoning parchalanish darajasini va 1000 kg xomashyodan ugitning chikish darajasini aniklang .

Echilishi;

Fosfaritning parchalanish darajasi kuyidagi formula asosida aniklanadi

$K \text{ q } S_{\text{sing}} \text{ G} \cdot \text{Sum}$
 $S_{\text{sing}} - \text{R}_2\text{O}_5 \text{ sing}$

$S_{\text{um}} - \text{R}_2\text{O}_5 \text{ um}$

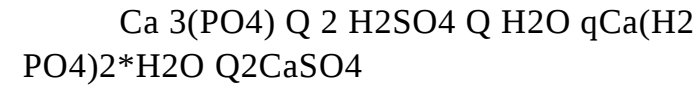
Masala № 3

Apatit kontsentratsiyasining tarkibida :

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	-	86 %
SiO_2	-	1.11 %
Fe_2O_3	-	0,63 %
MgO	-	0.19 %
K_2O	-	0.23 %
NaO	-	0.63 %
CaF_2	-	6.20 %
Namligi	-	0,35 %
Al_2O_3	-	0.90 %
erimagan modda	-	3,96 %

Yb – cuvning sarflanishi

100 kg apatit konsentratini parchalash uchun sulfat kislotaning (monogidratning) sarflanishini aniklang . Apatining parchalanish darajasi 95 %.

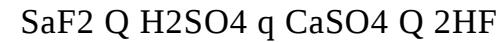


Parchalanish darajasi 95 % bulganda :

$$X_1 \text{ q } (81,7 \cdot 196)G \cdot 310 \text{ q } 51,66 \quad Y_1 \text{ q } (81,7 \cdot 18)G \cdot 310 \text{ q } 4,74$$

$$196 \text{ q } 2 \cdot 98$$

$$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{ q } 86,0 \cdot 0,95 \text{ q } 81,7$$



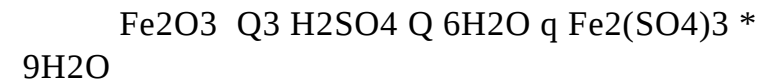
$$\text{CaF}_2 \text{ q } 6,20 \cdot 0,95 \text{ q } 5,89$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ q } 0,63 \cdot 0,95 \text{ q } 0,60$$

$$X_2 \text{ q } (5,89 \cdot 98)G \cdot 78 \text{ q } 7,40 \quad Y_2 \text{ q } 0$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ q } 0,90 \cdot 0,95 \text{ q } 0,86$$

$$\text{Na}_2\text{O} \text{ q } 0,63 \cdot 0,95 \text{ q } 0,60$$

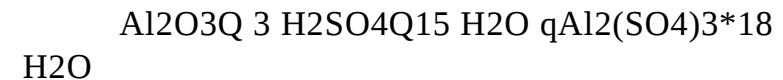


$$\text{K}_2\text{O} \text{ q } 0,23 \cdot 0,95 \text{ q } 0,22$$

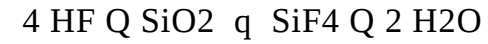
$$X_3 \text{ q } (0,6 \cdot 294)G \cdot 160 \text{ q } 1,10$$

MgO q 0,19 * 0,95 q 0,18 kg
reaktsiyaga kirishmadi .

$$Y_3 \text{ q } (0,6 \cdot 6,18)G \cdot 160 \text{ q } 0,40$$



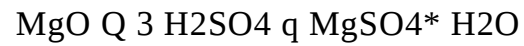
Xk – sulfat kislotaning sarflanishi



2.28 X4 q (0.86*3*98)G`102 q 2.48 Y4 q

60 SiO2 -----

---- 36 H2O



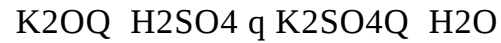
1.11 SiO2 -----

-- x H2O

X5 q 0,44

x q (1.11*36)G` 60 q 0.66

Y5 q 0

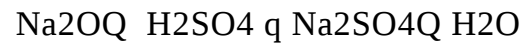


100 kg apatitni parchalash uchun H2SO4 sarflanishi :

X6 q 0.23

Xn q 51.66 Q 7.40 Q 1.1 Q 2.48 Q 0.44 Q
0.23 Q 0.95 q 64.26

Y6 q -0.042



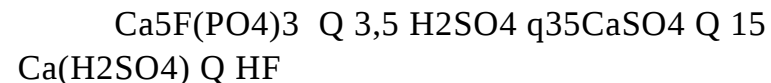
H2O

X7 q 0.95

Y6 q 4.47 Q 0.4 Q 2.23 Q 0.66 – 0.042 –
0.17 q 7.548

Y7 q - 0.17

II. EFK olish moddiy balansi



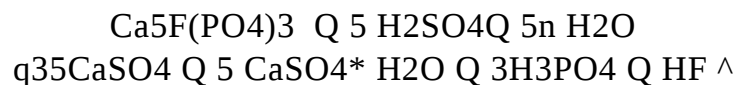
Masala №1

Apatit konsentratidan EFK olish moddiy balansini tuzish :

(EFK ning tarkibida 32 % R_2O_5) H_2SO_4 konsentratsiyasi – 92 % . Apatit konsentratning tarkibida 39,4 % R_2O_5 , 47,42 % SaO , 6,22 % SaF_2 bor . H_2SO_4 normasi stexiometrik xisobiga (SaO mikdoriga) nisbatan 100 %.

R_2O_5 utish darajasi 96 % . Filtratsiya jarayonida R_2O_5 yuvilish darajasi 98 % . Xomashyoning tarkibidagi ftorning 25 % gaz xolatda ajralib chikadi . kuykaning aylanish nisbati 5,8 : 1 . Suyuk fazaning kuyka fazasiga nisbati 3 : 1 . Apparatning unumdorligi 5880 kgG`ch EFK .

EFK ishlab chikarish moddiy balansini tuzish



Masalaning echilishi :

Apatit konsentratining sarflanishi .

$$5880 \text{ G}^{\wedge}(0,39*0,96) \text{ q } 15565$$

$$\text{R}_2\text{O}_5 \quad \text{q } 39,4 \% \text{ q } 0,394*15565 \text{ q } 6125 \text{ kg}$$

$$\text{CaO} \quad \text{q } 47,42 \% \text{ q } 0,4742 *15565 \text{ q } 7381 \text{ kg}$$

$$\text{SaF}_2 \quad \text{q } 6,22 \% \text{ q } 968 \text{ kg}$$

$$\text{Se}_2\text{O}_3 \quad \text{q } 0.95 \% \text{ q } 148 \text{ kg}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ q } 0.82 \% \text{ q } 128 \text{ kg}$$

$$\text{SiO}_2 \quad \text{q } 1.67 \% \text{ q } 260 \text{ kg}$$

$$\text{R} \quad \text{q } 3.07 \text{ q } 477 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad \text{q } 0.50 \% \text{ q } 78 \text{ kg}$$

1) $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 \text{ Q}$
 $n\text{H}_3\text{PO}_4\text{QaqSa}(\text{N}_2\text{RO}_4)_2\text{Q} \text{ (n-7) H}_2\text{O Q HF}^\wedge$
 Qaq

2) $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 \text{ QH}_2\text{SO}_4\text{Qaqq H}_3\text{PO}_4 \text{ Q 5}$
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O Qaq}$

Umumiy reaksiya

3) $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 \text{ Q5H}_2\text{SO}_4\text{Q}$
 $n\text{H}_3\text{PO}_4\text{Qaqq3H}_3\text{PO}_4 \text{ Q 5 CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O Q}$
 $n\text{H}_3\text{PO}_4\text{Q HF}^\wedge \text{Qaq}$

Bu reaksiya asosida moddiy balans tuzib bulmaydi , shuning uchun apatit kontsentratsion tarkibidagi moddalarning H_2SO_4 va H_3PO_4 kimyoviy reaksiyalarini yozamiz :

(4) $\text{R}_2\text{O}_5 \text{ Q 3H}_2\text{O q 2H}_3\text{PO}_4$

(5) $\text{CaO QH}_2\text{SO}_4 \text{ q CaSO}_4\text{Q2H}_2\text{O}$

(6) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ Q2 H}_3\text{PO}_4 \text{ q Fe}_3\text{PO}_4 \text{ Q 3H}_2\text{O}$

(7) $\text{Se}_2\text{O}_3\text{Q2 H}_3\text{PO}_4 \text{ q 2GrPO}_4\text{Q 3H}_2\text{O}$

(8) $6 \text{ HF Q SiO}_2 \text{ q H}_2\text{SiF}_6 \text{ Q 2 H}_2\text{O}$

(9) $4 \text{ HF Q SiO}_2 \text{ q SiF}_4 \text{ Q 2 H}_2\text{O}$

(10) $\text{SaF}_2\text{QH}_2\text{SO}_4\text{q CaSO}_4\text{Q2 HF}$

(8) va (9) reaksiyalarda (10) reaksiyada xosil bulgan HF katnashadi .

(4) reaksiya asosida :

$(6125 \cdot 0,98)G`142 \text{ q } xG`196 \text{ xq}$
 $(6125 \cdot 0,98 \cdot 196)G`142q8285 \text{ kgG`soat.}$

Suvning sarflanishi :

$XG`(3 \cdot 18) q8285G`196 \text{ xq}$
 $(3 \cdot 18 \cdot 8285)G`196 \text{ q 2283 kgG`soat}$

reaksiya asosida :

a) H_2SO_4 sarflanishi :

$7381 \cdot 0,98 \text{ -----}$

--- x

56 -----
 --- 98

xq
 (7381*0,98*98)G`56 q 12658 kgG`soat

xosil bulgan CaSO4 mikdori :

12658 -----
 x

98 -----
 136

xq (136*12658)G`98 q 17566 kgG`soat
 CaSO4

yoki 22216 kgG`soat CaSO4*2H2O

suv xosil buladi :

(12658*18)G`98 q 2325 kgG`soat

tenglama asosida : H2SO4 sarflanishi :

968G`78 q xG`98 x q (968*98*0,98)G`78
 q 1192 kgG`soat H2SO4

CaSO4 xosil bulishi :

1192G`98 q xG`136 xq(1192*136)G`98
 q 1655 kgG`soat CaSO4

2093 kgG`soat CaSO4*2H2O

(5) va (10) reaksiyalar asosida H2SO4
 sarflanishi mikdori :

12658 Q1192 q 13850 kgG`soat
 ? H2SO4

22216 Q 2093 q 19221kgG`soat ?
 CaSO4

24309 kg CaSO4*2H2O tarkibida :

2403 – 19221 q 5088 kg
 H2O bor .

(10) reaksiya asosida ajralib chikkan HF
 mikdori :

(1102*2*20)G`98 q 486 kg
 HF

reaksiya asosida H3PO4sarflanishi mikdori
 :

(128*0,98*196)G`160 q 154
 kgG`soat H3PO4

Fe₃PO₄-mikdori ;

$$(154 \cdot 2 \cdot 151)G \cdot (2 \cdot 98) \text{ q } 237$$

kgG`soat

xosil bulgan H₂O mikdori :

$$xq (154 \cdot 3 \cdot 18)G \cdot (2 \cdot 98) \text{ q}$$

42 kg

H₃PO₄ sarflanishi :

$$X \text{ q } (148 \cdot 196 \cdot 0,98)G \cdot 328 \text{ q } 87$$

kgG`soat

Xosil bulgan GrPO₄mikdori

$$Xq (2 \cdot 235 \cdot 87)G \cdot 196 \text{ q } 208$$

kgG`soat

Xosil bulgan H₂O

$$Xq(87 \cdot 3 \cdot 18)G \cdot 196 \text{ q } 24$$

kgG`soat

Xosil bulgan HF 25 % gaz xolatda ajralib chikadi . 75 % - H₂SiF₆ xolatda suyuq fazada koladi .

25 % HF- ning –20 % SiF₄ xolda ajralib chikadi 5%-- HF

(48*0,2) q 97 kgG`soat SiF₄

$$(486 \cdot 0,05)$$

q 24 kgG`soat HF

? 97 Q24 q121 kgG`soat HF gaz xolda ajralib chikadi .

suyuk fazada 486 – 121 kg q 365 kgG`soat xolda

tenglamada 365 kg HF reaksiyaga kirishadi.

SiO₂- sarflanishi

$$Xq (365 \cdot 60)G \cdot 120 \text{ q } 182$$

kgG`soat

H₂SiF₆ xosil bulishi :

$$Xq (182 \cdot 144)G \cdot 60 \text{ q } 438$$

kgG`soat

H₂O xosil bulishi :

$$Xq(182 \cdot 2 \cdot 18)G \cdot 60 \text{ q } 109$$

kgG`soat

(9) tenglama asosida 97 kg HF reaksiyaga kirishadi

SiO₂- sarflanishi:

$Xq(97 \cdot 60)G^{\circ}80 \text{ q } 73$
kgG[°]soat

SiF₄ xosil bulishi :

$(73 \cdot 104)G^{\circ}60 \text{ q } 126$
kgG[°]soat H₂SO₄

xosil bulishi :

$(73 \cdot 2 \cdot 18)G^{\circ}60 \text{ q } 44$
kgG[°]soat

(5-9) reaksiyalar asosida :

$2325 \text{ Q } 42 \text{ Q } 24 \text{ Q } 109 \text{ Q } 44 \text{ q}$
2544 kgG[°]soat xosil buladi .

(6-7) reaksiyalar asosida H₃PO₄ sarflanishi:

$154 \text{ Q } 87 \text{ q } 241 \text{ kgG}^{\circ}\text{soat}$

Kuykaning tarkibida $8285 - 241 \text{ q } 8044$
kgG[°]soat H₃PO₄ koladi

(5) va (10) reaksiyalar asosida

$12658 \text{ Q } 1192 \text{ q } 13850 \text{ kgG}^{\circ}\text{soat}$
monogidrat sarflanadi .

$13850G^{\circ}0,92 \text{ q } 15054 \text{ kgG}^{\circ}\text{soat}$
92 % H₂SO₄

$15054 - 13850 \text{ q } 1204 \text{ kgG}^{\circ}\text{soat}$
H₂O

Suyuk fazaning kattik fazaga nisbati 8
bulishi uchun 92 % H₂SO₄ , 56% gacha
suyultiriladi

$13850G^{\circ}0,56 \text{ q } 24273 \text{ kgG}^{\circ}\text{soat}$
 $24273 - 13850 \text{ q } 10882$
kgG[°]soat H₂O

92 % H₂SO₄ 56% H₂SO₄ gacha
suyultirish uchun

$10882 - 1204 \text{ q } 9678 \text{ kgG}^{\circ}\text{soat}$
H₂O sarflanadi

Parchalanmay kolgan apatitning tarkibi :

R₂O₅ q $6125 \cdot 0,02 \text{ q } 123$

CaO q $7381 \cdot 0,02 \text{ q } 148$

Sa F2 q 968* 0,02 q 19

Fe2O3 q 128* 0,02 q3

SiO2 q 260-(182Q73)q5

Gr2O3 q 148*0,02 q 3

Jami 301 kg

Apatit bilan berilgan erimaydigan
moddalarning mikdori 477 kgG`soat

477 Q 301 q 778 kgG`soat

H2O balansi : H2SO4 bilan 10882 kgG`soat
beriladi , (5--9) reaksiyalar asosida 2544 H2O
xosil buladi , apatit bilan 78 kg H2O beriladi , ?
13504 H2Oberiladi .

H3PO4 olish uchun (4) reaksiya asosida
2283 kg H2O sarflanadi kuykaning tarkibida

13504 – 2283 q 11222 kgG`soat

5088 kg CaSO4*2H2O bulganda

11222 – 5088 q 6133 kg H2O kuykaning
suyuk fazasida

Moddiy balans jadvali

Kirish , kgG`soat
chikish , kgG`soat

I.Apatit kontsentratsiyasi
I. Kuykaning kattik fazasi

R2O5 q 6125
CaSO4*2H2O q 24309

CaO q 7381
Fe3PO4 q 237

Sa F2 q 968
Se2O3 q 208

Fe2O3 q 128
H2SiF6 q 438

SiO2 q 260
R q 778

Se2O3 q 148

Jami : 15565
 Jami : 25970 kat. faza

II. H₂SO₄ (monogidrat) 13850
 II. Kuykaning suyuq fazasi

H ₂ O	10882
H ₃ PO ₄ q 8044	
H ₂ O q 6133	

Jami : 40297
 40147

Gaz faza :

SiF ₄ q 126
HF q 24

III .

40297

Masala № 2 :

100 kg apatit konsentratidan EFK olish jarayonida xosil bulgan pulpaning , suyuq fazaning va suyultirilgan eritmaning mikdorini aniklang. Pulpaning suyuq fazasining kattik fazasiga nisbati 2,5G`1 (j:t) , gips soni 1,6 , ajralib chikgan ftorning mikdori 5 kg . 100 kg apatit konsentratiga 117,9 kg H₂SO₄ sarflandi.

Echilishi

1) Xosil bulgan pulpaning mikdori kuyidagi formula asosida aniklanadi :

Gn q 100 * Gn*(n Q 1) 100 kg fosfatga ,

Bu erda : Gn — Gips soni

n – jG`t nisbati

Gn q 100*1,6*(2,5G`1 Q 1) q 560 kg pulpa

2) pulpaning tarkibidagi suyuq fazaning
mikdori :

$560 - 1,6 \cdot 100$ q 400 kg suyuq faza

3) Suyultirish eritmaning mikdori kuydagi
formula asosida aniklanadi :

$G \text{ q } G - (100 Q G_k - G_{\text{gaz}})$

G_k -- kislotaning mikdori :

G_{gaz} — ajralib chikgan gazning mikdori

G_n —pulpaning mikdori

$G \text{ q } 560 - (100 Q 117,9 - 5)$ q 337,1 kg
suyultirilgan eritma mikdori

Masala № 3 :

Apatit konsentratidan EFK olish jarayonida
285,6 t g`soat pulpa xosil buladi . pulpaning zichligi

? q 1,48 t g`m² . Pulpaning ekstraktorda aylanish
vakti 5 soat . Ekstraktorning soni va xajmini
aniklang .

Echilishi

Ekstraktorning xajmi kuyidagi formula
asosida aniklanadi :

$V \text{ q } (G_n \cdot (m) G` (\cdot 100))$

Bu erda :

G_n —pulpaning mikdori

(m – vakt

? – zichlik

$V \text{ q } Q G` t$

$V \text{ q } (G_n \cdot m) G` (\cdot 100 \text{ q}$

$V \text{ q } QG^t$

$V \text{ q } (Gn * m)G^t (? * 100) \text{ q } G' G^t ?$ (chasovoy obem produkta pulpo')

$V \text{ q } (Gn * m)G^t (? 100) * (m - \text{chasavoe klechistva rasxoduemogo fosfata})$

$V \text{ q } (285,6 * 5)G^t 1,48 \text{ q } 964,86 \text{ m}^3$

964,86 $G^t 2 \text{ q } 482,43 \text{ m}^3$ ekstraktorning xajmi

ekstraktor 80 % pulpa bilan tuldirilganda ekstraktorning xajmi buladi

$V \text{ q } 482,43G^t 0,8 \text{ q } 603 \text{ m}^3$

Ekstraktorning diametri $D \text{ q } 15 \text{ m}$ bulganda , uning balandligi :

$V \text{ q } (R^2h (R \text{ q } DG^t 2$

$V \text{ q } ((D^2h)G^t 4 (V \text{ q } (3.14 * D^2 * h)G^t 4($

$(H \text{ q } VG^t (0.785 * D^2)q 603G^t (0.785 * 152) q 3.4 \text{ v}$

Pulpa bilan ekstraktorning 80 % tuldirilganda uning xajmi buladi

Masala № 4

1000 kg apatit kontsentratinini 93 % H_2SO_4 bilan parchalanda 975,8 kg H_2SO_4 sarflanadi . Xomashyoning tarkibida 3 % ftor bor . Gips soni 1,6 ga teng . $jG^t \text{ q } 311$. Pulpaning aylanish darajasi 6:1 . Buglanib chikkan suvning mikdori 262 kg 1000 kg apatitga .

Suyultirilgan eritmaning mikdori va pulpaning mikdorini aniklang .

100 kg apatitga nisbatan xosil bulgan pulpaning mikdori kuyidagi formula asosida aniklanadi :

$Gn \text{ q } 100 * Gt * (n Q 1) n \text{ q } jG^t$

$Gn \text{ q } 100 * 1,6 * (3Q1) \text{ q } 640 \text{ kg}$

100 kg xomashyodan esa – 6400 kg pulpa xosil buladi .

Ajralib chikkan gazning mikdori :

262 Ggaz q (1000*0,03*0,2*104)G` (4*19) q

Ggaz q 270,2 kg

Suyultirilgan eritmaning mikdori :

G q 6400 -- (1000 Q 978,5 – 270,2) q
4691,7 kg

Kuyidagi formula asosida aniklanadi 100 kg
xomashyo :

G q Gn– (100 Q Gk --Ggaz)

1000 kgapatitga sirkulyatsiyalangan
pulpaning mikdori :

6*6400 q 38400 kg

Ammafos ishlab chikarish texnologiyasi

Masala № 1. Apatit konsentratsiyasi Fosfor
kislotalarining tarkibida 25 % R2O5 ,3,75 % SO3
,3,75 % MgO bor . 1000 kg fosfor kislotalarini

neytrallash uchun sarflangan ammiakning
mikdorini aniklang: Fosfor kislotalarining neytrallash
reaktsiyalari :

$H_3PO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4H_2PO_4$

$NH_4H_2PO_4 + NH_3 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4$

$H_2SO_4 + 2NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

EFK neytrallash natijasida EFK ning
tarkibidagi MgO tuzlari $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ shaklida
buladi .

$MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ xosil bulganda R2O5 ning
sarflanishi :

$2 MgO + 1000 \cdot 0,032 \text{ ----- } x R_2O_5$

$2 \cdot 40 MgO \text{ ----- } 142 R_2O_5$

X q (1000*0,032*142)G` 80 q 63,9 kg R2O5

1000 kg EFK ning tarkibida

$1000 \cdot 0,25$ q 250 kg R_2O_5 bor

$250 - 63,9$ q 186,1 kg R_2O_5 [$NH_4H_2PO_4$,
(NH_4) $2HPO_4$] sarflanadi

$186,1 \cdot 2$ q 93,05 kg R_2O_5 sarflanadi
 $NH_4H_2PO_4$, (NH_4) $2HPO_4$

$1000 \cdot 0,0375$ H_2SO_4 ----- $x 2NH_3$

98 H_2SO_4 ----- 34 NH_3

X q ($1000 \cdot 0,0375 \cdot 34$) G 98 q 13,01 kg NH_3
 H_2SO_4 bilan reaksiyaga kirishadi

H_3PO_4 Q NH_3 q $NH_4H_2PO_4$

X q ($2 \cdot 17 \cdot 93,05$) G 142 q 22,3 kg NH_3

$NH_4H_2PO_4$ xosil bulganda NH_3 ikki
barobar kup sarflanadi $22,3 \cdot 2$ q 44,6

Jami : 44,6 Q 22,3 Q 13,01 q 79,89 kg NH_3
sarflanadi 1000 kg EFK neytrallash uchun

MgO Q H_3PO_4 Q $2H_2O$ q $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$

Kush superfosfat

Masala № 2

1000 kg kush superfosfat olish uchun
349,1kg apatit 366,7 kg EFK bilan parchalanadi.
100 kg apatitni parchalash uchun stexiometrik
xisobga nisbatan EFK ning ortikcha sarflanish
mikdorini aniklang.

3) $Ca_5F(PO_4)_3$ Q $7H_3PO_4$ Q $5H_2O$ q 5
 $Ca(HPO_4)_2 \cdot H_2O$ Q HF

stexiometrik xisobga nisbatan (nazariy)

X q ($100 \cdot 7 \cdot 142$) G ($2 \cdot 504$) q 98,6 kg R_2O_5

Fakticheski EFK sarflanishi :

X q ($100 \cdot 366,7$) G 349,1 q 105,04 kg EFK

105,04 – 98,06 q 6,98 kg EFK ortikcha
mikdor

98,6 ----- 100 %

6,98 ----- x %

X q 7,08 % ortikcha
mikdor

Masala № 3

Karatau fosfaritining tarkibida 27,5 %
R2O5, 2,5 %F2, 43,5 % SaO va 3,6 % MgO bor .
Fosfaritning tarkibidagi SaO ning ftorapatit va
dolomit shaklidagi mikdorini aniklang .

1000 kg fosfaritning tarkibida 275 kg R2O5
bor.

$\text{Sa}_3(\text{RO}_4)_2 \rightarrow 3\text{SaO} * \text{R}_2\text{O}_5$

$\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 \text{ q } \text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6 \rightarrow 3$
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 * \text{SaF}_2$

1) $3\text{SaO} \times \text{-----} 275$
R2O5

$168 \text{ SaO} \text{ -----} 142$
R2O5

X q $(168*275)\text{G}$ 142 q 325,35 kg SaO
R2O5 bilan birlashgan trikaltsiy fosfat xolatda

2) Xosil bulgan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ mikdori :

X q $(275*310)\text{G}$ q 600 kg

3) xosil bulgan SaO mikdori

x q $(56*25)\text{G}$ 38 q 36,84 kg SaF2 bilan
birlashgan

4) xosil bulgan SaF2 mikdori :

x q $(36,84*78)\text{G}$ 56 q 57,31 kg SaF2

1000 kg fosfaritning tarkibida

600 Q 51,31 q 651,31 kg $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$

Dalomitning mikdori :

$184 \text{ kg SaMg}(\text{CO}_3)_2$
----- 40 MgO

$x \text{ kg SaMg}(\text{CO}_3)_2 -$
----- 36 MgO

$x \text{ q } (184*36)\text{G}$ 40 q 165,6 kg
dalomit

dolomitning tarkibidagi CaO mikdori :

X q $165,6 \cdot 56 \cdot 184$ q $50,4$ kg CaO dolomit shaklida MgO bilan birlashgan 1000 kg fosfaritni tarkibida 435 CaO or. Uning 50 kg dolomit shaklida MgO bilan birlashgan

325 q $36,84$ q $361,84$ kg CaO

F_2 va R_2O_5 bilan fluorapatit shaklida birlashgan

$435 - 3361,84 - 50$ q $23,16$ CaO karbomit va silikat xolda

AZOTLI UGITLAR

Masala № 1

1000 kg ammiak selitrasini olish uchun kancha 50% nitrat kislota va 100% ammiak kerak . Ammiakning va nitrat kislota ning yukotilishi 1% .

Echilishi

NH_3 q HNO_3 q NH_4NO_3

80 kg NH_4NO_3 xosil bulish uchun q 17 kg NH_3 kerak

1000 kg NH_4NO_3 uchun q X kg

X q $(1000 \cdot 17) \cdot 80$ q $212,5$ NH_3 kerak

80 kg NH_4NO_3 xosil bulish uchun q 63 kg HNO_3 kerak

1000 kg NH_4NO_3 uchun q X kg

X q $(1000 \cdot 63) \cdot 80$ q $787,5$ kg HNO_3 (monogidrat) kerak 1000 kg NH_4NO_3 olish uchun

1% yukotilish bilan sarflanish koeffitsienti :

HNO_3 : $787,5 \cdot 1,01$ q $795,4$ kg (monogidrat)

$795,4 \cdot 0,5$ q $1590,8$ kg 50% azot kislota si .

NH_3 : $212,5 \cdot 1,01$ q 214,6 kg (NH_3)

Masala № 2

Ammiakni azot kislotasi bilan neytrallaganda I boskichda ITN – dan chikayotgan bugning (bosimi 117,68 kPa , 1,2 kGsG`m²) issikligini eritmani buglatish uchun ishlatiladi . 1 t 100 %  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$  xosil bulganda 365,4 kg bug xosil buladi (material balans asosida ) . 1— boskichda 1 t ugit olish uchun 1430 kg 70 %  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$  eritmasi beriladi. Buglatish jarayoni 20,59 kPa (0,21 kGsG`m²) bosimida olib boriladi. Birinchi boskichda xosil bulgan $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ eritmaning mikdorini aniklang.

Echilishi

ITN apparatning bosimi 117,68 kPa (0,21 kGsG`m<sup>2</sup>) bulganda bugning issikligi entalpiyasi 2244 kDjG`kg teng. Bug bilan chikayotgan issiklik

Q q $2244 \cdot 365,4$ q 819958 kDj q 819.96 MDj

Birinchi boskichda (bosim 20,59 kPa) bugning entalpiyasi 2617 kDjG`kg

Birinchi boskichda suvning buglangan mikdori :

819968G`2617 q 313,3 kg

$1430 - 313,3$ q1116,7 kg $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ eritmasi xosil buladi

$\text{NH}_4 \text{NO}_3$ (kontsentratsiyasi)

X q $(1000G`1116,7) \cdot 100$ q 89,5 %

Masala №.3.

Karbamidni sintez kilish texnologik xisoblari;

KZrbamid yoki mochevina $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ni tarkibida 46,66 % amid xolidagi boglangan azot bor bulib , uni ammiak va SO_2 , 185- 200 °S tempraturada , 180- 200 atm bosimda kuydagi reaksiya buyicha ishlab chikariladi .

1) 2NH_3 Q $\text{SO}_2 \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ Q N_2O Q Q (1)

Amaliyotda bu reaksiya 2 boskichda amalga oshiriladi .

2)a) 2NH_3 Q $\text{SO}_2 \rightarrow \text{NH}_2\text{COONH}_4$ Q 38.06 kkalG`kmol (2) b) Xosil bulgan

ammoniy karbamati termik parchalanadi . 3)
 $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ (4 qSO₂QN₂O-6,8kkalG`g.mol

Dastlabki xomashyolar reaksiyasi natijasida karbamid sintezi minorasida 34-35% N, 8-19% NH₄ karbamati , 34-35 % reaksiyaga kirishmay kolgan NH₃ , 10-11 % suvdan iborat bulgan but?asimon suyuqlik xosil buladi . Gaz fazasida esa reaksiyaga kirishmay kolgan ammiak va karbonat angidridlarining uncha katta bulmagan mikdorlardagi kismi fshggirok etadi". Ammoniy karbomatni parchalab karbamid xamda ammoniy tuzlari va suyuqlikdan esa ammiak, karbonat angidrid va suvni xaydash uchun xosil bulgan plav, ya'ni but?asimon suyuqlikni 1 yoki 2-boskichda distilltsiya kilinadi.

Bir boskichli distiyyatsiya jarayoni 120 °S va 1.2 - 1.4 atm. bosimda amalga oshiriladi. Bunda olingan eritmada 55-60 % karbamid bor. Eritmani avval 80 - 90 % gacha sungra tarkibida 99,5 % karbamid b'yg'lan ?uyu? , ya'ni butka xoliga kelguncha buglatiladi.

But?ani sovuq kristall xolidagi yoki doiador karbamid ishlab chikiladi 2 boskichli distilltsiyada birinchi boskich jarayoni 25 atm. bosimda olib boriladi, bunda gaz fazasiga reaksiyaga kirishmagan ortikcha ammiakning 67 - 80 % ini tashkil etadi. Bu gaz xolidagi ammiak

tarkibida 0,2 % gacha karbonat angidrid va 3 % gacha suv bugi aralashma xolida bulishi mumkin. Tarkibida 46 - 47 % karbamid, 24 - 25 % ammoniy karbamat, 13 - 14 % suv va 15 - 16 % ammiak bulgan plav, 100 - 120 °S va 1.2 atm. bosimda 2 - boskich distilyatsiya kilinadi. Ajralib chikayotgan gaz fazasi 56 - 57 % ammiak, 32 -33 % karbonat angidrid va 10 - 11 % suv bugidan iboratdir. 2 - boskich distilyatsiyadan sung eritmani 70 — 80 % ini karbamid tashkil etadi.' Keinchalik bu xosil bulgan plavni 1 - boskichli distilyatsiyadagidek ?aita ishlanib, ya'ni buglatilib, mayda kristall yoki donador karbamid ishlab chikariladi.

Kuyidagi sharoitlar uchun karbamid minorasida karbamid plavini sintez kilish texnik xisoblari

minoradagi absolyut bosim; R.abs —200 atm

minoradagi temperatura; t q200 OS

SO₂ xom ashyosi sifagida ekspsanzer gazi ishlatilsin

Ekspanzer gazi tarkibi

SO₂ ning mi?dori; SSO₂ q96% (m)

B) inert gazlari miqdori; Sin.gq 4% (mas)

Ushbu masalada inert gaz sifatida shartli ravshda 100% li azot kabul kilingan

ammiakmp etexiomegrik sarfga nisbatan ortiqchaligi; n q 1,25

Ammonii karbamidtsa utish darajasi: a) 70%

Karbamshdni distilyatsiya va buglatish jarayonndagi yuqorilish 7 %

Texnologik xisoblar saogiga mq 1 t yuqorilish oldagi karbamid kgG`soat uchun olib borilsin.

1.Kirim bandlari xissblari:

1. Saotiga 1 t karbamid olish uchun kerak bulgan ammiakni (1) reaksiyadan foydalanib stexiometrik sarfini: xlsoblaymiz.

$m q (2 \cdot M(NH_3) m^* 1000) G`Mr(CO)(NH_2)_2 - (2 \cdot 17 \cdot 1 \cdot 1000) G`6()$
q 567 kgG`soat.

2. Soatiga 1 t karbomid olish uchun kerak bulaadigan SO2 ning mikdorini birinchi reaksnya buyicha aniklaymiz.

$\frac{1}{2} \cdot \{ V!rll.L: \cdot m^* 1000 \} G`Mria? - 733$
kgG`eoag

3 1 tG`soat karbamid olish uchun uning distilyatsmiya va buglatish jarayonidagi yukotilishini e'tiborga olib, ammiakning amaliy sarfini xisoblaymiz,

$t3 q t2 \cdot (1 - HiG`100) q 606 kgG`soa'$

4) Karbonat angidridining amaliy sarfini aniqlaymiz.

$p., \wedge: riii \cdot (l-'-ii-'iOO) \wedge 784,6 kgG`jcai$

5) NaSOONH4 ni karbomidga yitish va ammiakning ortikchaligini e'tiborga olib, ammiakniig xaqiqiy amaliy sarfini aniqlaymiz.

$t5 q (ni: \cdot (l-t-AG`100) \cdot 100) G`u^$
!150kgG`:oag

6) Karbonat angidridning xaridining amaliy sarfini hisoblaymiz.

ni, $\frac{100}{100} \cdot (pts - 100) G \cdot a \cdot 1120 \text{ kg}$, cob i

7) Karbomid sintezi minorasiga SO₂ bilan kirayotgan inert gazlar miqdori ni aniqlaymiz.

F

P. Chiqim bandlarini hisoblaymiz.

8) sintez minorasida hosil bulayotgan NH₂COONH₄ miqdorini hisoblaymiz.

#

$\frac{1}{m} \cdot (m \cdot Mr(NH_2COONH_4)) G \cdot Mr(CO_2)$
q1985.5 kgG`soat

H Bu erda Mr(NH₂COONH₄) ~ ammoniy karbomatning kgG`mol miqdori, t« — ammoniy karbomatning kgG`soat miqdori.

9) Ammoniy karbomatidan hosil bulayotgan karbamid miqdorini hisoblaymiz.

m_4 q
 $(m_8 \cdot Mr(a)(NH_2)_2) \cdot a) G` (Mr(Nb; 2L_4)() NI; 4f 100)$
 $q (19S5.5 \cdot 60 \cdot 70) G` (78 \cdot 100) q 1063.1 \text{ kg} G` \text{soat}$

10) $m_8 NH_2COONH_4 \text{ kg} G` \text{coat dan xosil}$
 bulayotgan suv mikdorini xisoblaymiz.

ani?laymiz.

$i_4 \cdot Y_{u0}$ q $(1985.5 \cdot 8 \cdot 70)G \cdot (78 \cdot 100)$ q
320.7 kgG`soat.

11) Parchalanmay kolgan NH_2COONH_4 ni
mi?dorini xisoblaymiz.

$t, - (m_8 \cdot Mr(H_2(j) \cdot (100 - a))G \cdot 100$ q
 $(11)85,5 \cdot (100 - 7) > G \cdot 100$ q 595,7 kgG`soat.

12) NH_2COONH_4 ni xosil kilish uchun
sarflanayotgan ammiak mikdorini
aniklaymiz.

n_{ii2} q $(m_8 \cdot Mr(N|I_3) \cdot a)G \cdot Mr(NH_2soomi)$
q $(1985.5 \cdot 2 \cdot 17)G \cdot 78$ q 865,5 kgG`soat.

13) Reaktsiyaga kirmagai ammiak
mikdorini aniklaymiz.
 $t:z$ q $t_5 - t, 2$ q $195^\circ - ; ^{65}5$ q 1084,-S kgG`soat.

14) NH_2COONH_4 parchalanishida
xosil b?layotgan suv ortikcha
ammiakning bir kismi bilan kuyidgicha
reaktsiyaga kirishib NH_4OH ni xosil
kiladi.

$NH;)(I, Q I_2O(S)$ q $NH_4OH(C)QQ$

15) Suvdan yu?oridagi reaktsiyab?yicha
xosil bulaetgan ammoniy gpdroksidning mikdorini

$m, 4 \text{ q}''' (m, o^* 1VV(nh4oii))G^{\wedge mo}, q$
 $(320,7*35)G^{\wedge 18} q 674,7 k>7\text{soat}.$

16) NH_4ON xosil kilish uchun sarflangan ammiak mikdorini xisoblaymiz.

$t15 \text{ q} (mi4^* MG^{\wedge}(NH_3))G^{\wedge} Mr.NiMoiD \text{ q}$
 $(629,6^* P)G^{\wedge} 35 \text{ q} 302,9 \text{ kg}G^{\wedge}\text{soat}.$

17) Gaz fazasida ?olgan orti?cha ammiak mikdorini aniklaimiz.

$1P|6 \text{ q} t,z - t!5 — 1084,5 - 302,9 \text{ kg}G^{\wedge}\text{soat}.$ •q_ •)-
 $?? S o^{\wedge}MS^{\wedge} G^{\wedge}<\&s?g$

18) Yukorida erishilgan natijalar asosida 1 tG^{soat} karbamidga nisbatan karbamid but?asini olish jarayonshsh moddiy balans jadvalini tuzamiz.

Kirim bandlari

Chi?im bandlari

Jadvaldan kurinib guribdiki kirim
 bandlari yigindisi, chikim bandlari yigindisiga
 teng. Demak xisoblar "sg`ch ri bajarilgan.

KIRISH

I bob. MINERAL O'G'ITLARNING XALQ XO'JALIGIDAGI AHAMIYATI, KLASSIFIKATSİYASI, ASSORTIMENTI VA XOSSALARI

Insonlar qadim zamonlardan oq ayrim tabiatda keng tarqalgan tuzlardan o'z ehtiyojlari uchun foydalanishni bilishgan. Keyinchalik tabiatdagi tabiiy tuz va minerallarni qayta ishlash natijasida olinadigan tuzlarni ishlatish muntazam yo'lga qo'yila boshlandi. Bunday qayta ishlash usullari dastlab juda ham jo'n bo'lgan bo'lsa-da, sekin-asta texnika madaniyatining o'sishi bilan rivojlana bordi. Turli maqsadlar uchun ishlatiladigan tuzlar assortimenti muntazam kengayib bordi va ayniqsa, sanoat rivojlangan davrda yanada ortdi. Hozirgi paytda bu assortimentga yuzdan ortiq nomdagi mahsulotlar kiradi va ko'payishi davom etmoqda.

Barcha noorganik tuzlar ham xalq xo'jaligida bir xil ahamiyatga ega emas. Ulardan ayrimlari anchagina cheklangan miqdorda ishlatilsa, qolganlarining dunyo bo'yicha qazib olinishi va ishlab chiqarilishi yiliga millionlab va hattoki, o'n millionlab tonnani tashkil etadi.

1.1. Tuproqqa mineral o'g'itlar solishning zarurati

Kimyolashtirish, kompleks mexanizatsiyalash, elektrlashtirish, melioratsiya ishlari va tuproqning unumdorligini oshirish borasidagi boshqa tadbirlar asosida ishlab chiqarishni yanada intensivlashtirish qishloq xo'jaligini yuksaltirishdagi asosiy yo'nalish hisoblanadi.

Qishloq xo'jaligini intensivlash ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiyoti bilan obyektiv ravishda bog'liq bo'lgan iqtisodiy jaryonlar qatoriga kiradi.

Qishloq xo'jaligini izchil va har tomonlama intensivlashda kimyolashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Kimyolashtirish o'g'it-

lar, o'simliklarni muhofaza qilishning kimyoviy vositalari, gerbitsidlar, defoliantlar va desikantlardan foydalanishdan iborat.

O'simlik o'sish davrida ba'zi elementlarni havodan bargi orqali, ba'zilarini tuproqdan oladi.

O'simliklar tarkibiga 70 dan ortiq kimyoviy elementlar kiradi. Ulardan 16 tasi: organogenlar deb ataladigan — uglerod, kislorod, vodorod, azot; zolli elementlar deb ataladigan — fosfor, kaliy, kalsiy, magniy va oltingugurt; mikroelementlar deb ataladigan — bor, molibden, mis, rux, kobalt, marganes va temir o'simliklarning hayot faoliyati davomida muhim ahamiyatga egadir. Bir element o'rnini boshqasi bosa olmaydi, chunki ularning har biri o'simliklarda o'ziga xos funksiyalarni bajaradi. O'simliklar va tuproq tarkibiga boshqa elementlar ham, masalan, kremniy, natriy, xlor va boshqalar kirishi mumkin. Ammo bu yoki boshqa elementlarning bo'lishi o'simliklar hayoti uchun muhim ahamiyat kasb etmaydi. Yashil elementlarga atmosferadan keluvchi asosiy elementlar uglerod, kislorod va vodorod hisoblanadi. Bu elementlarning ulushi o'simlikning quruq massasiga nisbatan 93,5% ni tashkil etadi, shu jumladan, uglerodga - 45%, kislorodga - 42% va vodorodga - 6,5% to'g'ri keladi.

O'simlikning me'yorida o'sishi va rivojlanishi uchun u yetarli miqdordagi ozuqa moddalari bilan ta'minlanishi kerak. O'simliklar uchun azot, fosfor, kaliy, kalsiy, magniy, oltingugurt va temir asosiy ozuqa moddalari hisoblanadi. O'simliklardagi bu elementlar miqdori yuzdan bir ulush foizdan bir nesha foizgacha bo'ladi va makroelementlar deyiladi. O'simliklarga bulardan tashqari, shuningdek, 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 egadir. Bunday elementlar bo'lgan o'simliklarning ozuqa mahsulotlari qishloq xo'jaligida asosiy mineral o'g'itlar nomi bilan yuritiladi.

Fosfor, azot va kaliy o'simlik uchun eng zarur ozuqa moddalardir. O'simlik bu elementlarni tuproqdan oladi, tuproqda bu moddalar miqdori yildan yilga kamayib, tuproqning unumdorligi pasayib boradi, bu ekinning hosildorligiga salbiy ta'sir etadi. Tup-

roqning unumdorligini oshirish uchun yerni yetarli darajada o'g'itlanishi kerak.

Go'ng - organik o'g'itlardan eng foydaUgi hisoblanadi. Go'ng tarkibida: uning har tonnasida 5 kg azot, 2,5 kg fosfat angidrid va 6 kg kaliy oksid bo'ladi. Tuproqni ozuqa moddalari bilan yetarlicha ta'minlashi uchun gektariga 20 t. dan 40 t. gacha go'ng solinishi lozim. Organik o'g'itlar qishloq xo'jaligining kun sayin o'sib borayotgan talabini qondira olmaydi, chunki go'ng va boshqa organik o'g'itlar tarkibidagi ozuqa moddalari mineral o'g'itlardagiga nisbatan bir nesha barobar kamdir. Masalan, 1 t go'ng tarkibida 5 kg azot bo'lsa, 11 ammiakli selitrada 350 kg azot bo'ladi.

Lekin mineral o'g'itlar bilgan holda, me'yorida ishlatilishi kerak. Tuproqni o'g'itlashtirishning o'zigina hosildorlikni oshirishning yagona sharti bo'lib hisoblanmaydi. Buning uchun tuproqning sifatini yaxshilanishi, ekinni belgilangan vaqtda sug'orilishi, o'simliklarni to'g'ri rivojlantirilishi, turli kasallik va zararkunandalarga qarshi kurashish lozimdir.

Mineral o'g'itlardan foydalanilishidan yildan yilga paxta va boshqa texnika ekinlarining hosili tobora ortmoqda. Masalan, 1930-yilda O'rta Osiyo respublikalarida har gektar yerdan 7-8 sent-ner paxta ohngan bo'lsa, hozirgi paytga kelib, gektaridan o'rta hisobda 29,2 s hosil olinmoqda. Tuproqqa solingan har 1 kg fosfor qo'shimcha 6-7 kg paxta, 50-60 kg kartoshka, har 1 kg azot esa qo'shimcha ravishda 15-20 kg paxta va 150 kg kartoshka olish imkonini bermoqda (1.1-jadval).

Mineral o'g'itlar ekinlarning hosildorligiga ta'siri

1.1-jadval

Ekinlar	It mahsulot olish uchun sarflanadigan o'g'it miqdori (kg)			1 ga dan 1 t qo'shimcha mahsulot olish uchun kerak bo'ladigan o'g'it miqdori (kg)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Paxta.....	50	15	50	77,0-	37,0-	0-50-
Donli o'simliklar.....	30	11,5	20	46,0-	28,9-	33,4-
Jo'xori (don uchun)...	25	9	20	38,4-	22,4-	33,4-
Jo'xori (silos uchun)...	3,4	1,2	3,2	5,3 8,0	3,0	5,3
Qand lavlagi.....	5,2	1,8	7,5	7,7	4,5	12,5-
Kartoshka.....	5,0	1,5	7,0		3,7	11,7

*Tuproq zaxirasiga qarab kaliy o'g'it solinadi.

Mineral o'g'itlar ekinning hosildorligini oshirishi bilan birgalikda mahsulotlar sifatini ham yaxshilaydi: dondagi oqsil va kartoshkadagi kraxmal miqdorlarini ko'paytiradi, paxta tolasining pishiqligini oshiradi.

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 mamlakatlarning qoraturproqli mintaqalarida 40-50% ga, noqoraturproqli mintaqalarida 60-75% ga Markaziy Osiyoda, xususan, O'zbekiston Respublikasi hududidagi unumdor tuproqlarda 50-60% ga to'g'ri keladi.

1.2. 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: 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 bo'lgan ayrim kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining oraliq mahsulotlaridan olingan moddalar ham mineral o'g'itlar qatoriga kiradi. Masalan, ammoniy sulfat — koks-lash pechi gazlari yoki kaprolaktam ishlab chiqarishning oraliq mahsulotlaridan olinadi. Fosfor bo'lgan rudalardan metallarni suyuqlantirib olinishida fosforli o'g'itlar sifatida qo'llaniladigan tomasshlar yoki martenli asosiy dashqollar olinadi. Xomashyoni kimyoviy qayta ishlash natijasida olinadigan mineral o'g'itlar ta'sir etuvchi moddalarning yuqori konsentratsiyaliligi 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 hamda 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 minerallashtirgan organik moddalar bilan oziqlanuvchi mikroorganizmlar bo'lgan 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, shuningdek, mikroelementlar (bor, molibden, mis, rux, kobalt) turadi. 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'simliklar oziqlanuvchi 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 uchta guruhga bo'linadi:

1) suvda eruvchan, ulardagi fosforli birikmalarning asosiy qismi suvda eriydi, shu sababli o'simliklarga oson o'zlashadi; bunday o'g'itlar tarkibiga: superfosfat, qo'shaloq superfosfatlar, shuningdek, murakkab fosforli o'g'itlar — ammosfos, nitroammosfos - Q, nitroammosfoska, nitrofoska, karboammosfoska va boshqalar kiradi;

2) sitratli eruvchan, ularga tarkibida limon kislotasi ammoniyli tuzining ammiakli eritmasi (ammoniy sitrat) da eriydigan fosfor birikmalari bo'lgan o'g'itlar kiradi; ammoniy sitrat eritmasining muhiti tuproq eritmasi muhitiga yaqin bo'lganligi uchun bunday o'g'itlarni o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtiriladi; sitratli eruvchan o'g'itlarga: pretsipitat (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: ftorsizlangan fosfatlar, tomasshlak, 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 ularni sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar deb ham ataladi.

Kaliyli o'g'itlar konsentrlangan (kaliy xlorid, kaliy sulfat, kaliy-magneziya) 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 bo'lgan — borat kislotasi, mis(II)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. Kolchedan kuyundisi, marganesli quyqum (shlam), sho'ktirilgan magniy borat va boshqa mikroelementli chiqindilar suvda erimaydi. Ularni suvda eriydigan holatda qayta ishlanadi yoki to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida suvda eriydigan ham, suvda erimaydigan ham mikroo'g'itlar ishlatiladi.

Kompleks o'g'itlar - tarkibida kamida ikkita ozuqa elementi bo'lgan o'g'itlar hisoblanadi. Ikkilamchi uyg'un 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 guruhlantiradi:

— 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 kislotasi va boshqalar) qo'shish bilan aralashtirilishi 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% dan ko'p 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 mehoratsiyasi 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 nitriy bisulfid 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 kislotaliligini oshiradi, masalan, ammoniy sulfat, ammoniy nitrat, kaliy xlorid, kaliy sulfat va boshqalar. Fiziologik kislotali o'g'itlarga ammoniyli azotli o'g'itlar, shuningdek, karba-mid ham kirishi mumkin. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar ta'sirida ammiak nitrat kislotagacha oksidlanishi natijasida tuproq kislotaliligi ortadi.

Fiziologik ishqoriy o'g'itlarga anioni o'simliklarga assimilatsiya-
lanadigan o'g'itlar kiradi, ulardagi kation esa tuproq muhitini ish-
qorlashtirgan holda to'planadi. Masalan, bunday o'g'itlarga natriy,
kaliy va kalsiy nitratlari kiradi.

1.3. 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 etuvchi moddalar azot, fosfor va kaliy birikmalari hisoblanadi. Hozirgi paytda o'g'itdagi ularning miqdori elementar azot (N), fosfor(V)-oksid - fosfat ангидрид (R_2O_5) va kaliy oksid (K_2O) hisobida o'lchanadi.

Davlat standartlari (DAST) yoki texnik shartlar (TSH) asosida mineral o'g'itlardagi bir yoki bir nesha ta'sir etuvchi moddalarning minimal miqdori belgilab beriladi. 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'rsatkichlarga salbiy ta'sir etuvchi qo'shimchalar miqdori chegaralanadi. Namlikning ortishi o'g'itning yopishqoqligini oshiradi va bir butun massa holatida qotib qoladi. Bundan tashqari, namlik o'g'it tarkibidagi ozuqa moddalar miqdorini kamaytiruvchi omil hisoblanadi.

Quyida mineral o'g'itlar asosiy turlarining assortimenti 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 bo'lgan karbamid, undan keyin tarkibida 33,6-34,6 % N bo'lgan ammiakli selitra hisoblanadi. Kam konsentratsiyali o'g'it - tarkibida 20-21% N bo'lgan ammoniy 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 konsen-

tratsiyali ammiaklar va azotli eritmalar tarkibida 30—36% N va ammiakli suv tarkibida 20—21% N bo'ladi.

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

Azotli o'g'itlar assortimenti 1.2-jadvalda keltirilgan.

Azotli o'g'itlar assortimenti

1.2-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %			DAST yoki TSH
	asosiy modda, kam emas	azot, kam emas	namlik kam emas	
1	2	3	4	5
Ammiakli				
suyuq ammiak	99,6 NH_3	82,0	0,4	DAST 6221-75
ammiakli suv, texn. B markali	25,0 NH_3	20,5	-	DAST 9-77
Ammoniyli				
Ammoniy sulfat	NH_3			DAST 9097-74
oliy nav	25,7	21,0	0,2	
I nav — krist,	25,4	21,0	0,2	
II nav — krist, yoki amorf	25,4	20,8	0,3	
Ammoniy sulfat texnik				
I nav	-	20,8	0,8	Tsh 6-03-395-75
II nav	-	20,8	0,8	
Ammoniy sulfat donadorlangan	25,4	20,8	0,6	Tsh 6-41-69
Ammoniy-natriy sulfat	$Na_2SO_4 < 20\%$	17	2	Tsh 6-08-192-75
Nitratli				
Natriyli selitra, texnika	$NaNO_3$			DAST 828-68

1	2	3	4	5
Natriyli selitra, texnika	NaNO ₃			DAST 828-68
I nav	99,5	16,4	1,0	
II nav	99,0	16,3	1,8	
Natriyli selitra texnika	94	15,5	2,0	Tsh 90-45-66
Kalsiyli selitra, texnika	Ca(NO ₃) ₂ ·3H ₂ O	17,5	14	Tsh 6-03-367-74
Ammoniyli-nitratli va sitratli				
Ammiakli selitra, donadorlangan	NH ₄ NO ₃			
oliy sifatli	99	34,65	0,2	DAST 5,2176-74
A markali	98	34,2	0,3	DAST 2-75
B markali	97,7	34,0	0,3	
karbamid (mochevina)	CO(NH ₂) ₂			
oliy sifatli	-	46,3	0,3	DAST 5.2206-75
qishloq xo'jaligi uchun	-	46	0,3	DAST 2085-75
suyuq karboammiakatlar	N	29	-	TSH 6.03-374-74
	CO ₂	8-11	-	
Azotli o'g'it (syuqlanma)	N	30	-	TSH 6.03-377-70
Ammoniyli o'g'it	N	20,5	-	TSH 6.03-320-72

Fosforli o'g'itlar suvda eriydigan va suvda erimaydigan shakllarda ishlab chiqariladi. Suvda eruvchan fosforli o'g'itlarga apatit va fosforitdan olinadigan oddiy superfosfatlar (muvofig ravishda 20-21% P₂O₅ o'zl. va 14-15% P₂O₅ o'zl.) va qo'shaloq superfosfatlar (ishlatiladigan xomashyo va fosfat kislotaga muvofig ravishda 40-50% P₂O₅ o'zl.) kiradi.

Suvda eruvchan fosforli o'g'itlar assortimenti 1.3-jadvalda keltirilgan.

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 P₂O₅ miqdori katta

chegarada o'zgarishi mumkin. Suvda erimaydigan o'g'it sifatida o'g'itli pretsipitat ham ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda suvda erimaydigan o'g'itlar qatorida ftorsrlangan fosfatlar, tomasshlak, marten dashqollari ham ishlatilmoqda. Suvda erimaydigan fosforli o'g'itlar assortimenti 1.4-jadvalda keltirilgan.

Suvda eruvchan fosforli o'g'itlar assortimenti

1.3-jadval

O'g'itlar	Tarkibi %				DAST yoki TSH
1	2	3	4	5	6
Oddiy superfosfat, kukunsimon, apatit konsentratidan	<19		5,0	12	TSH 113-08-529-83
Oddiy superfosfat, kukunsimon, apatit konsentratidan neytral	20+1		2,5	5,0	TSH 6-08-310-79
Oddiy superfosfat, donadorlangan apatit konsentratidan neytral:					
Mikroelement qo'shilmagan	20+1	-	2,3	3,5	
Mikroelementli:					
Borli [0,2+0,05% B]	20+1	-	2,3	3,5	
Marganesli [1,5+0,5%Mn]	19+1	-	2,3	3,5	
Molibdenli [0,13+0,03%Mo]	20+1	-	2,3	3,5	
Qo'shaloq superfosfat, donador					DAST 16306-80
A markali	4+1	-	2,5	3,0	
B markali:					
1 nav	46+1	-	4,5	4,0	
2 nav	43+1	-	5,0	4,0	
Qo'shaloq super fosfat, donador					
Mikroelementli [0,4+0,05% B, 0,2+0,03% MO]					
Oliy nav	>43	>37	5,0	4,0	
nav	>42	>36	5,0	4,0	

1	2	3	4	5	6
Qo'shaloq superfosfat -+, Qorotog' fosforitidan olingan donador,					TSH 113-08- 44-02-90
Oliy	47+1	-	5,0	4,0	
I nav	44+1	-	5,0	4,0	
Oddiy superfosfat ammoniyashtirilgan, Qorotog' fosforiti asosida (>1,5%N)					TSH 113-08- 571-85
Donadorlangan	15+1	-	0,5	3,0	
quritilgan	15+1	-	0,5	3,0	
Sekin ta'sir etuvchi fosforli o'g'it:					TSH 6-08- 469-80
Oliy nav	>38	>19	4,0	4,0	
1-nav	>38	>19	4,0	4,0	

Suvda erimaydigan fosforli o'g'itlar assortimenti

1.4-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %				DAST yoki TSH
	P ₂ O ₅ zl kam emas	P ₂ O ₅ s.e, kam emas	P ₂ O ₅ erk. ko'p emas	Hamlik, ko'p emas	
1	2	3	4	5	6
O'g'itli presipitat	38	-	-	8	TSH 6-17-765- 84
EFK asosida o'g'itli presipitat	44+1	-	-	3	TSH 113-08- 513-82
Fosforit uni					DAST 4716-74
I nav	29+1	-	-	1,5	
II nav	23+1	-	-	1,5	
III nav	20+1	-	-	1,5	
O'g'it uchun shisha suyuqlantirishli fosfatli dashqo! (shlak)					TU 14-11-176- 78
FD-10 markali	10	-	-	1	
FD-7 markali	7	-	-	1	

Kaliyli o'g'itlar. Asosan suvda eruvchan kaliyli o'g'itlar ishlab chiqariladi. Ularga kaliy xlorid, kaliy sulfat, aralash tuzlar va boshqalar kiradi. Kaliyli o'g'itlar assortimenti 1.5-jadvalda keltirilgan.

Kaliyli o'g'itlar assortimenti

1.5-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %			DAST yoki TSH
	KC1	K ₂ O	Namlik, ko'p emas	
1	2	3	4	5
Kaliy xlorid, donadorlangan yoki yirik kristalli				DAST 4568- 74
I nav	95+1	60+0,6	1	
II nav	91+1	57,5+0,6	1	
Kaliy xlorid, yirik kristalli	85	" 57,7+0,6	1	TSH 6-12- 84-75
Kaliyli aralash tuz (40%)	63,3	40,0	2	TSH 6-12- 16-71
Kaliy xlorid — elektrolit, kristallanish orqali qayta ishlangan				TSH 48-10- 40-76
A markali	72,0	45,5	4	
B markali	50,0	31,6	4	
Kaliy sulfat, q/x uchun	-	46±1	2	TSH 6-12- 14-74
Kaliy sulfat texnik	-	48	2	TSH 48-5- 30-72
Kaliy sulfat o'g'itli	-			TSH 6-12- 45-73
I nav	-	50,0	0,3	
II nav	-	46,0	0,3	
Kalimagneziya, kukunsimon (9+1% MgO)	-	29±1	5	6-12-77-74
Kaliyli-magniyli- konsentrat, donador- langan (9+1% MgO)	-	18,5+1	7	TSH 46-12- 44-73
Tabiiy kaitit	-	10+05	5	TSH 6-12- 23-70

Kompleks o'g'itlar. Ularga tarkibida ikkita va uchta ozuqa elementi bo'lgan murakkab o'g'itlar (ammofos, diammmofos, superammofos-Q, nitroammofoska, nitrofoska va boshqalar), murakkab-aralash va aralash o'g'itlar, shuningdek, suyuq kompleks o'g'itlar kiradi. Kompleks o'g'itlar assortimenti 1.6-jadvalda keltirilgan.

Kompleks o'g'itlar assortimenti

1.6-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %					Namlik ko'p cmas	DAST yoki TSH
	Umumjy ozuqa moddasi	N	P ₂ O _s		K ₂ O		
			O'zl.	s.e.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Murakkab o'g'itlar							
Ammofos:							DAST 1891-85
A markali							
oliy nav	64+1	12+1	>52	>48 ⁴	-	1,0	
1 nav	62+1	11+1	50+1	>46 ⁴	-	1,0	
B markaliy					-		
oliy nav	55+1	11+1	>44	>36	-	1,0	
1 nav	51+1	10+1	42+1	>34	-	1,0	
Ammofos, o'g'itli	51	>12	>39	>31	-	1,0	TSH 95.255-80
Ammofos kukunsimon, apatit konsentra-tidan	61+1	>11	50+1	>47	-	1,0	TSH 113-08-548-83
Ammofosfat	42-44	4-5	38-39»	>26	-	1,5	TSH 113-08-552-84
Diammoniyfos-fat	64-65	>18	46-471)	-	-	1,5	TSH 113-08-556-84
Superammofos -Q, donador-langan, Qoratog' Fosforiti asosida							TSH 133-08-44-02-90
Oliy	50+1	31+1	47+1	>42	-	1,5	
1 nav	47+1	3+1	44+1	>34	-	1,5	
Sulfasuperam mofos-Q	46+1	3+1	43+1	>30	"	1,5	
Diammofoska:							TSH 113-08-569-85
9-25-25 markali	59-62	9-10	25-26»		25-26	1,0	

1	2	3	4	5	6	7	8
10-30-20 markali	60-63	10-11	30-310	"	20-21	1,0	
Nitroam-mofoska							DAST 19691-84
A markali (1:1:1)	51-54	17-18	17-18	15	17-18	0,8	
B markali (1:1,5:1,5)	51-54	13-14	19-20	16	19-20	0,8	
Azofoska:							TSH 113-08-466-85
1:1:0 markali	44	23	21"	14	-	1,0	
2:1:0 markali	39	26	12D	10	-	1,0	
1:1:1 markali	48	16	16»	12	16	1,0	
2:1:1 markali	44	21	11»	8	11	1,0	
Nitroammofos							TSH6-08-433-79
A markali (1:1:0)	>46	>23	>23	>22	-	1,5	
B markali (1:1,5:0)	>40	>16	>24	>23	-	1,5	
V markali (1:0,8:0)	>45	>25	>20	>19	-	U5	
Nitroammofos-Q, Qoratog' fosforiti asosida	45-50	3+0,5	42-47	34-42		1,0	
Nitrofos							ST 95,11-77
Tenglashtiriigan	44+1	22+1	22+1	18	-	1,5	
A markali	40+1	23+1	17+1	7	-	1,5	
B markali	38+1	24+1	14+1	6	-	1,5	
Nitrofoska							
xibin konsentratidan	>32	>11	>10	5,5')	>11		DAST 11365-75
kovdor konsentratidan	>30	>10	>10	5,5')	>10		TSH 113-08-526-82
Murakkab-aralash o'g'itlar							
Murakkab-aralash dona-dorlangan o'g'it							TSH 113-08-522-82
1:1:1 markali	30-33	10-11	10-11')	6	10-11	1,5	
1:1:1 markali bor bilan (0,1+0,0,04%)	30-33	10-11	10-11')	8,5	10-11	1,0	

1	2	3	4	5	6	7	8
Fosfor-kaliyli ezilgan o'g'it (0:1:1 markali)	>28	0	>14"		>14	3,0	TSH 113- 08-549-83
Issiqxonalar uchun o'g'it							TSH 113- 08-454-80
A markali (MgO>2,0%)	>41	>10	>5»	-	>	1,5	
B markali	>42	>18	>6»	-	>	1,5	
V markali	>46	>20	>16>	-	>	1,5	
Kompleks o'g'it, mikro- element bilan:							TSH 6-15- 1133-78
K markali (MgO>2,0%)	>29	>11		-	>16	8,0	
U markali (MgO>0,35%)	>28,35	>7,5	>6,0	~	>14,5	8,0	
Suyuq kompleks o'g'itlar (SKO')							
10-34-0 markali	>44	>10	>34				TSH 6-08- 414-78
8-24-0 markali	>32	>8	>24	-	-	-	

1) P2O5 umum.; 2)chiqindi sifatida hosil bo'ladigan fosfat kislotasi asosida; 3) P2O5 s.e.^Os zl. — 55% dan kam emas; 4) P2O5 erkin — 2% dan kam emas; 5)10-34-0 markali SKO' ga qo'shimcha talablar: P2O5 konversiya darajasi — 55% dan kam emas, suvda erimaydigan qoldiq massa ulushi — 0,3% dan kam emas.

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'risidagi ma'lumotnoma adabiyotlarida batafsil keltirilgan.

1.4. Mineral o'g'itlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari

O'g'itlar xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlarga: gigroskopikligi, yopishuvchanligi, donadorlanish (fraksiyal) tarkibi, zar-rachalarning o'rtacha o'lchami, donachalar mustahkamligi, tabiiy qiyalanish burchagi, nom tortuvchanligi, haqiqiy va to'kma zichligi,

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' bosimi-giga nisbati orqali aniqlanadi:

$$h = (Pa/P) \cdot 100$$

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

Moddalarning gigroskopikligini baholash uchun gigroskopiklik koeffitsiyenti (Kgig.) ishlatiladi. Gigroskopiklik koeffitsiyenti namunaning kritik (maksimal) namligiga to'g'ri proporsionaldir:

$$Kgig. = \frac{W_m}{W_{kritik}} \cdot 100$$

bu yerda, W_m — namunaning kritik (maksimal) namligi; K — tajriba yo'li bilan aniqlanadigan kinetik konstanta. Havoning nisbiy namligi f bo'lganda gigroskopiklik koeffitsiyentiga bog'liq holdagi gigroskopiklik shkalasi quyidagicha bo'ladi:

Kgig.,mmol/(g*s)	1 va undan kichik	1-3	3-5	5-10
Sifat bahosi	amalda gigroskopik emas	oz darajada gigroskopik	gigroskopik	kuchli gigroskopik

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 konditsionerlash, uni saqlashda saqlash sharoitini ta'minlaydigan germetiklikni ta'minlash natijasida uning yopishqoqligini kamaytirish mumkin.

Elanish. Elanish — bu o'g'itni solishda tuproqda bir tekis taqsimlanishi uchun mashinalarning ta'minlovchi va tashlovchi qurilmalaridan o'g'itning tushishini belgilaydigan xususiyatidir. 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 (fraksiyal) 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 hamda zichligiga, boshqa yuzalarga ishqalanish tabiatiga va hokazolarga bog'liqdir. Donachalarning mustahkamligi dinamik mustahkamlik R_j , ishqalanishga mustahkamligi R_j va statik mustahkamlik R_g bilan tavsiflanadi. Dinamik mustahkamlik ma'lum balandlikdan tashlanganda donachalarning maydalanishi soni bilan; donachalarning ishqalanishga mustahkamligi — ishqalanishi tekshirilganda hosil bo'ladigan kukun ulushi bilan tavsiflanadi. Statik mustahkamligi ulami bir tekislik bo'yicha qisishdagi mustahkamlik chegarasi bilan tavsiflanadi.

Tabiiy oqish **burchagi.** Sepiluvchi materialning to'kilishi natijasida to'planning gorizontall yuza bilan hosil qiladigan burchagi tabiiy oqish 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. «Buferli» namlik sig'imi o'g'itning yoyilish xususiyatini yomonlashtirmagan holda standart o'g'itga qo'shiladigan namlik orqali aniqlanadi.

To'kma zichlik. To'kma zichlik - sochiluvchan moddaning hajm birligidagi massasidir, birligi t/m bilan aniqlanadi. U -modda zichligi, zarrachalar o'lchami, fraksiyal tarkibi, namligi va yotqizilgan qatlamlar bosimining funksiyasi hisoblanadi. Massa birligidagi hajm (Y) - to'kma zichlikning teskari qiymatidir:

$$Y = 1:X$$

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

$$2$$

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

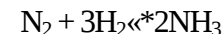
$$\frac{3f(b-a)+2d(2a+b)}{X_{\sim}} \quad 6d$$

tenglama bilan hisoblanadi. Bu yerda, 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:

$d = f + F + JFf$. Mineral o'g'itlarning fizik-kimyoviy, mexanik va termodinamik xossalari bilan mineral o'g'itlar texnologiyasi bo'yicha ma'lumot-noma adabiyotlaridan foydalangan holda batafsil tanishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. TexHOJioraa (poccbopHbix H KOMiueKCHbix yn;o6peHHH / riofl pea. C.^3BeHHHKa H A.A.EpoflCKoro. - M.: XHMHS, 1987. 464-c.
2. B.H.KoqeTKOB OocqiopecflepacemHe yao6peHHH: Cnpa-BoqHHK / Flofl pea. npocp A.ACoKo^oBCKoro. - M.: XMHM, 1982. 400-c.
3. A.A.CO KOJIOBCKHH, T.n. YHaHHHU KpaTKHH CnpaBOHHK no MHHeajiHHM yflo6peHH3M. - M.: XMHM, 1977. - 376-c.
4. K. TacypoB. O6ecdTopeHHbie y^o6peHH H3 (poc(popHTOB KapaTay. - T.: «FAN», 1992. 200-c.



II bob. AZOTLI O'G'ITLAR

Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgunga qadar faqatgina chili selitrasi — $\text{NaNC} > 3$ qishloq xo'jaligida o'simliklar uchun mineral ozuqa sifatida ishlatib kelingan.

Hozirgi paytda kimyo sanoati korxonalarida turli xildagi azotli o'g'itlar ishlab chiqarilmoqda.

Azotli o'g'itlarning asosiy turlari: ammiakli (ammiak), ammoniyU (ammoniy tuzlari — fosfat, sulfat, xlorid va boshqalar), ammoniy nitratli (NH_4NO_3), nitratli (nitrat kislotaning kalsiyli, kaliyli, natriyli selitralari) va amidli (karbamid — $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, kalsiy sianamid — KAKN_2 va boshqalar) o'g'itlar hisoblanadi.

Bundan tashqari, bu tuzlar asosida aralash va murakkab o'g'itlar, suyuq azotli o'g'itlar — ammiak, ammiakli suv, aminlar va boshqa tuzlarning suvli eritmaları ishlatiladi.

Uchbu bobda ozuqa sifatida faqatgina bir komponentli — azotli o'g'itlar haqida so'z yuritiladi.

Ammoniyli va nitratli tuzlarning ko'pchiligi hamda karbamid suvda yaxshi eriydi. Ulardagi azot o'simliklarga yaxshi singiydi (ayniqsa, NO_3^- ning tuproqda harakatchanligi yuqori bo'ladi).

Ammoniyli o'g'itlar uchun xomashyo sifatida ammiak, nitratli o'g'itlar uchun esa nitrat kislotasidan foydalaniladi. Ular esa atmosferadagi behisob miqdordagi azotdan olinadi.

2.1. Ammiakli selitra

Ammoniy nitrat NH_4NO_3 ammiakli selitra deb ham yuritiladi. Uning ishlab chiqarish texnologiyasini o'rganish uchun awalo, nitrat kislota hosil qilish kimyosi bilan biroz tanishmog'imiz lozim.

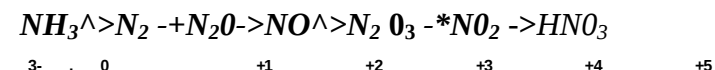
Ma'lumki, ammoniy nitrat — ammiak va nitrat kislotasining o'zaro ta'sirlashuv jarayonida hosil boiadi. Azotning vodorod bilan ta'siri natijasida ammiak sintez qilinadi:

Ammiak sintezi issiqlik effekti harorat va bosimga bog'Uq bo'ladi.

Odatda, past bosimli (10-15 Mlla), o'rta bosimli (25-60 Mlla) va yuqori bosimli (60—100 Mlla) jarayonlar ma'lum. Harorat esa 400—500°C oralig'ida bo'ladi. Bu jarayon katalizatorsiz juda sust kechadi.

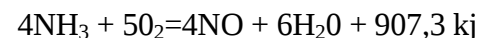
Amahy ishlab chiqarishda o'rta bosimli jarayon temir katalizator (promotorlari: Al_2O_3 , K_2O va CaO lar hisoblanadi) ishtirokida olib boriladi. Kontakt jihozidan chiqayotgan gaz tarkibida 14—20% ammiak bo'ladi. U sovitilishi natijasida ammiak kondensatsiyalanadi, azot-vodorodli aralashma siklga qaytariladi. Hozirgi vaqtda quvati 150 dan 1500 t/kunli sintez kolonnalari ishlatilmoqda.

Nitrat kislotasi esa ammiakning oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi. Bu jarayon azotning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan sodir boiadi:

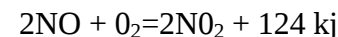


Sanoat korxonalarida suyultirilgan nitrat kislota olinadi. Bunda quyidagi jarayonlar sodir boiadi:

1. Ammiakning azot oksidigacha kontakth oksidlanishi:



2. Azot oksidining dioksidgacha oksidlanishi:

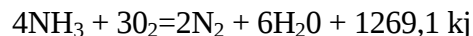


3. Azot dioksidning suv bilan absorbsiyasi:



Bu jarayonda platina va uning temir, marganes, kobalt va o'z guruhidagi metallar oksidlari bilan qotishmalari ishlatiladi.

Agar katalizator ishlatilmasa (harorat 900°C dan yuqorida), ammiak erkin holatdagi azotgacha oksidlanadi xolos:



Ammiakni katalitik oksidlash natijasida azot oksidining hosil bo'lish unumini 98% gacha yetkazish mumkin.

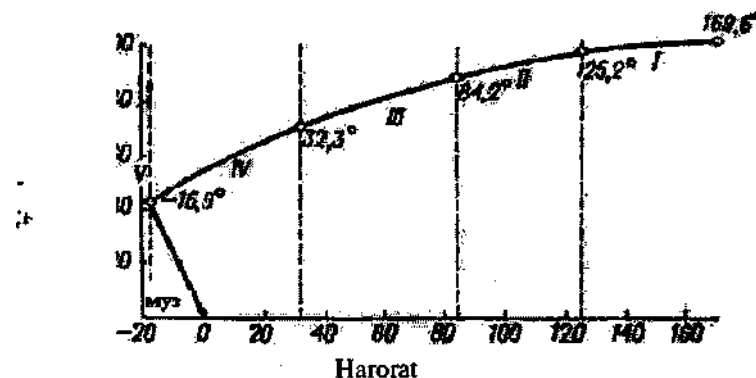
Jarayonni ishlab chiqarish korxonalarida atmosfera bosimida 700-800°C haroratda, yuqori bosim ($7,3 \cdot 10^5$ IIa)da esa 800-900°C haroratda olib boriladi. Havo — ammiak aralashmasida 1,25 mol O_2 ga 1 mol NH_3 berilishi kerak. Reaksiya tezligini va azot oksidining miqdorini oshirish uchun amalda $\text{O}_2:\text{NH}_3$ miqdoriy nisbati 1,7-8-2,0 oralig'ida olinadi.

Odatda, suyultirilgan nitrat kislotasini (47—50 %li) olish quyidagi tizimlarda olib borilishi mumkin: 1) atmosfera bosimida 2) yuqori bosimda; 3) kombinatsiyalashgan, ya'ni ammiakni oksidlash jarayoni ($3-4 \cdot 10^5$ Ila bosimda, NO ni oksidlash va NO_2 ni suv bilan absorblash jarayonlari esa ($8-12 \cdot 10^5$ Ila bosimda va odatdagi haroratda olib boriladi. Bosimni 1 Mlla ga ko'tarish orqali 60—62 %li nitrat kislotasi olish mumkin.

Ammiakli selitra ishlab chiqarish texnologiyasini bayon etishdan " avval bu modda haqida batafsil ma'lumotga ega bo'lish zarur. Ammiakli selitra (NH_4NO_3) asosan o'simliklar uchun mineral ozuqa sifatida ishlatiladi. U atmosfera bosimida va —50°C dan 169,6°C gacha harorat oralig'ida besh xil kristallik shaklida bo'ladi. $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ politermik diagrammasida (2.1-rasm).

Ammoniy nitratning I-IV turg'oq kristall shakli uchun harorat oraliqlari ko'rsatilgan. U 169,6°C da suyuqlanadi va V shakli esa —16,9°C dan quyi haroratdagina turg'oq bo'ladi. Kristall shakllarining o'zgarish chegarasi hamda harorati ammiakli selitraning namligi va tarkibidagi qo'shimchalar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Ammoniy nitrat suvda yaxshi eriydi. Uning 100°C haroratdagi eruvchanlik koeffitsiyenti 1000 ga tengdir. Ammoniy nitratning suvli eritmasini kristallanish haroratidan yuqoriroqda bug'latilsa, tamoman suvsiz suyulgan tuzga aylanadi. U o'ta gigroskopik modda hisoblanadi. 30°C haroratda to'yingan eritmasi (70,2% li) ning yuzasidagi bug' bosimi 2,46 Kfla (yoki 18,5 mm.sim.ust.)

atrofida, gigroskopik nuqtasi esa 60% atrofida bo'ladi. Bunda havoning nisbiy namligi 60% dan yuqori bo'lganda u namlanib qoladi. Ammoniy nitrat gigroskopikligi va uni havodan nam tortish tezligi unga eruvchan noorganik tuzlar qo'shilganda ortib boradi. Masalan, 1,2% magniy nitrat qo'shilsa, ammoniy nitratning gigroskopik nuqtasi 8—12% gacha pasayadi, nam tortish tezligi esa oshadi.



2.1-rasm. NH_4NO_3 ning suvda eruvchanligi. Kristallar shakli: I kubsimon; II tetragonal; III rombik-monouchlik; IV bipiramidal rombik; V tetragonal.

Suvda yaxshi eruvchanligi, eruvchanlik koeffitsiyenti yuqoriligi, gigroskopikligi va polimorf o'zgaruvchanligi sababh ammoniy nitrat kristallari o'zaro yopishib, qattiqlashib qoladi. Sepiluvchanligi yo'qolib, uni ishlatish qiyinlashadi.

Ammoniy nitratning yopishqoqligini kamaytirish uchun:

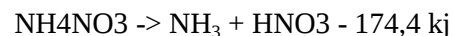
1. Mahsulot tarkibida juda oz miqdorda (0,2%) suv qolguncha bug'latiladi, donadorlanadi va sovitiladi. Bunda 32,3°C dan quyi haroratda turg'oq (stabil) bo'lgan uning IV shakli hosil bo'ladi.

2. Mahsulot kristallanguncha turli qo'shimchalar qo'shiladi. Bunday qo'shimchalar sifatida magnezit yoki dolomitni nitrat kislotada parchalash yo'li bilan olingan magniy nitrat, kalsiy va magniy nitratlari, fosforit yoki apatitni nitrat kislotada parchalash orqali hosil qilingan mahsulotlar, diammoniyfosfat, ammoniy sulfat, shuningdek, tuproq, talk, diatomit, vermikulit va boshqalardan

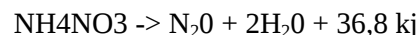
foydalaniladi. Bunda magniy nitrat $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ kristallogidratini hosil qilib, ammoniy nitratning II shaklini III ga o'tishini sekinlashtiradi va II shaklini IV ga metastabil o'tishini ta'minlaydi. Qotmagan mahsulotga erimaydigan moddalarni qo'shish esa donalarning mayda kristall struktura holidagi qotishiga, zichligi oshishi va mustahkam bo'lishiga yordam beradi.

3. Mahsulot donalariga sirtaktiv moddalar bilan ishlov berilib, gidrofob qatlam hosil qilinadi. Buning uchun naftalin-formaldegid (NF) ning 40% li eritmasi ishlatiladi. Mahsulot polietilen yoki qog'oz qoplarga solinib, og'zi mahkam tikiladi.

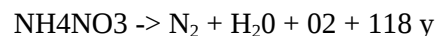
Ammoniy nitrat 110°C haroratdan yuqorida parchalana boshlaydi:



Bu reaksiya sekin sodir bo'ladi. Masalan, 165°C haroratda bir sutka davomida massa jihatdan 6% miqdori parchalanadi. Namlik ortishi bilan parchalanish tezligi ham ortadi. Harorat 200—270°C da parchalanish tezligi yanada ortadi:



Harorat 400—500°C gacha tez ko'tarilsa, parchalanish reaksiyasi portlash bilan sodir bo'ladi:



Amalda 300°C harorat portlashga sabab bo'ladi.

NH_4NO_3 ning mineral kislotalar va yengil oksidlanuvchi (moylovchi va boshqa organik moddalar kabi) qo'shimchalar ishtirokida portlashi tezlashadi. Toza holatda esa zarbaga chidamli, lekin yopiq muhitda qizdirish natijasida portlashi mumkin. Portlash xusu-siyatini kamaytirish maqsadida unga karbamid (0,05—0,1%), kalsiy karbonat, magniy karbonat va boshqa qo'shimchalar qo'shilishi mumkin.

Ammoniy nitratdan portlovchi moddalar ishlab chiqarish xomashyosi sifatida ham foydalaniladi. Bunda yog'och kukuni va organik materiallar, ammonallar (aluminium kukunli aralashmalari) va

boshqalar qo'shiladi. Bunday aralashmalar detonator ishtirokida portlatiladi.

Davlat standarti bo'yicha donadorlangan ammiakli selitrani yuqori sifatli A va B kategoriyali (oliy nav) va 1-kategoriyali (1-nav) turlari mavjud. Qishloq xo'jaligida va sanoatda qo'llaniladigan ammiakli selitra tarkibida NH_4NO_3 ning miqdori 98% dan kam emas. B markali ammiakli selitrani oliy navda 34,4% N, 1-navda esa 34,0% N bo'ladi. Suv (namlik) esa sulfat va sulfat-fosfat qo'shimchali ammiakli selitrada 0,2% dan ko'p emas (B markali 1-navda esa 0,3% dan ko'p emas). Suv tutuvchi qo'shimcha 0,3% boisa, bu miqdor 0,6% ga yetishi mumkin. Yuqori sifat kategoriyali A va B markali ammiakli selitra tarkibidagi qo'shimchalar miqdori: kalsiy va magniy nitrat $CaO(MgO)$ hisobida 0,2—0,5%, fosfatlar (RAP) P_2O_5 hisobida 0,5-1,2%, ammoniy sulfat 0,3-0,7%, ammoniy sulfati va fosfatlari 0,4-0,6% bo'ladi. B markali 1-navda esa qo'shimchalar miqdori me'yorlanmaydi. Ammiakli selitra 10% li suvli eritmasining pH muhiti barcha navlarda: sulfat-fosfat qo'shimchasi bo'lsa 4,0 va boshqa qo'shimchasi bo'lsa, 5,0 ga teng bo'ladi.

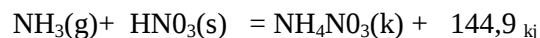
Ammiakli selitrani donadorlik tarkibi: A markada 1—3 mm. li donachalar 93% dan kam emas; B markada 1—4 mm. li donachalar 95% dan kam emas (shuningdek, barcha yuqori navlarda 2—3 mm, li donachalar 50% dan kam emas). Barcha navlarda 1 mm. dan kichik donachalar 4% dan ortiq emas.

Ammoniy nitrat donachalarining statik mustahkamligi: A marka uchun 5 n, B marka uchun 7 n va 1-nav uchun 5 n bo'ladi. Sepiluvchanligi har ikkala marka uchuri ham 100% bo'ladi. Buning uchun 5 qop ammiakli selitra 1 m balandlikdan yerga tashlanadi, teshiklari 5 mm bo'lgan elakdan 1 minutda to'la o'tishi kerak.

Ammiakli selitra yong'in xavfli bo'lib, isitgichlardan xoli bo'lgan xonalarda saqlanadi. Boshqa moddalar bilan birgalikda saqlanmaydi va bir joydan boshqa joyga tashilmaydi.

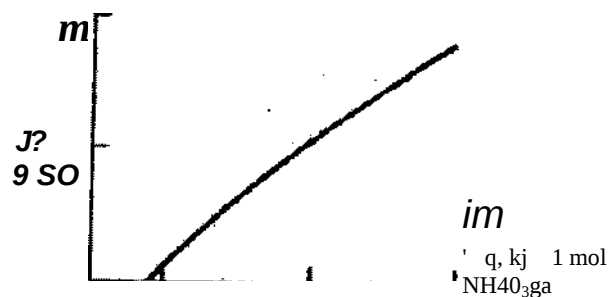
2.2. Ammiakli selitra ishlab chiqarish

Nitrat kislotasini ammiak gazi bilan neytrallashtirish natijasida ammoniy nitrat, ya'ni ammiakli selitra hosil qilinadi:



Bu geterogen sistema ekzotermik jarayon bo'lib, katta tezlik bilan boradi va ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Sanoatda bu issiqlikdan reaksiya natijasida hosil qilingan eritmaning konsentratsiyasini oshirishda unumli foydalaniladi.

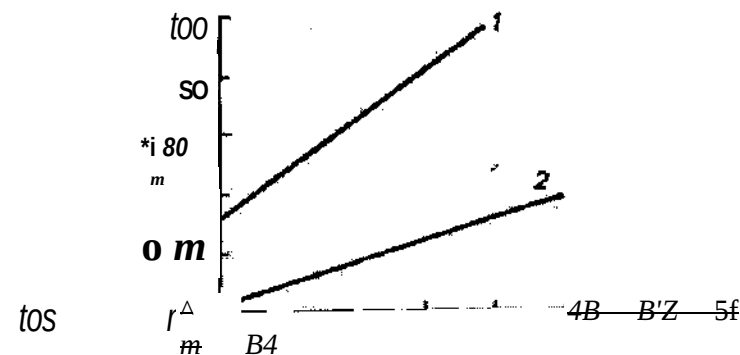
47—60% li nitrat kislotasini ammiak gazi bilan neytrallash natijasida ammoniy nitrat eritmasi hosil bo'ladi. Bu eritmani bug'latishda neytrallanish issiqligidan foydalaniladi. Bunda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori nitrat kislotasining konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi (2.2-rasm). O'zgaradigan eritmadagi ammoniy nitrat miqdori reaksiya uchun olingan nitrat kislotasi konsentratsiyasiga proporsional o'zgaradi hamda neytrallanish issiqligidan foydalanilganda uning eritmadagi miqdori oshib boradi (2.3-rasm).



2.2-rasm. Nitrat kislotasini gaz holidagi ammiak bilan neytrallash issiqligi — q (atmosfera bosimi va 180°Cda).

Reaksiya muhitidan issiqlikni chiqarib turish faqatgina undan unumli foydalanishgina emas, balki reaksiyadan unumli foydalanish uchun ham zarurdir. Chunki issiqlik oshib borgan sayin nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanish jarayonlari sodir bo'lib, azotning yo'qotilishiga sabab bo'ladi. Bu esa issiqlikdan neytrallash jarayonida foydalanishni murakkablashtiradi. Natijada

yangi texnologik sharoit va jihozlarni yaratish majburiyatini tug'diradi. Ilk bora ma'lum bo'lgan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanilmas va ammoniy nitrat eritmasi suvli sovitgich orqali o'tib, neytrallash jihozi (reaktor) va ammiak yutgich (absorber) oralig'ida aylanar edi. Keyinchalik bu usul o'rnini boshqasi egalladi, ya'ni eritma neytrallash jihozi (apparati) dan bug'latgichga beriladigan bo'ldi. Bu usulda neytrallash 180-200°C harorat va 0,35-0,6 Mlla bosimda olib boriladi. Bug'latish esa atmosfera bosimida yoki undan pastroq bosimda o'tkaziladi. Bunda bug'latiladigan ammoniy nitrat eritmasining konsentrat-siyasini 75-80% dan 95-99% gacha vakuum-jihozida bug'latish uchun ishlatiladi. Bu usullarning barchasi eritmani reaksiya muhitida qaynab ketishdan saqlaydi.



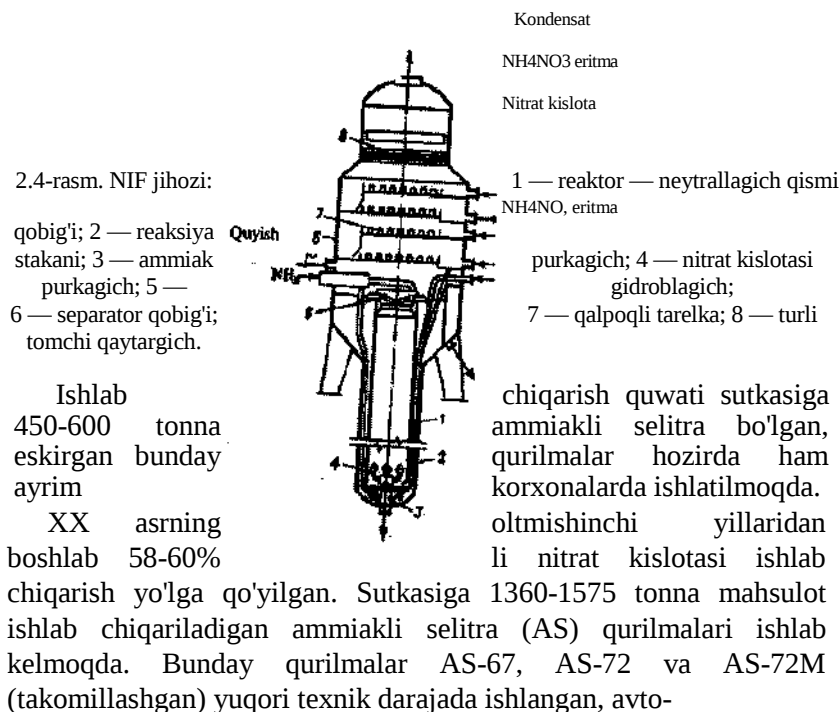
2.3-rasm. Eritmadagi NH_4NO_3 miqdorining reaksiya uchun olingan HNO_3 konsentratsiyasiga bog'liqligi (harorat 70°C): 1 — reaksiya issiqligidan foydalanilganda (issiqlik yo'qolishi 3% atrofida); 2 — issiqlikdan foydalanilmagan holda.

Bizda qo'llaniladigan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanishda neytrallash jihozining o'zi ishlatiladi. Bunda neytrallanish bilan bir paytda eritma qaynaydi va bug'lanadi. Bunday jihozni neytrallanish issiqligidan foydalanuvchi (NIF) deb ataladi (2.4-rasm).

Ilgarilari sanoatda 47-57% li nitrat kislotasi ishlab chiqarilar edi. NIF da neytrallash natijasida 62-83% NH_4NO_3 eritmasi olinar

va undan 98,7% li ammoniy nitrat suyuqlanmasini hosil qilish uchun uch bosqichli vakuum-bug'latgichdan foydalanilgan. Bu jarayonda NIF da hosil bo'lgan bug' va qo'shimcha bug'dan samarali foydalanilgan.

Suyuqlanmani donadorlash jarayoni esa diametri 12-16 m va balandligi 30-35 m bo'lgan kislotabardosh g'isht bilan qoplangan, sovuq havoning qarama-qarshi oqimidan foydalanuvchi temir-betonli minorada amalga oshiriladi.



30

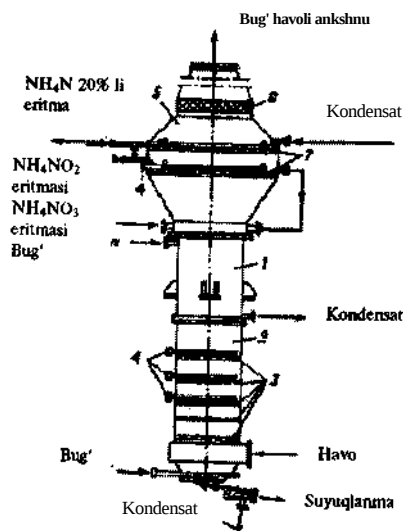
matlashgan, samarali usul va sharoitlar barpo qilingan bo'lib, yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi. Ular jihoz-larning joylashishi, tuzilishi, texnologik tartibi bilan o'zaro farq-lanadi. AS-67 qurilmasida sulfat qo'shimcha (eritmaga sulfat kislota) qo'shish, AS-72 da — sulfat-fosfat qo'shimcha qo'shish va AS-72M da esa magnezial (magniy nitrat) qo'shish bilan amalga oshiriladi.

Texnologiyada asosiy jihoz NIF hisoblanadi (2.4-rasm). NIF 03X18N11 va 12XN10T markali zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan bo'lib, ikkita silindrik qismdan: ostki reaktor qismi ($d=1,6$ m) va ustki seperatsiya qismi $d=3,8$ m) dan iborat. Umu-miy balandligi 10 m. ni tashkil etadi.

Reaktor qismida qobiq (1) ning ishida reaksiya stakani (2) ($d=1,2$ m, $N=4,3$ m) bo'lib, ostida teshiklari bo'ladi. Reaktor ostiga titan purkagich (3) va (4) orqali ammiak va nitrat kislotasi purkaladi. Purkagich teshigida ammiak oqimining tezligi 30-50 m/sek bo'ladi (3 mm. diametrli 6650 ta teshik bor). Nitrat kislotasining oqim tezligi esa 2-3 m/sek. ga yetadi (purkagichda 1,5 mm diametrli 2160 ta teshik bor). Hosil bo'lgan NH₄NO₃ eritmasidagi ma'lum miqdor suv reaksiya issiqligi ta'sirida bug'lanadi. Natijada ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi va bug'-suyuq emulsiya gidroblagich (5) orqali reaksiya stakani yuqorisiga sochiladi. Buning natijasida bug'-suyuq aralashma o'zaro ajraladi. Ajralgan suyuqlik jihoz qobig'i va reaksiya stakani orasidagi tirqish orqali reaktor tubiga tushadi. Stakanga uning ostki teshigidan kiradi (tirqishda ham bug'lanish davom etadi). Reaksiya muhitida reagentlar juda qisqa muddat (0,5-1 sek) bo'lishi sababli nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanishi hamda ularning erkin azot holatida yo'qolishi juda oz bo'ladi.

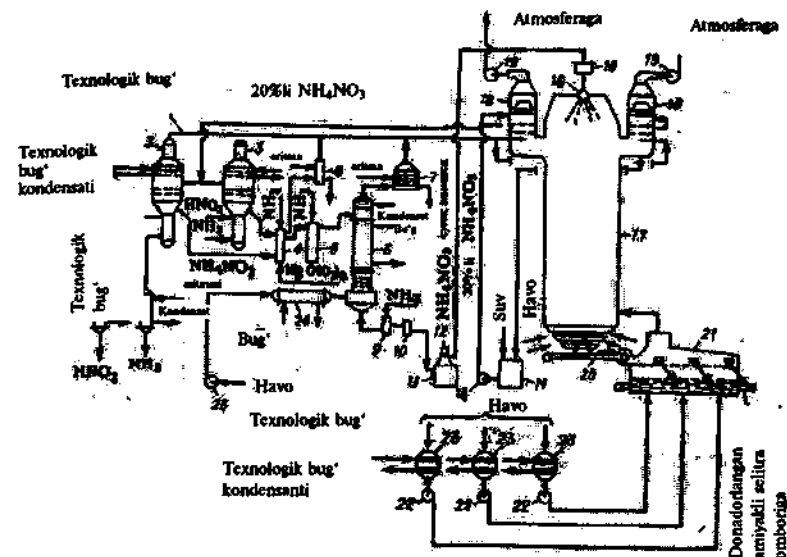
Jihozning yuqori qismida separator (6) bo'lib, tomchili bug' 0,6 m/sek tezlikda ko'tarilib, to'rtta barbotaj qalpoqli tarelkali (7) da yuviladi. Ostidagi 2 ta tarelkada nitrat kislotasi 20-25 % li hosil bo'lgan NH₄NO₃ eritmasi yordamida bug' ammiakdan yuviladi. Yuqoridagi ikkita tarelkada esa tomchili bug' kondensati yordamida hosil bo'lgan HNO₃ bug'i va NH₄NO₃ eritmasi tomchilaridan yuviladi. Tomchilardan tamomila xoli bo'lishni qaytargich (8) da amalga oshiriladi. Yuvindilar NIF ga qaytariladi.

31



2.5-rasm. Kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi: 1 — qobiq-quvurli qism; 2 — konsentratsiyalash qismi; 3 — teshikli tarelkalar; 4 — issiqlik kiritish quvurlari; 5 — tozalov qismi; 6 — turli tomchi qaytaigich; 7 — teshikli tarelkalar.

NIF da olingan ammoniy nitratning konsentrlangan (~90%) eritmasini kombinatsiyalangan bug'latgich jihozida bug'latib bu tuzning suyuqlanmasi olinadi (2.5-rasm). Bu jihoz 08X22N6T markali po'latdan tayyorlangan bo'lib, uning umumiy balandligi 16 m tashkil etadi va asosiy qobiq-quvurli ($d = 2,8$ m, $H = 6,4$ m) qismi NH_4NO_3 eritmasini bug'latishga xizmat qiladi. Eritma unga quvurlarning ichki devoridan oqib tushadi. Issiqlik manbai sifatida foydalaniladigan 1,3-1,5 Mlla bosimh bug'ni quvurlararo bo'sh-liquqa beriladi va issiq (180°C) havo quvurlar ichida tomayotgan eritmaga qarshi yuboriladi. Havo esa jihozning konsentratsiyalovchi qismi (2) ($d = 2,8$ m, $H = 6$ m) ostidan kiradi va unda joylashgan 5 ta teshikli (elakli) tarelkalar (3) dan o'tib boradi. Konsentrlash qismining yuqorisidagi uchta tarelkalarida qo'shimcha issiqlik beruvchi ilonizi quvurlar bo'ladi. Bu jarayonni amalga oshirishda havoning namligi 20 gfk.g. dan oshmasligi lozim. Konsentrlash qismidan harorati $175-185^\circ\text{C}$ bo'lgan 99,7% li NH_4NO_3 suyuqlanmasi oqib tushadi.



2.6-rasm. AS-72M qurilmasining texnologik sxemasi: 1 — ammiak gazini isitgich; 2 - nitrat kislotasini isitgich; 3-NIF jihozi; 4,5 — qo'shimcha neytrallagichlar; 6 - kombinatsiyalangan bug'latish jihozi; 7 - bug'-havo aralashmasini yuvigich; 8,18 - skrubberlar; 9 — gidroto'sqich; 10 — suyuqlanma filtri; 11 - suyuqlanma baki; 12 — nasos; 13 — markazdan qochma nasos; 14 — ammoniy nitrat eritmasi uchun bak; 15 - bak.

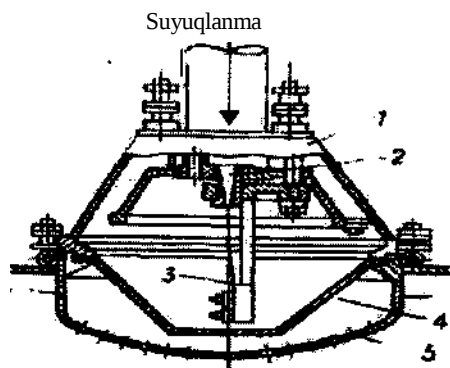
Jihozning yuqori tozalovchi qismi (5) da ($d = 3,8$ m) ikkita teshikli (elakli) tarelka (7) lar bo'lib, yuqorisidagi tarelka kondensat bilan, ostki tarelka esa ammoniy nitrat eritmasi bilan yuvilib turadi. Ular kirayotgan NH_4NO_3 eritmasini qisman bug'latish va bug'-havo aralashmasini yuvishga xizmat qiladi.

Ammiakli selitra ishlab chiqaradigan qurilma AS-72M ning texnologik sxemasi 2.6-rasmda ko'rsatilgan.

Gaz holatidagi ammiak isitgich (1) dan o'tib, $120-160^\circ\text{C}$ gacha qiziydi. Nitrat kislota ($58-60\%$ li) esa isitgich (2) dan o'tib, harorati $80-90^\circ\text{C}$ gacha ko'tariladi. Ular ikkita parallel ishlaydigan NIF jihoziga tushadi. Azotni bug'-tomchi bilan (NH_3 , HNO_3 , NH_4NO_3 , NO_2 holda) yo'qotilishini kamaytirish uchun nitrat kislota me'yoridan ortiqroq bo'ladi. Chunki ammoniy nitrat erit-

masi yuzasida HNO_3 bug' bosimi ammiaknikiga nisbatan kamroq bo'ladi. Jihozdan chiqayotgan HNO_3 konsentratsiyasi (2-5 g/l) avtomatik boshqarib turiladi. Bu eritmaning harorati $150-170^\circ\text{C}$, NH_4NO_3 miqdori esa 89-92% bo'ladi. Bu eritma asosiy (4) va nazoratchi (5) neytrallagichlarda ammiak bilan ney-trallanadi. Bulaiga 30-40% li $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi beriladi. Konsentratsiyasi 0,1-0,5 g/l ammiakli NH_4NO_3 eritmasi kombinatsiyalangan bug'-latgich jihozi (6) ga tushadi. Undan suyuqlanma gidroto'sqich -neytrallagich (9) va filtr (10) orqali yig'uvchi bak (11) ka tushadi. Bakdan nasos (12) yordamida bak (15) ka yuboriladi. Bu bak esa donadorlovchi minora (17) ustida joylashgan bo'ladi. Yuqoridagi bak (15) dan suyuqlanma uchta vibroakustik (tebranma akustik) donadorlagich (16) orqali minoraga sochiladi (bundan tashqari yana uchta donadorlagich zaxirada - navbatda turadi). Donadorlovchi minora (17) kesimi to'g'ri burchakli 11x8 m, qalinligi 2 mm.li 08x17T markadagi po'latdan yasalgan va uning balandligi 63,5 m. ga teng. Minoraning tashqi tomoni uglerodli po'lat bog'lamlar bilan mahkamlangan.

Hosil qilingan suyuqlanma tebranma akustik donadorlagich (2.7-rasm) da plastika (3) ga o'rnatilgan soplodan tuchadi va plastinkadan ostki teshikli tebratgichdan kelayotgan akustik tebranishni singdirib sochiladi.



2.7-rasm. Akustik donadorlagich: 1 — korpusi; 2 — soplo; 3 — plastinka; 4 - to'rtli filtr; 5 - teshikli tebranuvchi taglik.

Selitra suyuqlanmasi 0,2% namlikda 1670°C atrofidagi haroratda kristallana boshlaydi, 140°C haroratda esa to'la qotadi. Minora ostidan berilayotgan havo miqdori yoz oylarida 500 ming m³/soat, qish faslida esa 300-400 ming m³/soat bo'ladi. Minoraning ostki konussimon qismidan donador mahsulot lentali trans-portyor (20) ga tushadi. Undan uch seksiyali sovitgich (21) ga tushadi va havo yordamida «qaynovchi qatlam»da sovutiladi. Sovitgichdan o'tgan mahsulotning harorati yoz faslida 40-50°C, qish faslida esa 20-30°C bo'ladi. Donadorlash va sovitish jarayon-larida selitraning namligi yana 0,1-0,15% ga kamayadi. Tayyor mahsulotda 99,8% NH₄NO₃ bo'ladi. Agar atmosfera havosining namligi 60% dan yuqori bo'lsa, uni isitgichlar (23) orqali yuboriladi. Mahsulot polietilen yoki 3-4 qavatli qog'oz qoplarga joylashtirilib tikiladi va omborga yuboriladi.

Minoraning yuqori qismidan havo oltita skrubber (18) ga tushadi. Unda NH₄NO₃ changlari va ammiak 20% li ammoniy nitrat eritmasi bilan yuviladi va ventilator (19) yordamida atmosferaga chiqariladi. Bundan tashqari, bu skrubberlar orqali bug'latgich jihozidan yuvgich

(7) orqali o'tgan gazlar va neytralizator skrubberi (8) dan o'tgan gazlar ham o'tadi.

Minoradagi qotish jarayonida kristallar I shakldan II ga, sovitgichdagi qotish jarayonida esa II -> III -> IV o'tish yuz beradi. Natijada, mahsulotning solishtirma hajmi o'zgaradi (III da IV dan katta va donachalar mustahkam emas). Kristallarning II dan IV ga o'tishini ta'minlovchi eng samarali usul eritmaga magniy nitrat (0,3-0,6%) qo'shish yo'U bilan amalga oshiriladi. Bunda suyuq-lanmadagi namlik 0,25% dan oshmasligi lozim. Natijada, 50,8°C haroratda II -> IV o'tishni ta'minlash mumkin. Bu o'tish tufayli mahsulotning solishtirma hajmi kichik bo'lib, donachalarning mustahkamligi oshadi.

Jarayonning texnologik sharoiti material va issiqhk oqimlarini avtomatik boshqarish orqali yaratiladi. Bunda mahsuldorligi 56,8 t/sutka bo'lgan qurilmalarda 1 t donador ammiakli selitra (34,5% N) ishlab chiqarish uchun: 0,213 t ammiak (100% li), 0,793 t nitrat kislotasi (100% li), 0,96 gDj bug' va 28,3 kvh/soat elektr energiyasi sarf bo'ladi.

Ko'pincha texnik maqsadlarda kristallik holatidagi ammiakli selitra ishlatiladi. Bunday kristallik holatidagi ammiakli selitra barabanli kristallizatorlarda hosil qilinadi. Buning uchun 97,5-98,5% li NH_4NO_3 suyuqlanmasi ichki qismi suv oqimida sovutiladigan barabanli kristallizator yuzasida quritilib, mahsulot qirg'ich yordamida qirib olinadi. Kristallik mahsulotning namligi 2% atrofida bo'ladi. Uni to'g'ri oqimli baraban quritgichda 110-120°C gacha isitilgan havo bilan quritiladi. Natijada, mahsulot 75°C gacha qiziydi va undagi namlik 2 barobar kamayadi.

2.3. Ammiakli selitra ishlab chiqarishning chet ellardagi texnologiyalari

G'arbiy Yevropada ammiakli selitra asosidagi bir necha xil murakkab o'g'itlar ham ishlab chiqariladi. Ulardan bin ohak-ammiakli selitra hisoblanadi. Bu o'g'it tarkibidagi NH_4NO_3 va CaCO_3 ning og'irlik nisbati 80:20 dan 53:47 gacha kattalikni tashkil etadi. Portlash xavfi bo'lmasligi uchun odatda 60% NH_4NO_3 va 40% CaCO_3 aralashmasi (N=26-28%) ni ishlatish ma'qul hisoblanadi. Bunday o'g'itlar nordon (kislotali) muhitli tuproqlarda keng ishlatiladi. Bundan tashqari, ammoniy sulfat-nitratli $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-}2\text{NH}_4\text{NO}_3$ o'g'itlar hamda NH_4NO_3 va KC1 laming birgalikdagi suyuqlanmasidan kaliy-ammoniyli sehtra olinadi. Bunday o'g'itlar juda oz miqdorda ishlab chiqariladi.

«IkI» (Ay-Si-Ay) firmasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra olish. Bu usul Angliyadagi «IkI» firmasida o'zlashtirilgan. Bu usul bilan olinadigan mahsulotga firma tomonidan — «nitram» savdo nomi berilgan. Loyiha quvati 1000 t/sutka bo'lgan birinchi qurilma 1965-yilda Severnsayd (Angliya) da qurilgan. Keyinchalik shunday quvvatdagi qurilma Billingham shahri (Angliya) da ishga tushirilgan. Hozirgi paytda ammiakli selitra ishlab chiqarishning bu usulidan «UHDE» (UDE, Germaniya) firmasi ham foydalan-moqda.

«IkI» firmasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarishning asosiy jarayonlari quyidagicha amalga oshiriladi (2.8-rasm): Aralashtrigich o'rnatilgan idish (1) ga kondensator (4) dan chiqadigan bug' bilan ta'minlanadigan isitgich (3) orqali

55-60% li nitrat kislota tushadi. Shu idishga eritish uchun (elak (16) da hosil bo'ladigan va tegirmon (18) orqali o'tadigan) nos-tandart mahsulot hamda siklondan mahsulotning mayda fraksiyasi ham uzatiladi. Unga yana maxsus qurilmada (sxemada ko'rsatil-magan) magnezitni 57% li nitrat kislota eritmasida eritilishidan va filtrlanishidan hosil qilingan magniy nitrat eritmasi ham tushadi. Hosil qilingan eritmaga magniy nitratning filtrlash jarayonini yengillashtirish uchun nitrat kislota erimaydigan material — yordamchi qo'shimcha qo'shiladi.

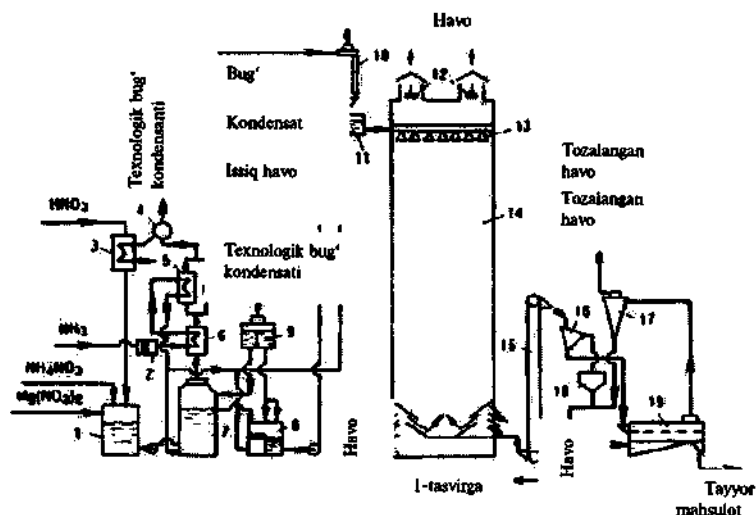
Tarkibida magniy nitrat va ammoniy nitrat qo'shimchalari bo'lgan nitrat kislota eritmasi idish (1) dan neytrallagich (7) ga uzatiladi, u yerda uni suyuq ammiak bug'latgichi (6) dan isitgich (5) orqali 80°C haroratgacha qizdirilgan gaz holatdagi ammiak bilan $\text{pH}=3-4$ gacha neytrallanadi. Bug'latgich va isitgichni neytrallagich (7) dan chiqadigan o'ta qizigan bu bilan qizdiriladi. Neytrallagichda hosil bo'ladigan 87-89% konsentratsiyali ammoniy nitrat eritmasi qo'shimcha neytrallagich (8) ga beriladi, u yerda gaz holatdagi ammiak bilan $\text{pH}=6$ gacha qo'shimcha neytrallanadi. Ikki bosqichli neytrallash o'ta qizigan bug' bilan ammiak yo'qotilishini kamaytiradi.

Neytrallanish jarayonida eritma haroratining keskin ortib ketishi xavfli hisoblanadi, chunki bunda ammoniy nitratning fontanli parchalanishi yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun texnologik sxemada sovutilgan bug' kondensati uchun bak (9) dan kerak bo'lganda eritma haroratini tezlik bilan pasaytirish uchun neytrallagich (7) ga yoki qo'shimcha neytrallagich (8) ga sovuq kondensat berilishi nazarda tutilgan.

89% li ammoniy nitrat eritmasi donadorlash minorasi (14) ning yuqori qismidagi bug'latgich jihozi (10) ga uzatiladi. Bug'lagich jarayonida ammoniy nitratning qisman parchalanishi hisobiga suyuqlanmaning rH qiymati ozgina pasayadi. Shuning uchun bak (11) ga oqib tushgan suyuqlanmaning rH qiymatini belgilangan darajaga yetkazish uchun ammiak beriladi. Bu idishdan esa suyuqlanma minoraning tomchilatuvchi qurilmasi (13) ga keladi va unda ammoniy nitrat suyuqlanmasi donadorlanadi.

Betonli minora aluminiyli folga (yupqa metall plastinka) bilan futirovkalangan. Tomchilarning tushish balandligi ≈ 73 m havo

oqimi minora ostidan kirib, undan ventilatorlar (12) orqali chiqib ketadi. Minorada donadbrlangan mahsulot elevator (15) orqali elak (16) ga uzatiladi, u yerda tayyor mahsulot fraksiyasi ajratiladi. Nostandart (3 mm. dan yirik va 1 mm. dan mayda) fraksiya tegirmon (18) da maydalanadi, siklon (17) da tutib qolingani chang bilan aralashtiriladi va idish (1) ga qaytariladi. Tayyor mahsulot fraksiyasi sovitgich jihozi (19) da 40°C haroratgacha sovitiladi va polietilen qoplarga joylanadi.



2.8-rasm. «IKI» finnasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish sxemasi: 1 — qattiq komponentlarni eritish idishi; 2 — filtr; 3,5 — isitgichlar; 4 — kondensator; 6 — suyuq ammiak bug'latgich; 7 — neytrallagich; 8 — qo'shimcha neytrallagich; 9 — bak; 10 — bug'latish jihozi; 11 — yig'gich bak; 12 - ventilatorlar; 13 — suyuqlanmani tomchilatgich; 14 — donadorlash minorasini; 15 — elevator; 16 — elak; 17 — siklon; 18 — tegirmon; 19 — sovitgich jihozi.

Tayyor mahsulot tarkibida 34,5% N va 0,5% H₂O bo'ladi. Standart (1-3 mm o'ichamli) fraksiya unumi 95,0 %ni tashkil etadi.

Polietilen qoplarga joylangan selitra qirq qopgacha balandlikda taxlab qo'yilganda ham 12 oygacha yopishib qolmaydi.

1 t tayyor mahsulot olish uchun : 210-212 kg ammiak; 11,2 kg magnezit; 790-800 kg nitrat kislota (100% hisobida); 300 kg bug' (1,3 Mlla); 11,5 kVt*s elektroenergiya sarf bo'ladi.

«Kaltenbash» («Kaltenbax») finnasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra olish. Bu usul bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: nitrat kislotasini ammiak bilan neytrallash; eritmani dastlabki bug'latish; eritmani oxirgi bug'latish; bug'latilgan eritmani donadorlash minorasida donadorlash; elash va donachali mahsulotni sovitish; tayyor mahsulotni qoplash va omborga jo'natish.

Neytrallash uchun ~56% U nitrat kislota va suyuq ammiakdan olingan ~0,8 Mlla bosimdagi gaz holatdagi ammiak ishlatiladi. Neytrallash jarayonida 180°C dan past haroratda ushlab turiladi. Neytrallagichning ostki qismidan 79% li ammoniy nitrat eritmasi bug'latgichga uzatiladi. Neytrallagichning yuqori qismidan 0,44 Mlla bosimdagi ~882 kg bug' ajrah chiqadi.

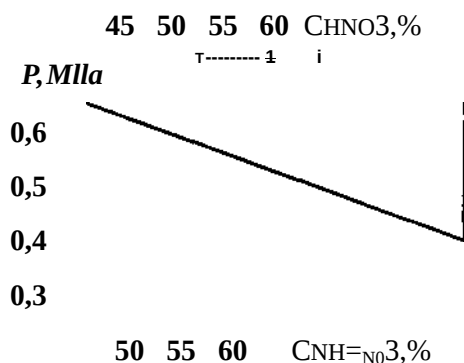
Tayyor mahsulot tarkibida: 34,8% gacha N va 0,2-0,3% gacha namlik boiadi. Uning donadorlik tarkibi: 1-3 mmli fraksiya 98% ni va 1 mm. dan mayda fraksiya <1% ni tashkil etadi.

Kam energiya sarflash orqali ammoniy nitrat olish. Maium boigan barcha turdagi sxemalar bo'yicha ammiakli selitra olishda nitrat kislotasini, hattoki bosim ostida ammiak bilan neytrallan-ganda ham 95% dan yuqori bo'lmagan konsentratsiyali ammoniy nitrat eritmalari hosil qilinadi. Eritmani suyuqlanma hosil qilin-guncha bug'latish uchun anchagina miqdorda qo'shimcha issiqlik sarflanishiga to'g'ri keladi.

«Didier-Engineering» («Dide Endjiniring>>) firmasi tomonidan yaratilgan yangi ammiakli selitra ishlab chiqarishning «AN-DE» jarayonida bosim ostidagi neytrallash orqali bu kamchilik bartaraf etilgan. Neytrallanish 180°C haroratda o'tkaziladi, bu neytrallagichda bosimning 0,4 va 0,8 Mlla orasida (jarayonda ishlatiladigan nitrat kislota konsentratsiyasiga bog'liq holda) o'zgarishi orqali ta'minlanadi. Shunday qilib, faqatgina reaksiya issiqhgidan foydalanish hisobiga ammoniy nitrat eritmasining konsentratsiyasini 99,7% gacha oshirish imkoniyati yaratiladi. Bu issiqlik bug'latish jihozining issiqlik almashtirgichiga — neytrallagichdan olinadigan va unga nisbatan past haroratda issiqlik almashtirgichdan qayta-

riladigan sirkulatsiyali suyuqlik oqimi orqali uzatiladi. Bunday sirkulatsiya neytrallagichdagi eritma haroratini boshqarish imkoniyatini yaratadi. Bu usulning afzalligi texnologik jarayonda tozalanmagan bug' hosil bo'lishi kuzatilmaydi.

Ammiakli selitra ishlab chiqarish turli jarayonlarida reaksiya issiqligi bug' hosil qilish uchun ishlatiladi. Atmosfera bosimiga yaqin bosim ostida (0,12 Mlla) va 135°C haroratda neytrallanishda 85% konsentratsiyali eritma hosil qilinadi; 180-185°C haroratda yuqori bosim [~0,4 Mlla (abs.)] ostida 75-77% li, 180°C haroratda 0,4-0,8Mlla bosim ostida («AN-DE» usuli bo'yicha) esa 65% li eritmalar olinadi. Yuqorida konsentratsiyalari keltirilgan eritmalar — neytrallagichga ~60% konsentratsiyali nitrat kislota berilishiga muvofiq keladi.



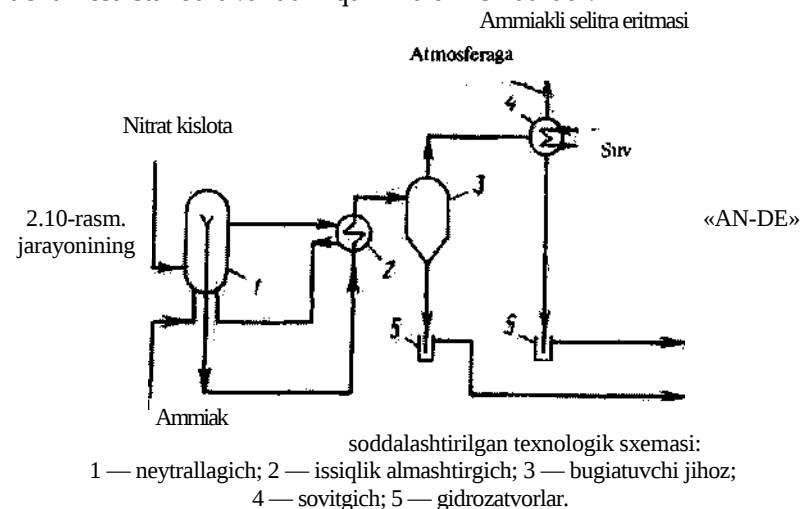
2.9-rasm. Neytrallagichdagi bosim, ammiakli selitra konsentratsiyasi va boshlang'ich nitrat kislota orasidagi o'zaro bog'liqlik (ishchi harorat 180°C).

Undan nitrat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan shu sharoitda minimal ishchi harorat pasayishini kuzatish mumkin.

«AN-DE» jarayonida neytrallagichdagi haroratni va shu harorat bilan resikl harorati orasidagi farqni o'zgartirish, shuningdek, bug'latish bo'limidagi vakuumni o'zgartirish orqali turlicha belgilangan konsentratsiyali ammiakli selitra eritmalarini hosil qilish

mumkin. Jarayon shunday boshqariladiki, bunda neytrallagichdagi bosim doimo ayni haroratdagi eritma qaynash bosimidan yuqorida ushlab turiladi. Bu holda texnologik bug' hosil bo'lmaydi va odatdagi texnologik sxemalarda ammiakli selitra tomchilarini tutib qolishi uchun va kondensatni texnologik bug'dan tozalash uchun qo'llaniladigan qurilmalar talab etilmaydi. Neytrallanish jarayonida azotning yo'qotilishi nihoyatda oz darajada bo'ladi.

2.10-rasmda «AN-DE» jarayonining soddalashtirilgan texnologik sxemasi tasvirlangan. Neytrallagichdan bug'latish bo'limiga issiqlikni tashuvchi ammiakli selitra oqimining sirkulatsiyasi jara-yonning asosi hisoblanadi. Issiqlik almashtir-gichdan so'ng eritma neytrallagichga qaytariladi. Eritmaning sirkulatsiyasi nasos yordamida amalga oshiriladi. Bug'latish bo'limiga selitra eritmasi oqimining kiritilishidan oldin bosim ostidagi eritma redutsirlanadi (ya'ni suyuqlik ustidagi bosim pasaytiriladi), bu esa uning haroratini pasayishiga olib keladi. Eritmaning bug'latish haroratini pasaytirish uchun esa standart vakuum qurilmalari ishlatiladi.



Neytrallagich vertikal ko'rinishdagi idish bo'lib, yuqori bosim ostida ishlashga mo'ljallangan, jihozning ichida tik qiyalikda quvur

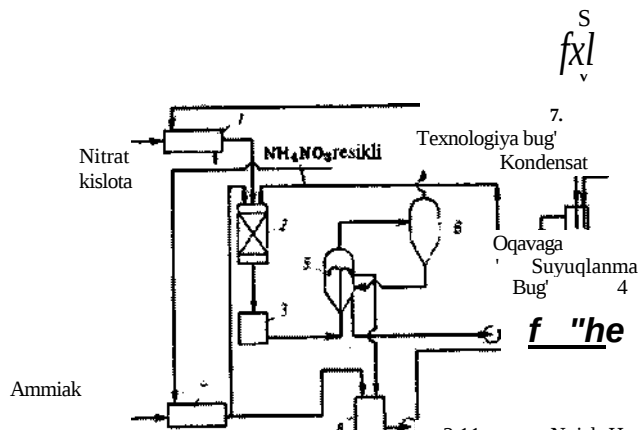
joylashtirilgan, u orqali eritma bug'latish jihoziga konsentrlash uchun yuboriladi.

Neytrallagich quvati unga beriladigan ammiak miqdori bilan aniqlanadi, ammiak miqdori esa kiritiladigan kislota miqdoriga muvofiq kelishi kerak. Kislota ning ozgina miqdori reaktomining pastki qismidan olinadigan eritma oqimiga eritmaning pH qiyma-tini belgilangan darajada uchlab turilishi uchun qo'shiladi.

Nitrat kislota konsentratsiyasi o'zgargandagi neytrallash jarayonini to'g'ri boshqarilishi kislota berish yo'nalishda joylashtirilgan, sezgir element biriktirilgan maxsus hisoblash qurilmasi yordamida amalga oshiriladi.

«Didier-Engineering* firmasi ma'lumotlari bo'yicha ular ishlab chiqqan «AN-DE» neytrallanish jarayoni energiya, kapital mablag'lar va ishlatish xarajatlari bo'yicha yuqori bosimli odatdagi neytrallash jarayoniga nisbatan anchagina tejamlidir.

«Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi usuli bo'yicha ammiakli selitra olish. Bu usulda ammikli selitra ohsh sxemasi 2.11-rasmda tasvirlangan.



2.11-rasm. «Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi usuli bo'yicha 95% li ammiakli selitra suyuqlanmasi ishlab chiqarish sxemasi: 1 — nitrat kislota qizdirgichi; 2 — neytrallagich; 3 — yig'uvchi bak; 4,5 — bug'latgichlar; 6 — separator; 7 — kondensator; 8 — qo'shimcha neytrallagich; 9 — bug'latuvchi jihoz.

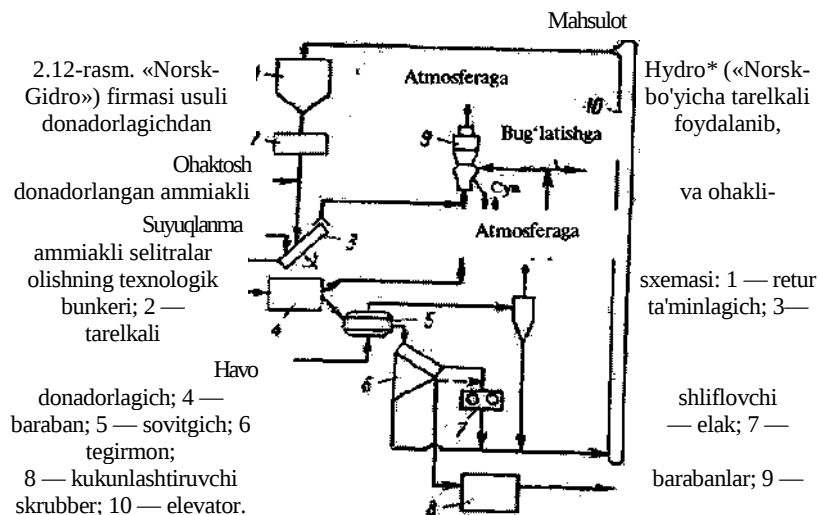
55% konsentratsiyali nitrat kislota qizdirgich (1) ga va so'ngra neytrallagich (2) ga tushadi, unga bug'latgich (4) da bug'lanadigan gaz holatdagi ammiak ham beriladi.

Sxemada atmosfera bosimida ishlaydigan neytrallagich ko'rsatilgan, undan ammoniy nitrat eritmasi vakuum ostida ishlaydigan bug'latgich (5) ga uzatiladi. Bug'latgichdagi vakuum kondensator (7) da texnologik bug'ni suv bilan kondensatlanishi natijasida hosil qilinadi. Bug'latgichdan chiqadigan ammoniy nitratning bir qismi bug'latgich va reaktor o'rtasida sirkulatsiyalanadi. Bug'latgich (5) dan chiqadigan texnologik bug' separator (6) dan so'ng nitrat kislota ni qizdirish uchun qizdirgich (1) da va suyuq ammiakni bug'latish uchun bug'latgich (4) da qisman ishlatiladi. Bug'latgichda hosil qilingan ammoniy nitrat eritmasi qayta neytrallagich

(8) ga tushadi, u yerda ammiak gazi bilan ~88% konsentratsiyagacha qayta neytrallanadi va bug'latuvchi jihoz (9) ga uzatiladi, u yerda 95% li konsentratsiyagacha bug'latiladi. Bug'latilgan eritma qayta bug'latish jihoziga beriladi. Hosil qilingan 99,5% li suyuqlanma donadorlash minorasida statik donadorlagichlar yordamida tomchilatiladi (rasmda ko'rsatilmagan). Elash va sovitish bosqichlaridan o'tgan mahsulot tarkibida 34,5% azot va 0,4% namlik bo'ladi. Donachalarning o'lchami 1-4 mm orasida bo'ladi. Stabillovchi qo'shimchalar qo'shish nazarda tutilgan.

Lozim topilganda 95% li eritmani (qo'shimcha bug'latishsiz) donadorlash minorasiga to'g'ridan-to'g'ri uzatish orqali g'ovak selitra olinadi. G'ovak donachali mahsulotni maxsus qurilmalarda quritish natijasida undagi qolgan namlik yo'qotilishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarishning texnologik sxemasi ko'p jihatdan ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan boshqa sxemalarga o'xshab ketadi. «Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi tomonidan yaratilgan yirik donachalar (7-11 mm.li) olish bilan tarelkali (likopchali) donadorlagich ishlatish orqali 99,5% li suyuqlanmadan changlanmaydigan donador ammiakli (yoki ohakli-ammiakli) selitralar olishning original yuqori haroratli usuli ham mavjuddir. Jarayonning texnologik sxemasi 2.12-rasmda ko'rsatilgan.

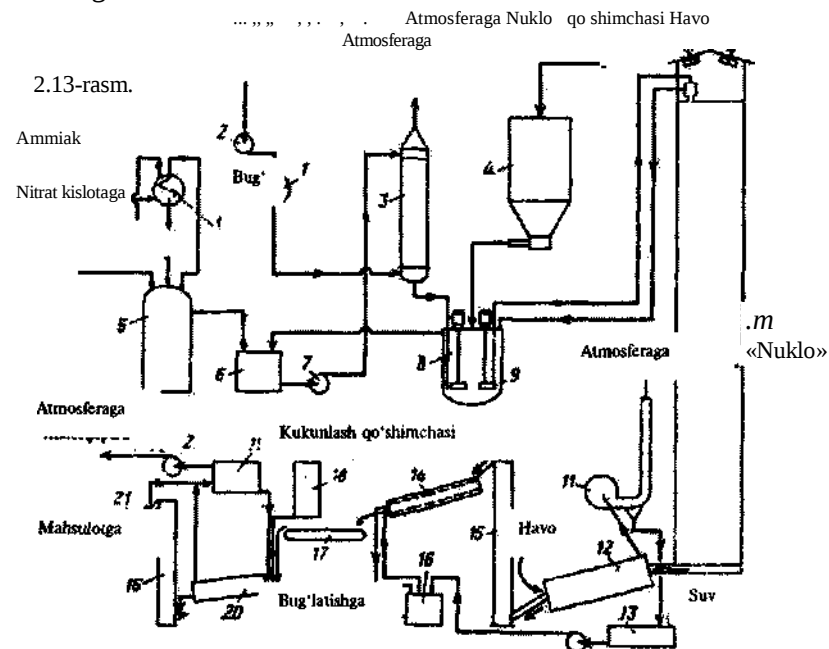


«Norsk-Hydro» firmasi quvati 400 t/sutka bo'lgan tarekali donadorlash qurilmasiga egadir. Eng yirik qurilmani (600 sutka) Gretsiyada «UHDE» firmasi qurgan. «Komnagnie Fransaie de L'azote» fransuz firmasi o'zining korxonalaridan biridagi eski donadorlash minoralari o'rniga quvati 800 t/sutka bo'lgan «Norsk-Hydro» firmasining sxemasini tanlagan.

«Nuklo» qo'shimchali donadorlangan ammiakli selitra olish (AQSH). Bu usulning asosiy xususiyati juda mayda maydalangan (0,04 mm) bentonit tuproqlaridan iborat quruq kukunsimon maxsus «Nuklo» qo'shimchasi ishlatish hisoblanadi. Qo'shimcha 99,85% li ammiakli selitrada uni donadorlash minorasiga kiritishdan oldin qo'shiladi. Ayrim hollarda qo'shimchani bug'latish jihoziga kiritishdan oldin 95% li eritmaga qo'shiladi va uni 0,1-0,2% namlikkacha bug'latiladi.

«Nuklo» qo'shimchasi siklik qizdirish va sovitishda donachalar buzilishini kamaytiradi, shuningdek, donachalar mustahkamligini oshiradi va uni saqlashdagi yopishqoqligini kamaytiradi.

«Nuklo» qo'shimchali donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish uchun qurilmaning prinsipial sxemasi 2.13-rasmda tasvirlangan.



qo'shimchali donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish uchun qurilmaning prinsipial sxemasi: 1 — qizdirgich; 2 — ventilatorlar; 3 — bug'latuvchi jihoz; 4 — bunker; 5 — neytrallagich; 6 — buferli bak; 7 — nasos; 8 — bak-aralashtirgich; 9 — botirma nasos; 10 — donadorlash minorasi; 11, 19 — siklonlar; 12 — sovituvchi baraban; 13 — suvli bak; 14 — elak; 15 — elevatorlar; 16 — yig'gich; 17 — transportyor; 18 — bunker; 20 — kukunlash uchun baraban; 21 — aspirator.

Gaz holatdagi ammiak ($t > 65^{\circ}\text{C}$) neytrallagich (5) ga beriladi, u yerga, shuningdek, $\sim 38^{\circ}\text{C}$ haroratdagi 57% li nitrat kislotaga ham kelib tushadi. Neytrallagichdan 83% li ammiakli selitra eritmasi buferli bak (6) orqali nasos (7) bilan bug'latish jihozi (3) ga uza-tiladi va u yerga suyuqlik quvur ishki devori bo'yicha sizib chiqadigan yupqa plyonka holatda oqib tushadi. Bug'latish jihozining ostki qismidan qizdirgich (1) da 180°C haroratgacha bug' bilan qizdirilgan havo beriladi. Havo sarfi ($\sim 270 \text{ m}^3/\text{t}$ selitra uchun)

6770 m³/s ni tashkil etadi. Bug'latilgan suyuqlanma (99,85% NH₄NO₃) aralashtirgichli bak (8) ka beriladi, u erga avtomatik suratda (yuklamaga bog'liq holda) bunker (4) dan 2% gacha «Nuklo» qo'shimchasi beriladi. Ammiakli selitra suyuqlanmasi aralash-tirgich-bak (8) dan botirma nasos (9) bilan donadorlash minorasi (10) ning to'ldirgich idishiga uzatiladi, undan suyuqlanma 190°C haroratda donadorlash tizimiga tushadi (rasmda tasvirlanmagan).

Donadorlash tizimi o'nta kollektordan iborat bo'ladi. Ularning har biriga 9 tadan sepib beradigan qurilma joylashtirilgan.

Donadorlash minorasida suyuqlanma tomchilari (donachalar) 26 m balandlikdan tushadi. Minora aluminiydan yasalgan va metall kaskadga mahkamlangan bo'ladi. Minora orqali 470 m³/s havo uning yuqori qismidagi to'rtta ventilator orqali so'rilib, atmosferaga chiqib ketadi. 1 tonna mahsulot ishlab chiqarish hisobida ~2,3 kg mahsulot havo bilan yo'qotiladi.

Qaynoq (120°C) donachalar minoraning ostki qismidan tebranuvchi transportyorlar yordamida sovituvchi barabani (12) ga uzatiladi, u orqali sovituvchi havo o'tkaziladi. Sovitgichdan chiqadigan donachalarning harorati ~45°C bo'ladi. Sovitgichdan chiqadigan havo esa siklon (II)da changdan tozalangach, atmosferaga chiqarib yuboriladi. Siklonda yig'ilgan chang bak (13) da suv bilan eritiladi va eritma siklga qaytariladi.

2.4. Karbamid (mochevina)

Olim AI.Bozarov tomonidan 1968-yilda ammiakning karbonat anhidrid bilan o'zaro ta'sirida sodir bo'ladigan qaytar jarayon kashf etilgan:



Natijada ammoniy karbat va uning parchalanishi natijasida karbamid, xalq tili bilan aytilganda mochevina deb ataladigan modda hosil bo'ladi.

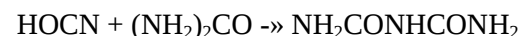
Hozirgi paytda bu jarayondan butun dunyo amaliyotida foydalaniladi.

2.4.1. Karbamidning xossalari

Karbamid - karbonat kislotaning diamid tuzi bo'lib, mochevina deb ham ataladi. U rangsiz, hidsiz kristall modda bo'lib, 25°C dagi zichligi 1330 kg/m³ ga teng, 132,7°C da suyuqlanadi. Texnik mahsulot esa oq yoki sarg'ish rangli ignasimon rombik prizmatik shakldagi kristallardan iboratdir. Suyuqlanish haroratigacha atmosfera bosimida qizdirilganda ammiak gazi ajralib chiqishi bilan parchalanadi. Bu jarayonda dastawal ammoniy sianat hosil bo'ladi, so'ngra sianat kislota va ammiakgacha parchalanadi:



Sianit kislotasi karbamid bilan ta'sirlashib, biuret hosil qiladi:



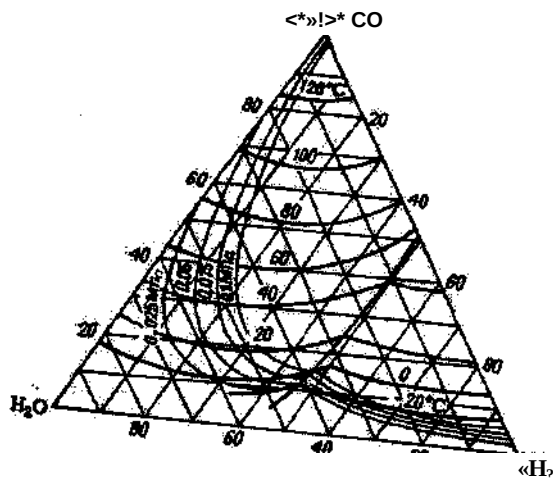
Ammiak ishtirokidagi biuret hosil bo'lishi sekinlashadi, lekin karbamidning o'zaro ta'siridan ham biuretlanish reaksiyasi sodir bo'lishi davom etaveradi:



Ammoniy nitrat qo'shilganda esa karbamid turg'oqlanadi (stabillanadi).

2.14-rasmda (NH^hCO—NH₃—N₂O) sistemasining holat diagrammasi keltirilgan. Karbamid suvda, spirtida va suyuq ammiakda yaxshi eriydi. Uning to'yingan suvli eritmasida 20°C haroratda 51,8%, 60°C da 71,9% va 120°C da 95,0% (NH₂)₂CO bo'ladi.

Karbamid kuchsiz asos xossasiga ega bo'lganligi uchun (25°C haroratdagi dissotsiatsiya konstantasi 1,5·10⁻¹⁴) kislotalar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi. Masalan, karbamid nitrat (NH^hCO'HNC^h suvda oz eriydi, qizdirilganda esa portlash bilan parchalanadi, karbamid fosfat (NJ-^hCO^tTjPC^h esa suvda yaxshi eriydi va to'la dissotsilanadi.



2 14

(gigroskopiklik nuqtasi 20°C da 80% ga teng), portlash xavfi yo'qligida va kam yopishqoqligida namoyon bo'ladi. Bundan tashqari, uning tuproqda yuvilishi sekin kechadi.

Tuproqda karbamid namlik ta'sirida ammoniy karbonatga aylanadi va nordon (kislotali) tuproqni neytrallaydi. So'ngra mikro-organizmlar ta'sirida ammoniy ilni nitratlashadi va tuproqni nordonlashtiradi.

Karbamid tarkibidagi o'simlikka toksik ta'sir etadigan modda biuret hisoblanadi. Ayniqsa, uning suvli eritmasini o'simlikka sepilganda uning tarkibida 0,25% dan ortiq miqdordagi biuret bo'lsa, o'simlik barglari «kuyadi». Tuproqqa to'g'ridan-to'g'ri berilganda esa u zararsizdir.

Karbamid protein qo'shimchasi sifatida uglevodlari ko'p va oqsil miqdori kam bo'lgan chorva yemlariga ham qo'shiladi. U ozuqa yemda 25-30% gacha oqsil o'rmini bosa oladi.

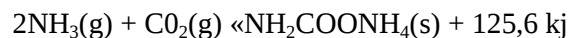
Sanoatda sun'iy smola, plastmassalar, kley, lak, farmasevtik preparatlar, gerbitsitlar tayyorlash va chorvachilikda ozuqalarga qo'shish uchun belgilangan standart bo'yicha A markali yuqori va birinchi kategoriyali donador va kristall shaklidagi karbamid ishlab chiqariladi. Mahsulot sifatidagi karbamid tarkibida belgilangan kategoriyaga mos holda: 46,3% va 46,2% N, 0,6% va 0,9% dan kam miqdorda biuret, 0,2% va 0,3% suv bo'ladi. Chorvashilik ozuqalari tayyorlashda ishlatiladigan karbamid tarkibida esa 3% gacha biuret bo'lishi belgilangan talab darajasiga javob bera oladi.

O'g'it sifatida ishlatiladigan karbamid esa B markada ishlab chiqariladi. Uning tarkibida 46,0% N, 0,9% atrofida biuret va 0,25% gacha namlik bo'ladi. O'g'itning donadorligi esa: 1-4 mm. li donachalar 94% dan kam emas, 1 mm.li donachalar 5% dan ortiq emas. Uni 6 oygacha qopsiz saqlanganda ham yopishib qolmaydi.

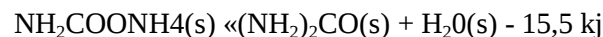
2.4.2. Ammiak va karbonat angidriddan karbamid sintez qilishning fizik-kimyoviy asoslari

Karbamid 150-220°C haroratda va 7-100 Mlla bosimda ammiakka karbonat angidridni ta'sir ettirib olinadi. Bunda awal ammoniy karbamat hosil bo'ladi:

^onning ko'plig^*3, blr »esha afzailik

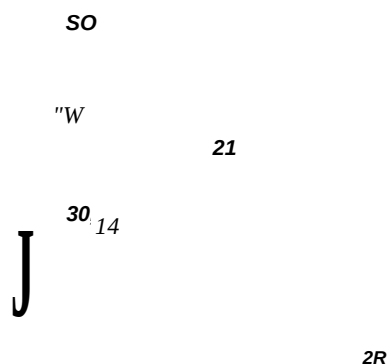


so'ngra suv ajralib chiqib, karbamidga aylanadi:



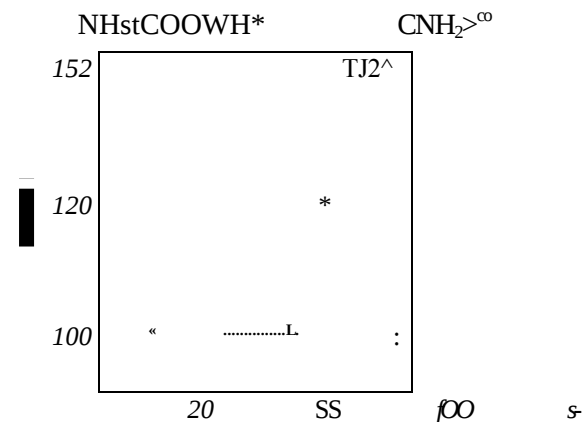
Jarayon ikkita faza chegarasida sodir bo'ladi: gaz holatidagi NH_3 , CO_2 , H_2O va suyuq (suyuqlanma va erigan moddalar) ammiak, ammoniy karbanat, karbamid, ammoniy karbonat tuzlari va suv.

Karbamid, asosan suyuq fazada, ya'ni suyuqlangan ammoniy karbanatdan hosil bo'ladi, chunki qattiq ammoniy karbamat qizdirilganda parchalanishi qiyindir. Ammoniy karbamatni hosil bo'lishi esa bosim oshishiga boqliq bo'ladi. Atmosfera bosimida va yuqori bo'lmagan haroratda ammoniy karbamat hosil bo'lishi juda sekin kechadi. Bosim 10 Mlla va harorat 150°C da esa juda tez sodir bo'ladi. Bunda ammoniy karbamatning karbomidga sintezi ham tezlashadi (2.15-rasm).



2.15-rasm. Ammoniy kaibamatning karbamidga konveisiyasi darajasiga bosimning ta'siri.

Karbamid suyuq fazada hosil bo'lishi sababli, jihoz (apparat) ni to'latish darajasi (to'latish zichligi) qanchalik yuqori bo'lsa, karbamid hosil bo'lishi ham tezlashadi (gaz fazasi kamroq bo'lgani ma'quldir).



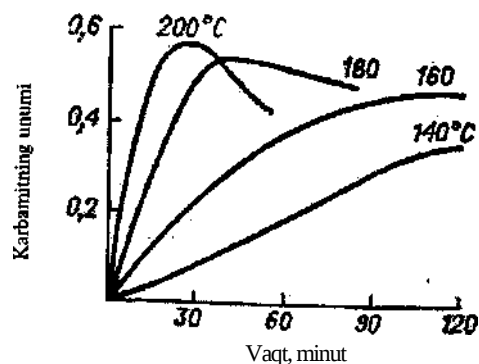
2.16-rasm. Ammoniy karbanat - karbamid sistemasi suyuqlanish diagrammasi.

Karbamid suyuqlangan ammoniy karbamatdan hosil bo'lsa-da, uning suyuqlanish haroratidan quyiroqda bo'ladi ($\text{NH}_2\text{CO}-\text{ONH}_4$ 152°C da suyuqlanadi). Chunki ammoniy karbamatdan ajralib chiqayotgan suv molekulasini uning suyuqlanish haroratini pasaytiradi. Masalan, suyuqlanmada 9,2% suv bo'lsa, $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ning suyuqlanish harorati 140°C ga teng bo'ladi. Suvning miqdori 14,7% ga ortishi bilan suyuqlanish harorati 130°C gacha pasayadi. Buning natijasida suyuq faza hajmi ko'payadi. Suv ta'sirida mahsulot tarkibidagi bir qism ammoniy karbamat ammoniy karbonatga, so'ngra u esa ammoniy bikarbonatga aylanadi. Hosil bo'ladigan karbamid ham ammoniy karbamatning suyuqlanish haroratini pasaytiradi (2.16-rasm). Masalan, 51% $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ va 49% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ dan iborat aralashmaning suyuqlanish (evtetik) nuqtasi 98°C dir.

Karbamidning hosil bo'lishi harorat ko'tarilishi bilan ortib boradi. Harorat 180°C dan yuqorida karbamidning unumi maksimumga erishadi. Qizdirish vaqti ortgan sayin ammoniy karbamatning karbamidga konversiya darajasi pasaya boradi (2.17-rasm).

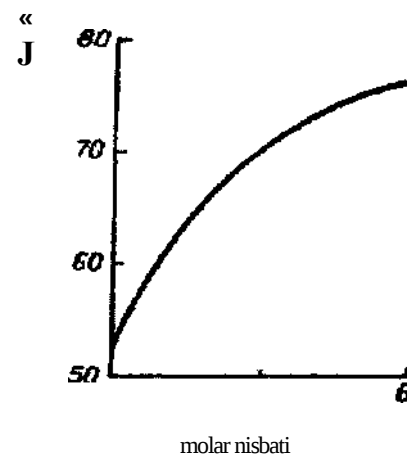
Chunki harorat ko'tarilgach, konversiya darajasi oshishi bilan birgalikda karbamidning NH_3 va CO_2 ga parchalanish jarayoni

ham sodir bo'ladi va bunda boshqa qo'shimcha jarayonlarni ham borishini kuzatish mumkin.



2.17-rasm. Ammoniy kaibamatdan kaibamid ishlab chiqarish unumining haroratga boqliqlidagi vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Jarayonda SO_2 ning ortiqcha miqdori karbamid unumining ortishiga deyarli ta'sir etmaydi. Odatda, karbamid ishlab chiqarishda ammiak sintezi jarayonlarida to'planadigan karbonat angidrid xom ashyo sifatida ishlatiladi. Bu xomashyo tarkibidagi N_2 , SO , N_2 , O_2 va boshqa qo'shimchalar karbamid unumiga salbiy ta'sir etadi. Gazlar aralashmasi tarkibidagi SO_2 ning miqdori 98-99% dan 85-86% gacha pasayganda konversiya darajasi 65% dan 45% gacha pasayadi. Karbamid sintezi uchun ishlatiladigan gazlar aralashmasida ammiak miqdorining ortib borishi karbamidning unumiga ijobiy ta'sir etadi (2.18-rasm). Ammiak miqdorining belgilangan stexiometrik me'yordan ortiqcha bo'lishi reaksiya jarayonida hosil bo'ladigan suvni biriktirib, reaksiya muvozanatni ammoniy karbamatdan karbamid hosil bo'lishi tomonga siljishini ta'minlaydi va qo'shimcha moddalar hosil bo'lishini, shuningdek, jihozlar korroziyasini kamaytiradi. Bu holda ortiqcha ammiakni siklga qaytarish yoki boshqa maqsadlarda, ya'ni ammoniy nitrat ishlab chiqarishga yuborish rejalashtiriladi (bunda 1 t karbamid ishlab chiqarishdagi ortiqcha ammiakdan 5-8 t ammoniy nitrat olish mumkin).



2.18-rasm. Ammiak ortiqcha miqdorining karbamidning muvozanat unumiga ta'siri (o'rtacha 185-195°C, 18,5-32 Mlla va to'ldirish zichligi 0,7 g/sm³ uchun).

2.4.3. Karbamid ishlab chiqarish usullari

Karbamid sintezi natijasida suv, karbamid, ammoniy karbamat va ammoniy karbonatlari suyuqlanmasi va ortiqcha ammiak hosil bo'ladi. Ammoniy karbamat va karbonatlarini termik parchalash hamda ammiak va karbonat angidridni ajratish uchun suyuqlanma distillatsiya qilinadi. Olingan karbamidning suvli eritmasi qattiq mahsulotga aylantiriladi.

Ammiak va karbonat angidridning karbamidga o'tishi muvofiq ravishda 50% va 70% dan oshmaydi. Shuning uchun karbamid ishlab chiqarish faqatgina sintez sharoitlari (harorat, bosim, $\text{NH}_3:\text{SO}_2$ nisbati) bilangina farqlanmay, balki suyuqlanma distillatsiyasi gazlari bo'lmish ammiak va karbonat angidridni tutib qolish va ishlatish usullari bilan ham farqlanadi.

Yuqori quvatli ammiakli selitra ishlab chiqarish bilan uyg'unlashgan kichik karbamid ishlab chiqarish korxonalarida distillatsiya gazlari karbamid sintezi jarayoniga qaytarilmagan holda yopiq (tutashgan) sxemada ishlaydi. Bunday holda distillatsiya jarayoni bir bosqichda o'tkaziladi va gazlar aralashmasidagi ammiakning barcha qismi nitrat kislotasi bilan absorbsiyalanadi.

Hozirgi zamon yuqori quvatli takomillashgan karbamid ishlab chiqarish korxonalari yopiq (tutashgan) sxemada ishlaydi va bunda barcha distillatsiya mahsulotlari karbamid sinteziga qaytariladi. Bunday sxemalarning takomillash agregatlar quvatini oshirish va jarayon energiyasi zaxirasidan unumli foydalanish yo'lidan bormoqda.

Distillatsiya gazlari resirkulatsiyasi (siklga qaytarish) turli usullar bilan amalga oshiriladi: 1) gaz retsikli — distillatsiya mahsulotlari gaz holida qaytariladi; 2) qisman yoki to'la suyuq holdagi retsikl — siklga suyuq ammiak yoki ammoniy karbonat tuzlarining eritmalari (suspensiyalari) qaytariladi.

Ammiak va karbonat angdridni to'g'ridan-to'g'ri siklga qaytarish ancha mushkuldir. Chunki qattiq holatdagi ammoniy karbamat hosil bo'lishini oldini olish maqsadida suyuqlanma yuqori haroratda siqilishi kerak. Buning natijasida kompressorlar kuchli korroziyaga uchraydi. Shuning uchun gazlarni selektiv absorbentlar bilan ajratib olinadi. Absorberda gazlarni karbamid nitrat eritmasi bilan yuvish natijasida ammiak tutib qolinadi. Gazlar aralashmasi tarkibida qolgan SO₂ siklga qaytariladi. Absorbatni desorberda regeneratsiya qilinganda ammiak ajralib chiqadi va siklga qaytariladi. Absorbent sifatida monoetanolin NH₂SN₂SN₂ON ishlatilganda esa distillatsiya gazi tajkibidagi SO₂ tutib qolinadi, ammiakni esa suyuqlantirilib siklga qaytariladi. Absorbyerdan chiqayotgan absorbatni qizdirish natijasida SO₂ ajratib olinadi va siklga qaytariladi. Regenerat esa yana absorberga qaytariladi.

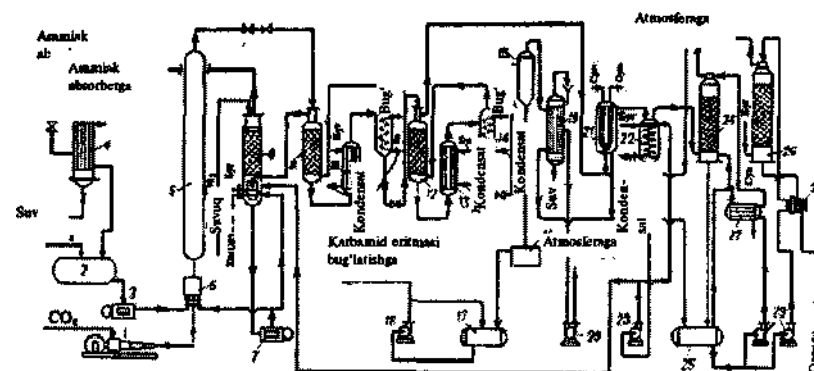
Suyuqlik retsiklli jarayonlar amalda ko'proq tarqalgandir. Bunda distillatsiya gazlari suvga yuttirilib, hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining konsentrlangan eritmasi karbamid sinteziga qaytariladi.

Eng takomillashgan usulda suyuqlanma distillatsiyasi, ya'ni ammoniy karbamatning parchalanishi va ammiakni haydash NH₃ va SO₂ muhitidagi sintez bosimi ostida amalga oshiriladi.

2.4.4. To'la suyuqlik retsiklida karbamid sintezi

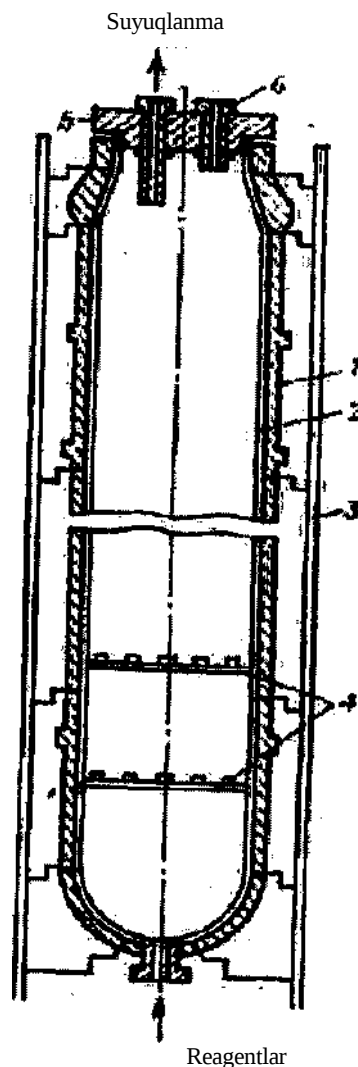
Suyuqlanmani ikki bosqichli distillatsiyasi va suyuqlik retsiklli karbamid sintezi texnologik sxemasining variantlaridan birini ko'rib chiqamiz (2.19-rasm).

Mexanik qo'shimchalar, vodorod sulfid, oltingugurtli organik birikmalardan tozalangan va quritilgan gaz holatidagi karbonat angidrid SO₂ to'rt bosqichli kompressor (1) yordamida ~20 Mlla bosimda va 95-100°C da aralashtirgich (6) ga yuboriladi (agar zarurat bo'lsa, bosqichlardan birida SO₂ vodorod qo'shimchasidan tozalanadi). Aralashtirgichga 20 Mlla bosim ostida plunjerli nasos (3) yordamida suyuq ammiak (t=90°C), plunjerli nasos (7) yordamida ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi (t=90°C) yuboriladi. Bu komponentlarni aralashtirish natijasida 175°C haroratda ammoniy karbamat hosil bo'la boshlaydi. So'ngra reaksion aralashma (molar nisbati - NH₃:SO₂:H₂O= (3,8+4,5): 1:(0,5*0,8) sintez kolonnasi (5) ga yuboriladi. Sintez kolonnasida 185°C harorat va 20 Mlla bosimda ammoniy karbamat hosil bo'lishi va karbamid-gacha parchalanishi amalga oshiriladi.



2.19-rasm. Suyuqlik retsiklida karbamid ishlab chiqarish sxemasi (sintez va suyuqlanish distillatsiyasi). 1 - SO₂ uchun to'rt bosqichli kompressor; 2 - suyuq ammiak tanki; 3 - ammiak uchun plunjerli nasos; 4 - 1-bosqich kondensatori; 5 - sintez kolonnasi; 6 - aralashtirgich; 7 - plunjerli nasos; 8 - yuvuvchi kolonna; 9 - rektifikatsiya kolonnasi (1-bosqich); 11 - 1-bosqich separatori; 12 - rektifikatsiya kolonnasi (2-bosqich); 13 - 2-bosqich isitgichi; 14 - 2-bosqich separatori; 15 - vakuum-bug'latgich; 16 - karbamid eritmasi uchun yig'gich; 17 - moy ajratgich; 18 - markazdan qochma nasos; 19 - kondensator; 20 - vakuum-nasos; 21 - 2-bosqich kondensatori; 22 - rezervuar; 23 - markazdan qochma nasos; 24 - absorber; 25 - ammoniy karbonat tuzlari eritmasi uchun yig'gich; 26 - desorber; 27 - sovitgich; 28 - issiqlik almashtirgich; 29 - markazdan qochma nasoslar.

Karbamid sintezi kolonnasi (2.20-rasm) sferik taglikka ega bo'lgan silindrik jihoz (apparat) dan iborat bo'lib, u uglerodli legirlangan po'latdan tayyorlanadi.



2.20-rasm. Karbamid sintez kolonnasi. 1-korpus; 2 - himoya qatlami; 3 - himoya qatlamining nazorat kollektori; 4 - panjara; 5 - qopqoq; 6 - termopara uchun shtutser.

Suyuqlanma to'qnashadigan ichki qismi xromnikelmolibdenli po'lat X17N16M3T yoki titan qoplama bilan himoyalangan bo'ladi. Ko'p qatlamli yuqori bosim (25-30 Mlla) ga chidamli korpus qismi uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Korroziyaga bardoshli titandan tayyorlangan ichki himoya qismi sintez haroratini 200°C gacha yetkazish imkoniyatini yaratadi. Ichki qatlam holatini nazorat qilish uchun kolonna korpusida teshikchalar bo'lib, u umumiy kollektorga bog'lanadi. Reaksiyaga kirishuvchi massa kolonna ostidagi shtusyerdan kiradi va yuqoridagi yassi qopqoqdagi shtutser tomon astaga siljib boradi. Suyuqlanmani to'laroq aralashtirish uchun kolonnaning quyi qismida panjarali to'siqchalar o'rnatilgan. Quvati (mahsuldorligi) 1250 t/sutka (450 ming t/yil) bo'lgan agregatning o'lchamlari: diametri 2-2,5 m, balandligi 30-35 m (hajmi 160 m³ gacha) bo'ladi.

Kolonnada hosil bo'lgan 30-31% li karbamid, 21-22% li ammoniy karbamat, 33-34% li ortiqcha ammiak va 16-17% suvdan iborat sintez suyuqlanmasi ikki bosqichli distillatsiyaga yuboriladi. Har bir distillatsiya agregatining bosqichi uchta jihozdan iborat: rektifikatsiya kolonnalari, isitgichlar va separatorlar (2.19-rasm). Kolonnadan chiqayotgan karbamid suyuqlanmasining bosimi 20 Mlla dan 1,8-2,0 Mlla gacha pasayadi va distillatsiya agregati 1-bosqich rektifikatsiya kolonnasining yuqorisiga tuchadi. Bu yerda 120-125°C haroratda undan ammiak gaz fazaga o'tadi. So'ngra issiqlik almashtirgich 10 da ammoniy karbamat suyuqlanmasi parchalanishi uchun 158-162°C gacha qizdiriladi. Hosil bo'lgan bug'-gaz aralashmasi separator (11) da ajratiladi. Gaz faza rektifikatsiya kolonnasi (9) ostiga qaytariladi. Suyuq faza esa bosimi 0,25-0,4 Mlla gacha pasaytirilib, distillatsiyaning 2-bosqichiga yuboriladi.

Rektifikatsiya kolonnasi (9) dan chiqadigan gaz faza (75-76% NH₃, 21-22% SO₂ va 3% atrofida H₂O) yuvushi kolonna 8 ostiga yuboriladi. Bu yerda bug' yordamida isitiluvchi isitgich yordamida 92-96°C harorat ushlab turiladi. Bu yerga distillatsiyaning 2-bosqichidan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi yuboriladi. Yuvuvchi kolonnada CO₂ ning asosiy miqdori yuviladi va 38-45% NH₃, 30-37% CO₂, 22-27% H₂O tarkibli kondensat hosil bo'ladi. Bu eritma nasos (7) yordamida siqiladi va 20 Mlla bosimda aralashtirgich (6) ga yuboriladi.

Gaz holatidagi ammiak 45-50°C haroratda kolonna 8 ning to'ldirgichli yuqori qismida SO₂ dan tamomila ajratiladi. U konsentrlangan ammiak (93-96% NH₃) bilan yuvib turiladi va kondensator (4) ga yuboriladi. U yerda siqiladi va tanker (2) orqali siklga qaytariladi.

Kondensatsiyalanmagan gazlar (asosan, N₂, N₂, O₂) absorbsiya sistemasida ammiak gazi qoldig'idan tozalanib, atmosfera bosimigacha pasaytiriladi va atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Distillatsiyaning 2-bosqichiga tushgan eritma 55-61% karbamid, 4-5 % ammoniy karbant, 6-7% ortiqcha ammiak va 28-35% suvdan iborat bo'ladi. Bu bosqichda ham distillatsiya jarayoni xuddi 1-bosqichdagi kabi amalga oshiriladi, ya'ni eritma dastawal rektifikatsiya kolonnasi (12) dan o'tadi. Bunda eritma ammiakning bug'lanishi va ammoniy karbamatning parchalanishi tufayli 110°C ga qadar soviydi. So'ngra u isitgich (13) da 140-142°C gacha isiydi va separator (14) ga tuchadi. Separatorda gaz va suyuq fazalar ajratiladi.

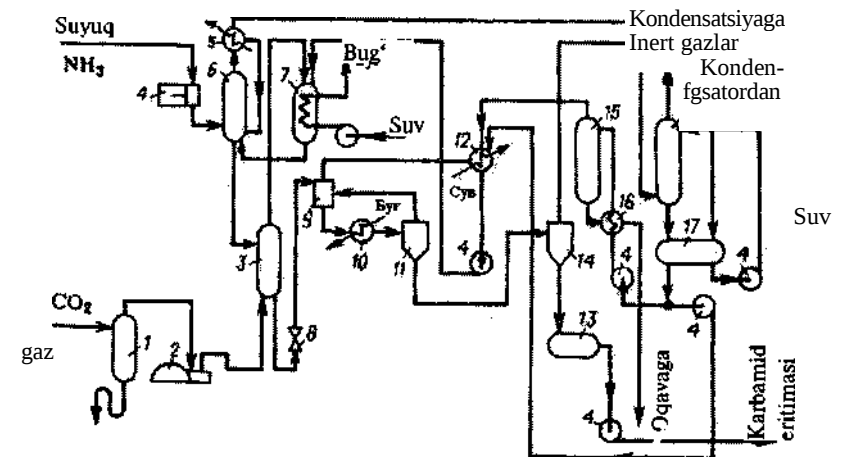
Distillatsiyaning 2-bosqichida ammoniy karbanat parchalanishi hamda ammiak va karbonat anhidrid haydalishi tugallanadi. Bunda qolgan 70-72% karbamid separator (14) dan drosellanadi (bosimi tushiriladi) va vakuum-bug'latgich (15) ga tuchadi. Bu yerda 40 KTIa bosimda va bug'latish natijasida harorat 90°C gacha pasayib, suyuqlanma konsentratsiyasi 74-76% ga yetadi. So'ngra hosil qilingan eritma yig'gich (16) va moy ajratgich (17) orqali o'tib, tayyor mahsulot olish bo'linmasiga yuboriladi.

Rektifikatsiya kolonnasi (12) dan chiqayotgan 55-56% NH₃, 24-25% SO₂ va 20-21% H₂O tarkibli gaz faza kondensator (21) ga yuboriladi. Kondensatorda (40°C) hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining kuchsiz eritmasi (33-50% NH₃, 10-16% SO₂ va 35-55% N₂O) rezervuar (22) orqali nasos (23) yordamida yuvuvchi kolonna (8) ga yuboriladi. Kondensator 21 dan chiqadigan gaz faza va boshqa (tarkibida NH₃ va SO₂ bo'lgan) gazlar absorber (24) ga yuboriladi. Absorberdan esa inert holatidagi gazlar atmosferaga chiqib ketadi. Absorber (24) da hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi issiqlik almashtirgich (28) da 90-95°C gacha isitiladi va desorber (26) ga yuboriladi. Bu yerda 0,3-0,4 MITa bosim va 135-145°C haroratda qizdirilgan bug' yordamida bu

co

birikmani NH₃, SO₂ va H₂O ga to'la ajratiladi. Gaz holatidagi NH₃ va CO₂ suv bug'lari bilan birgalikda kondensatorning 2-bosqichi (21) ga yuboriladi. Qolgan suv esa oqovaga ketadi.

Keltirilgan sxemaning salbiy tomoni shundaki, unda ammoniy karbamatning karbamidga konversiya darajasi unchalik yuqori emas (62-65%), regeneratsiya sistemasi esa murakkab, sintez issiqligidan samarali foydalanish qiyinroqdir. Shuning uchun hozirgi paytda keng miqyosdagi takomillashgan jarayonlar qo'llanila boshlandi. Ularni stripping jarayonlar (inglizcha stripping — haydash, strukturani buzish) deb ataladi. Bu usul jarayonda ta'sirlashmagan NH₃ va SO₂ laming ko'p qismini sintez bosimida haydash va kondensatsiyalashga asoslangan bo'lib, ishlab chiqarish sxemasini qisqartirish, sintez qismga qaytayotgan suvni kamaytirish va kondensatsiya issiqligidan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bu jarayonlarda suyuqlanma distillatsiyasi qarama-qarshi oqimdagi karbonat anhidrid va ammiak bilan amalga oshiriladi. Bu esa suyuqlanma distillatsiyasini pastroq haroratda olib borishga va karbamidning gidrolizlanishiga barham berilishiga olib keladi.



2.21-rasm. Stripping-jarayonda karbamid sintezi va suyuqlanma distillatsiyasining prinsipial sxemasi: 1,11,14 - separatorlar; 2 - kompressor; 3 - issiqlik almashtirgich - distillyator; 4 - nasoslar; 5,7 - yuqori bosimli kondensatorlar; 6 - reaktor; 8 - drossel klapani; 9 - rektifikatsiya kolonnasi; 10 - isitgich; 12 - yuqori bosimli kondensator; 13,17 - idishlar; 15 - desorber; 16 - issiqlik almashtirgich; 18-skrubber.

Stripping-jarayonlar variantlaridan biri Gollandiya firmasining «Stamikarbon» usuli bo'lib, unda karbamid sintezi 13 Mlla bosim va 180-190°C haroratda reaktor - avtoklav (6) da (2.21-rasm) amalga oshirilib, avtoklav 8—10 elakli to'siqlarga ega bo'ladi. Unga suyuq holatdagi ammiak va yuqori bosimli ammoniy karbamatning suv-ammiakli eritmasi kondensatorlar (5) va (7) dan yuboriladi (t — 170°C). Ta'sirlashuvchi aralashma avtoklavdan o'tish vaqtida (45—60 min) muvozanatga 90—95% erishiladi.

Reaktordan chiqayotgan suyuqlanma (13 Mlla da) bug' bilan qizdirilgan (2,5 MITada) SO (unga korroziyaga qarshi havo qo'shiladi) bilan issiqlik almashtirgich — distillator (3) da distillanadi. Distillatordan chiqayotgan gazlar kondensator (7) ga yuboriladi. Bu yerda sintez bosimida ammoniy karbonat tuzlari eritmasining asosiy miqdori va past bosimli (0,35 Mlla) bug' hosil bo'ladi. Ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi sintez kolonnasiga qaytariladi.

Kondensator (7) ga past bosimli kondensator (12) dan nasos yordamida bir qism ammoniy karbamat eritmasi yuboriladi. Sintezning avtotermikligini ca'minlash uchun suv berish yo'li bilan kondensatsiya darajasi 80% atrofida ushlab turiladi. Suyuqlanma issiqlik almashtirgich — distillator (3) dan 0,3-0,4 Mlla gacha drosellanib (pasaytirilib) distillyatsianing 2-bosqichiga yuboriladi. Bu bosqich ham xuddi 1-bosqichdagi kabi ishlaydi.

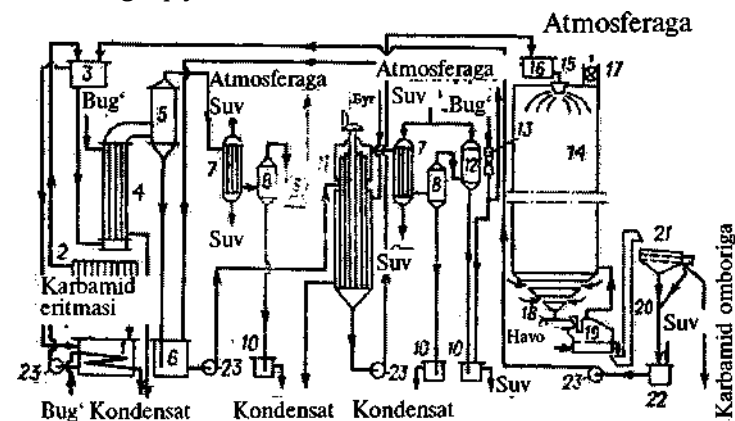
2.4.5. Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish

Karbamid sintezi reaksiyasida 1 mol $(\text{NH}^{\wedge}\text{CO})$ ga 1 mol N_2O , ya'ni 1 kg karbamidga 0,3 kg suv to'g'ri keladi. Bu eritmani vakuum ostida bug'latilib, deyarli suvsiz suyuqlanma hosil qilinadi.

Yig'gich 1 dagi (2.22-rasm) 74-76% li eritma mexanik qo'shimchalardan tozalash uchun filtr-press (2) va bak (3) orqali ikki bosqichli bug'latish jihozlaridan o'tadi. Biuret hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida bug'latish jarayoni minimal harorat va minimal vaqtda yupqa qatlamli (oqimli) bug'latish jihozlarida amalga oshiriladi. Suyuqlanma konsentratsiyasi awal 20—40 Kna bosim va 118-125°C haroratda 92-95% gacha, so'ngra esa 2,5-6,5 KTla bosimda va 135-140°C haroratda 99,5-99,8% ga yetkaziladi.

Birinchi bosqich qizdiruvchi kamera (4) va bug' separatori (5) dan iborat. Ikkinshi bosqich bug'latish jihozi esa rotor (11) turiga ega. Bunda vertikal bug'latish quvurida rotor bo'ladi. U radial joylashgan plastinkalari bo'lgan vertikal o'qdan iborat. Uning aylanishi natijasida bug'lanuvchi eritma yuza bo'ylab yupqa qatlam holida taqsimlanadi.

Karbamid suyuqlanmasi bug'latish jarayonining 2-bosqichidan donadorlash minorasi (14) ustidagi idish (16) ga yuboriladi. U bug' bilan isitib turiladi. Suyuqlanma idishdan donadorlagich (15) ga tuchadi. Sochilayotgan tomchilar qarama-qarshi oqimli havo ta'sirida donadorlanib quriydi. Donachalar 60-70°C dan 40—50°C haroratgacha «qaynovchi qatlam» jihozida sovitiladi. Donachalar o'lchami 1-4 mm. bo'lgan mahsulot minora ishidagi yoki yonma-yon joylashgan ikki elakli elagichda ajratiladi va qoplarga joylanib omborga yuboriladi. O'lchami 1mm.dan kishik va 4 mm.dan katta bo'lgan donachalar (yoki kukun) bak (22) da yig'iladi. Ularni suvda eritilib siklga qaytariladi.



2.22-rasm. Donadorlangan karbamid olish tasviri: 1 — karbamid eritmasi uchun idish (yig'gich); 2 — press-filtr; 3, 16 — baklar; 4 — birinchi bosqich bug'latish jihozining isitish kamerasi; 5 — separator; 6 — bug'langan eritma yig'gichi; 7 — yuza kondensatori; 8 — tomchi tutgich; 9 — vakuum-nasos; 10 — barometrik bak; 11 — ikkinchi bosqich rotor bug'latish jihozi; 12 — barometrik kondensator; 13 — bug' oqimli ejektor; 14 — donadorlash minorasi; 15 — donadorlagich; 17 — ventilator; 18 — lentali transportyor; 19 — donachalarni «qaynovchi qatlam» da sovitgich; 20 — elevator; 22 — chang va yirik donachalarni eritish baki; 23 — markazdan qochma nasos.

«Stamikarbon» stripping-jarayon usuli bo'yicha 1 t karbamid ishlab chiqarish uchun 0,58 t NH₃ (100% li), 0,75 t CO₂ (100 %li), 4,82 GDj bug', 65 m³ sovutuvchi suv va 480 MDj elektroenergiya sarf bo'ladi.

2.5. Ammoniy sulfat

Ammoniy sulfat (NH₄)₂SO₄ - rangsiz kristall modda (zichligi 1769 kg/m³) bo'lib, uning tarkibida 21,21% azot bo'ladi. 350°C dan yuqori haroratda qizilirilganda ammiak va sulfat kislotaga parchalanadi. 100°Cda nordon tuz hosil qilish bilan dissotsiyanlanish boshlanadi; (NH₄)₂SO₄ ustidagi NH₃ ning bosimi 205°C haroratda 0,067 klla ni, 300°C da 6,772 klla ni tashkil etadi. Ammoniy sulfat suvda yaxshi eriydi. U kristallogidratlar hosil qilmaydi va uning eruvchanligi harorat ortishi bilan sezilarli o'zgarmaydi. Ammoniy sulfat gigroskopikligi va yopishqoqligi kam bo'lgan o'g'it hisoblanib, uni ishlatishda qiyinchilik tug'dirmaydi. Kamchiligi — o'g'itning tarkibida azot miqdorining ozligi va fiziologik kislotaning yuqoriUgidadir. Uning qo'llanilishi natijasida tuproqda sulfat kislotasining to'planishi tufayli uni neytrallash uchun davriy ravishda ohaklash zarurati kelib chiqadi.

Sanoatda ammoniy sulfat ishlab chiqarish usulining asosini sulfat kislotasini ammiak bilan neytrallash tashkil etadi. Bu maq-sadda toshko'mirni kokslash jarayonida hosil bo'ladigan gazlar aralashmasidan ajratib olingan ammiak gazi ishlatiladi. Koks gazini ammiak (va shu bilan bir vaqtda piridin asoslari) dan tozalash jarayoni ammoniy sulfat ishlab chiqarish bilan bog'langan. Sintetik ammiakdan esa boshqa turdagi yuqori konsentratsiyali azotli o'g'itlar: ammiakli selitra, karbamid ishlab chiqarishda foydalaniladi. Chet ellarda, qisman ammoniy sulfat, gipsni ammoniy karbonat eritmasi bilan qayta ishlash natijasida konversiyalab ishlab chiqa-riladi. Bundan tashqari, kaprolaktam ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan oqava suvlardan ham ammoniy sulfat ishlab chiqarish usullari ham mavjuddir.

Ammoniy sulfat donadorlangan yoki kristall holatda ishlab chiqarildi va belgilangan Davlat standartlari talablariga javob berishi

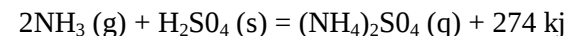
lozim (2.1-jadval). Ammoniy sulfat qog'oz yoki polietilen qoplarda yoki vagonlarda tashiladi.

2.1-jadval

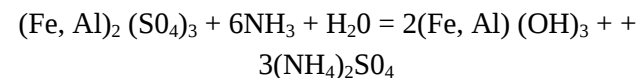
Ko'isatkichlar	Oliy nav	1-Nav
Azot (quruq modda hisobida), kam emas	21	21
Suv, ko'p emas: - donadorlangan mahsulotda - kristall mahsulotda	0,6 0,2	0,3
sulfat kislotasi, ko'p emas - donadorlangan mahsulotda - kristall mahsulotda	0,5 0,03	0,05
Dispersligi, ko'p emas - donadorlangan (1—4 mm) kristall (+0,5 mm)	90 60	Belgilanmagan

2.5.1. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari

Sulfat kislotasini gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



bunda, ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Hosil bo'lgan is-siqlik (saturator jarayonidagi) va tashqaridan gazlar bilan kiradigan issiqlik (saturatorsiz jarayonidagi) birgalikda sistemadagi suvni bug'lanishiga sarf bo'ladi va eritmaning to'yinishi hisobiga kristall holatdagi mahsulot hosil bo'ladi. Qaynoq holdagi reaksiyada o'rta tuz eritmasidan mahsulotni kristallantirishni ta'minlashi muhim ahamiyatga ega. Sulfat kislotasidagi qo'shimchalar, ayniqsa, temir va aluminiy sulfatlari ammoniy sulfatning kristallanishini qiyin-lashtiradi. Kislotani neytrallash paytida kolloid holatda temir va aluminiy gidroksidlari cho'kadi:



Bunda ammoniy sulfat kristallarining o'sishi qiyinlashadi. Shu maqsadda neytrallash jarayonini davriy reaktorlarda bosqichli o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

2.5.2. Koks gazi ammiakidan ammoniy sulfat ishlab chiqarish

Koks gazi tarkibida 6—14 g/m³ gacha ammiak bo'ladi. Uni uch xil: bilvosita, bevosita va yarimbevosita usullar bilan ammoniy sulfatga aylantirilishi mumkin.

Bilvosita usulda koks gazi sovitiladi, bunda undan smola kondensatlanadi va ammiak bilan to'yingan smola ustki suvi hosil bo'ladi. Koks gazi tarkibida qolgan ammiak esa ammiakli skrubberlarda suvga yuttiriladi. Hosil qilingan ammiakli suv va smola ustki suvidan distillatsiya kolonnalarida ammiak ajratib olinadi va uni sulfat kislotasiga yuttiriladi. Bu usulda katta hajmdagi jihozlar va ko'p miqdordagi energiya talab etiladi.

Bilvosita usul bo'yicha ammiak gazining sulfat kislotasi eritmasida yutilishi hisobiga ammoniy sulfat hosil qilish bilan oldindan 68°C gacha sovitilgan va elektrofiltrlarda smoladan tozalangan koks gazini doimiy yuborish orqali amalga oshiriladi.

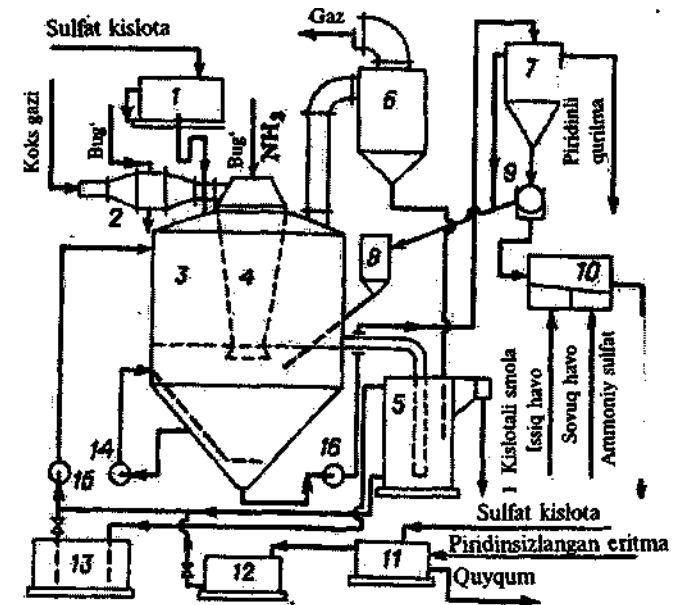
Iqtisodiy jihatdan maqbul va keng tarqalgan usul bu yarimbevosita usuldir. Bunda koks gazidagi smolani kondensatlash uchun 25-30°C gacha sovitiladi. Kondensat ikki qatlamga ajratiladi: quyi qatlamda smola va yuqori qatlamda smola ustki suvi bo'lib, unda gaz tarkibidagi bir qism ammiak erigan bo'ladi. Smola ustki suvini distillatsiya kolonnasida ohakli suv bilan ishlanadi va hosil qilingan ammiak gazi elektrofiltrlarda smoladan tozalangan koks gazi bilan birgalikda sulfat kislotasiga yuttirish uchun yuboriladi.

Koks gazidagi ammiakni yuttirish barbotaj turidagi saturatorlarda (saturatorh usulda) yoki skrubberlarda (saturatorsiz usulda) amalga oshirilishi mumkin. Saturatorli usulda koks gazidagi ammiakning yuttirilishi va ammoniy sulfatning kristallantirilishi birgina jihoz — saturatorda amalga oshiriladi. Bu texnologik rejimni tanlash imkoniyatini chegaralaydi, ya'ni bir vaqtda ikkala jarayon (yuttirish va kristallantirish) uchun bir xil optimal sharoit: ammiakning maksimal yutilishi va ammoniy sulfat kristallarini

ajratib olish uchun yirik kristallar hosil bo'lishini ta'minlovchi parametrlarni belgilashni ko'rsatadi.

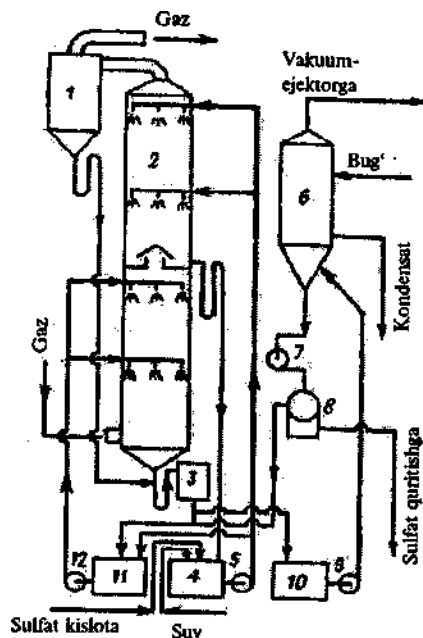
Ko'pgina zavodlarda qo'llanilayotgan saturatorsiz usul bo'yicha yuqoridagi jarayonlar alohida-alohida: ammiakni yuttirish saturatorlarda, ammoniy sulfatni kristallantirish esa kristallizatorlarda amalga oshiriladi.

2.23-rasmda ammoniy sulfat ishlab chiqarishning saturatorli usuliga asoslangan tasvir keltirilgan.



2.23-rasm. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning saturatorli usuli tasviri: 1 — sulfat kislotasi uchun bak; 2 — koks gazi uchun qizdirgich; 3 — saturator; 4 — baibotyor, 5 — aylanuvchi eritma uchun bak; 6 - kislota tutgich; 7 - kristall yig'gich; 8 — eritma yig'gich; 9 — sctrafuga; 10 — «qaynovchi qatlam»li quritgich; 11 — piridinlantirilgan eritma uchun rezervuar; 12 — kislotali eritma uchun yig'gich; 13 - eritma uchun rezervuar; 14,15 — markazdan qochma nasoslar.

2.24-rasmda ammoniy sulfat ishlab chiqarishning vakuum-bug'-latgich bilan saturatorsizli usulga asoslangan tasvir keltirilgan.



2.24-rasm. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning vakuum-bug'latgich bilan satutatsion usulining tasviri: 1 — sachragan tomchi yig'gich; 2 — skrubber; 3 — smola ajratgich; 4,10,11 — yig'gichlar; 6 — bug'latgich jihozi; 8 — sentrifuga.

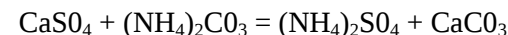
1 t ammoniy sulfat olish uchun: 0,73-0,75 t sulfat kislotasi (100% li), 0,26-0,27 t ammiak (30-35 ming m³ koks gazi tarkibida bo'ladi), 100—108 Mj elektroenergiya, 8 m³ suv va 2,7-6 t bug' sarf bo'ladi.

Texnologik tasvirdagi kristallizator va sentrifuga o'rniga donadoriagichdan foydalanish orqali 40—45% li eritmadan donadorlagan ammoniy sulfat olish imkoniyatlari ham mavjud.

2.5.3. Gipsdan ammoniy sulfat olish

Sulfat kislotasi sarflamasdan, tabiiy gips yoki ekstraktsion fosfat kislotasi ishlab chiqarish chiqindisi - fosfogipsdan ammoniy sulfat olish ham mumkin. Gipsni ammoniy sulfatga konversiyasi 50—

55°C haroratda 32-33% li ammoniy karbonat eritmasi bilan suyuq-Uk usuh deb ataladigan quyidagi reaksiya yordamida amalga oshirilishi mumkin:

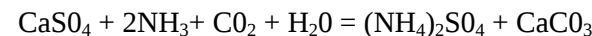


Bu reaksiya kalsiy karbonatning eruvchanligi kalsiy sulfatning eruvchanligidan kanuigi hisobiga amalga oshadi.

CaCO₃ cho'kmasi ajratilgandan so'ng [1 t (NH₄)₂SO₄ hisobiga ~760 kg] 40% li ammoniy sulfat eritmasini bug'latish va kristallantirish orqali qattiq mahsulotga aylantiriladi.

1 tonna ammoniy sulfat olish uchun: 1,13 t gips, 0,74 ammoniy karbonat, 1,4 t bug', 225 m³ suv, 65 kv/soat elektroenergiya, 71,5 kg shartli yoqlig'i sarf bo'ladi.

Gipsdan ammoniy sulfat olishni ammoniy karbonat o'rniga ammiak va karbonat angidrid gazlaridan foydalanish orqali ham amalga oshirilishi mumkin (gazli usul):



Lekin bu usulda hosil bo'ladigan CaCO₃ kristallari mayda, ignasimon bo'lib, uni filtrlashda qiyinchiliklar kelib chiqadi. Shuning uchun konversiya jarayonini uzoq vaqt o'tkazish talab etiladi. Bundan tashqari, reaksiya issiqligini yo'qotish maqsadida reaktor ichiga sovitgich o'rnatish va yutilmagan gazni sulfat kislotasi eritmasidan o'tkazish talab qilinadi.

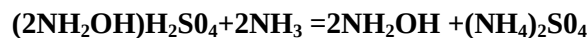
2.5.4. Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sulfat olish

Poliamid — kapron tayyorlash uchun ishlab chiqariladigan kaprolaktam olishdagi tugallanuvchi bosqich benzol va fenoldan

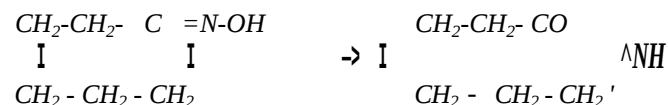


olinadigan oraliq mahsulot — siklogeksanon I I ni gid-
CH₂-CH₂-CH₂

rooksidaminosulfat — (2NH₂OH)'H₂SO₄ bilan oksimirlashdan iborat. Hidrooksidaminosulfatning ortiqcha miqdori ammiak ta'sirida parchalanadi:



hosil bo'lgan siklogeksanoksim suvli eritmada ajratib olinib, konsentriangan sulfat kislota (oleum) da ishlov beriladi. Natijada, kaprolaktamga izomerlanadi:



Izomerlanish jarayoni tugagach, sulfat kislota ammiak bilan neytrallanadi. Laktam moyi va sulfatli aralashma ajratiladi. Oksimirlash va neytrallash natijasida 25-43% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1-3% NH_4NO_3 va 0,1-0,5% organik moddalar eritmasi olinadi. Bu eritmalar esa ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi. Uni bug'latish va kristallantirish orqali ammoniy sulfat olinadi. Toza kristall holatidagi mahsulot (organik moddalar qo'shilmalari rangsiz) to'yinmagan holda sekin kristallantirish orqali olinadi. 34% li bunday eritmada 1 t $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ olish uchun: 2,3-2,5 MDj bug', 24—30 kv't/soat elektroenergiya va 56 m³ suv sarflanadi.

2.6. Suyuq azotli o'g'itlar

Suyuq azotli o'g'itlar sifatida suyultirilgan ammiak, ammiakli suv va ammoniy nitrat, ammoniy karbonat va boshqa komponent-larning suyuq yoki ammiakli suvdagi eritmaları ko'rinishdagi suyuq amminlar (ammiakatlar) ishlatiladi. Shuningdek, ammiaksiz azot bo'lgan suvli eritmali moddalar - ammoniy nitrat, karbamid va boshqalar ham ishlatiladi. Suyuq o'g'itlar olishda ularning kristallanish (muzlash) haroratlarining past bo'lishini, amminlar uchun esa - undagi azotning konsentratsiyasi yuqori bo'lganda eritma ustidagi ammiak bug'larining bosimi kam bo'lishini ta'minlanishi zarurdir. Suyuq azotli o'g'itlar o'simliklarga xuddi qattiq o'g'itlar-dagi kabi o'zlashsa-da, ularni ishlab chiqarish soddaligi va arzonligi bilan qattiq o'g'itlardan ustun turadi. Suyuq azotli o'g'itlarni ishlatish ularni yuklash, tushirish va tuproqqa solish ishlarini to'la mexanizatsiyalash imkonini beradi, bu esa ozuqa moddalarni kam

darajada yo'qotilishiga olib keladi. Ularni tuproqqa solishda qattiq o'g'itlarga nisbatan mehnat 2-3 marta kam sarflanadi. Shu bilan birgalikda suyuq o'g'itlar tuproqda bir tekisda taqsimlanadi. Uchadigan ammiak tutmagan ayrim suyuq o'g'itlar bilan o'simliklarni oziqlantirish uchun ularni samolyotda sepilishi yoki traktor mexanizmlari bilan purkalishi mumkin.

Suyuq ammiak va ammiakli suvning to'g'ridan-to'g'ri suyuq azotli o'g'it sifatida ishlatilishi azotli ishlab chiqarish korxonalarini «qisqartirilgan» sxema bo'yicha — ammiakni nitrat kislota va ammoniy nitratga yoki karbamidga aylantirish sexlarisiz tezkorlik bilan qurish imkoniyatini yaratadi. Bunda energetik, transport va ombor xo'jaligi, yordamchi xizmatlar va uy-joy bo'yicha qurilish ishlarining hajmi qisqaradi.

Ishlatish xarajatlari ham anchagina kamayadi, xususan, o'g'it arzonlashadi, chunki ammiakda azot birligining tannarxi eng arzon qattiq o'g'it — ammiakli selitrage nisbatan taxminan 35% ga kamdir. Bundan tashqari, suyuq o'g'itlarda qattiq o'g'itlardagi yopishqoqlik, segreysiya va boshqalar kabi yomon xususiyatlar bo'lmaydi.

Yutuqlari bilan bir qatorda, suyuq o'g'itlarni ishlab chiqarish va ishlatishda ma'lum qiyinchilik va kamchiliklar mavjuddir. Suyuq o'g'itlar—tuzlarning suvli eritmalaridir, ularning yuqori konsentratsiyali eritmaları past haroratda tuzlar to'yinishi, kristallanishi mumkin. Nisbatan past konsentratsiyali eritmaları ishlatish esa ko'p miqdordagi erituvchi — suvni tashish lozimligiga olib keladi. Suyuq o'g'itlarni saqlash uchun katta hajmdagi rezervuarlar talab etiladi, chunki ular nisbatan qisqa vaqt mobaynida ishlab chiqariladi va ishlatiladi. Suyuq o'g'itlarning ishlatilishi iste'molchi yaqinidagi hududlarda taqsimlash markazlarini, tuproqqa o'g'it solish maxsus jihozlarini, shuningdek (temir yo'l va avtomobil), sisternalar parkini tashkil etish uchun kapital mablag'lar talab etadi; o'g'it sifatida suvsiz ammiak ishlatilishida yuqori bosimga mo'l-jallangan maxsus jihozlar talab etiladi.

Ayrim suyuq o'g'itlarning muhim kamchiligi ularning korroziyalash ta'sirining mavjudligidir. Bunday xususiyatli o'g'itlarga qora metallarga ta'siri bo'yicha yuqori korroziyalovchi xossaga ega bo'lgan ammoniy nitrat ammiakatlarining eritmaları kiradi. Ammoniy nitrat va kalsiy nitrat ammiakatlar aralashmasining eritmasi

nisbatan kam agressivdir. Korroziya o'g'itlarni ishlab chiqarishda, saqlashda, tashishda va tuproqqa solishda qiyinchiliklar tug'diradi, chunki bular qimmatbaho materiallar (changlamaydigan po'latlar, aluminiy va boshqalar) ishlatilishi bilan boqliqdir.

Suvli ammiakatlar va ayniqsa, suvsiz ammiak — azot yo'qotilishi oldini olish maqsadida tuproqqa 12—15 sm chuqurlikda solishni talab etadi. Ammiakatlar turidagi suyuq o'g'itlarni tuproq ustiga solishga yo'l qo'yib bo'lmaydi, chunki bunda ammiakning ko'p qismi yo'qotiladi. Bundan tashqari, o'simliklarning barglari va tanasi ammiak va ammiakatlar ta'sirida kuyishi mumkin. Shuning uchun suyuq o'g'itlarni solishda maxsus mashinalar ishlatiladi. Ularning rezervuarlari yuqori bosimda ishlay olishi lozim va bosimni nazorat qiladigan va suyuqlikni ta'minlaydigan qurilmalar bilan jihozlangan bo'ladi.

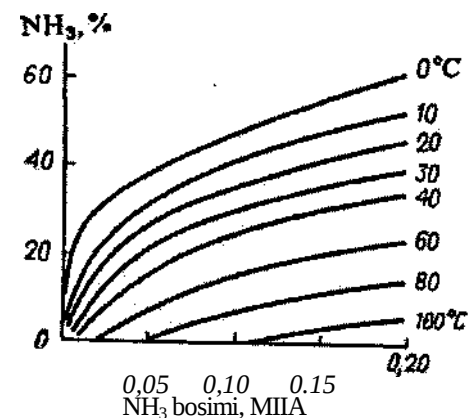
2.6.1. Suyuq azotli o'g'itlarning fizik-kimyoviy xossalari

Suyuq ammiak tarkibida 52,3% N bo'ladi va chet ellarda, ayniqsa, AQSH da keng qo'llaniladigan eng konsentrlangan azotli o'g'it hisoblanadi. Atmosfera bosimida ammiak — 33,3°C haroratda qaynaydi va —77,7°C da muzlaydi. Suyuq ammiak ustidagi bug' bosimi:

Harorat, °C	-30	-10	0	10	20	30	40
Bosim, Nfla	0,119	0,289	0,427	0,612	0,853	1,161	1,546

Suyuq ammiak germetik rezervuarlarda bosim ostida yoki izotermik idishlarda saqlanadi va 2 Mlla gacha bosimga bardoshli po'lat sisternalarda tashiladi, shuningdek, ammiak uzatish quvurlari orqali yetkazib beriladi. Belgilangan Davlat standartlariga binoan, suyuq ammiak uch xil markada: A — ishlab chiqarish ehtiyoji uchun; Ak — eksport qishsh uchun va ammiak quvurlari orqali yetkazib berish uchun; B — o'g'itga qayta ishlash uchun va qishloq xo'jaligida azotli o'g'it sifatida foydalanish uchun ishlab chiqariladi. Uning tarkibida markasiga muvofiq ravishda: 99,96, 99,6 va 99,6% dan kam bo'lmagan NH_3 ; 0,04, 0,2-0,4 va 0,2-0,4% dan ko'p bo'lmagan suv (bug'latilif^{mi} dan keyingi ooLiiq). 2,2 va 8 mg/1 moy, 1,1 va 2 mg/1 temir bo'lism Kerak.

Ammiak suvda juda yaxshi eriydi: 0°C harorat va NH_3 ning parsial bosimi atmosfera bosimiga teng bo'lganda 1 hajm suvda 1176 hajm (n.sh. da), 20°C da esa - 702 hajm ammiak eriydi. Atmosfera bosimida ammiakli suvdagi ammiakning miqdori 0°C haroratda 46,7% ga, 50°C da esa 18,6% ga teng. Ammiakning suvda eruvchanligi, uning eritmasi ustidagi bosim va harorat bilan bog'liqligi 2.25-rasmda tasvirlangan.



2.25-rasm. Ammiakning suvda eruvchanlik izotermolari.

Texnik ammiakli suv Davlat standartlariga muvofiq ikki xil markada: A (oliy va birinchi nav) ishlab chiqarish maqsadlari va erkin savdo uchun hamda B - qishloq xo'jaligi uchun ishlab chiqariladi. A marka uchun NH_3 ning eritmadagi ulushi (25% dan kam emas) va uchmaydigan qoldiq miqdori (0,07 va 0,2% dan ko'p emas) me'yorlangandir; B markali mahsulot uchun - NH_3 miqdori 25% dan kam emas (yozgi davrlarda - 22% dan kam emas), SO_2 8 g/1 dan ko'p emas va mis 10 mg/1 dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Ammiakli suv ustidagi bug' bosimi nisbatan kam (masalan, 25% NH_3 va 20°C dagi umumiy bosim ~0,045 Mlla) bo'lganligi tufayli uni yopiq po'lat sisternalarda yoki 0,15-0,2 Mlla bosimga mo'ljallangan sisternalarda saqlanadi va tashiladi. 25% li ammiakli suvning 20°C haroratdagi zichligi 907 kg/m³ ga tengdir. 25% li

eritmaning muzlash harorati -56°C ga, 22% li eritma uchun esa -33°C ga teng.

Ishchi xonalar havosida ammiakning belgilangan me'yordan ortiqcha bo'lishi yuqori nafas olish. yo'llari va ko'zning shilliq pardalarini zararlaydi. Hidini sezish chegarasi 37 mg/m^3 ga teng. Ishlab chiqarish xonalari atmosferasidagi yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan konsentratsiyasi -20 mg/m^3 ga teng. Tarkibida 15-28% (hajmiy) NH_3 bo'lgan ammiakning havo bilan aralashmasi yong'in uchun xavflidir. Suyuq ammiak teriga sachraganda kuydiradi va tuzalishi qiyin yara hosil qiladi.

Qattiq amminlar (ammiakatlar) — ayrim-qattiq tuzlarni (yoki ular suvli eritmalarini) suyuq yoki gaz holatidagi ammiak bilan ta'sirlashishidan hosil bo'ladigan kompleks kristall birikmalar ko'rinishida bo'ladi. Ulardagi azot uch atom vodorod bilan boqlan-gandir (NH_3). Bu birikmalar amminokomplekslar deyiladi, amino-birikmalar (amidlar) dan farqli ravishda, ulardagi azot aminogruppa NH_2^+ tarzida bo'ladi. Ammoniy nitrat asosida olingan ammiakatlar tarkibi $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot n\text{NH}_3$ formulaga muvofiq keladi; kalsiy va ammoniy nitratlari asosidagi ammiakatlar $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot n\text{NH}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ tarkibga egadir. Qattiq ammoniy nitrat — 15 dan 25°C gacha haroratda gaz holatdagi ammiakni shiddatli biriktiradi va suyuq holatga o'tadi — Dayvers suyuqhg'i deb ataladigan suyuq-likni hosil qiladi. — 10°C haroratda uning tarkibi $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{NH}_3$ formulaga javob beradi. Haroratning ko'tarilishi bilan ammiakning ajralishi kuzatiladi va 28°C haroratda qattiq tuz NH_4NO_3 hosil bo'ladi, u osonlik bilan ammiakni yo'qotadi. O'g'it sifatida ishlatiladigan suyuq ammiakatlar — NH_4NO_3 , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ laming ammiakli suvdagi eritmaları — ochiq rangli eritmalar ko'rinishida bo'lib, zichligi ular tarkibiga bog'liq holda $900\text{--}1250\text{ kg/m}^3$ chegarasida bo'ladi. Ammiakatlar ustidagi bug' bosimi suyuq ammiakdagiga nisbatan anchagina past bo'ladi. Tarkibidan NH_3 va nitratlardan tashqari ammoniy kar-bonatlari bo'lgan eritmalar karboammiakatlar deyiladi. Ammia-katlarning kristallanish harorati — ular tarkibidagi ammiak miq-dorining ortishi va suv miqdorining kamayishi bilan pasayadi.

Keyingi paytlarda karbamid va ammiakli selitranning suvli eritmaları (KAS eritmaları) hammasidan ham ko'proq ishlatilmoqda.

Unga korroziya ingibitori sifatida hammasi bo'lib 0,5% NH_3 va 0,2% P_2O_5 ammoniy fosfatlari tarzida qo'shiladi. Ular tarkibida 28, 30, 32 va 34% umumiy azot bo'lgan mahsulot sifatida ishlab chiqariladi. Masalan, KAS-28 tarkibida 30,0% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ va 40,1% NH_4NO_3 bo'lib, $15,6^{\circ}\text{C}$ dagi zichligi 1283 kg/m^3 ga teng va -18°C haroratda kristallanishi boshlanadi. KAS-32 tarkibida 36,4% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ va 43,3% NH_4NO_3 bo'lib, uning zichligi 1327 kg/m^3 ga va kristallanish harorati -2°C ga tengdir. Yong'in uchun xavfsiz bo'lishi uchun KAS eritmalaridagi NH_4NO_3 miqdorini 45% dan oshirilmassligi kerak.

KAS eritmalarining amminlar eritmaları va suyuq ammiakdan afzalligi shundaki, ular tarkibida oz miqdordagi uchuvchan ammiak bo'lganligi uchun azotning yo'qotilishi kuzatilmaydi. Shu tufayli ularni yuqori bosimga mo'ljallanmagan va arzon uglerodli po'latlardan tayyorlangan po'lat rezervuar va sisternalarda saqlash va tashish, ancha sodda usullarda tuproqqa solish mumkin.

Nisbatan yuqori kristallanish haroratiga ega bo'lgan suyuq o'g'itlar mavsumiy hisoblanadi (ular 1-martdan 1-noyabrgacha ishlatiladi).

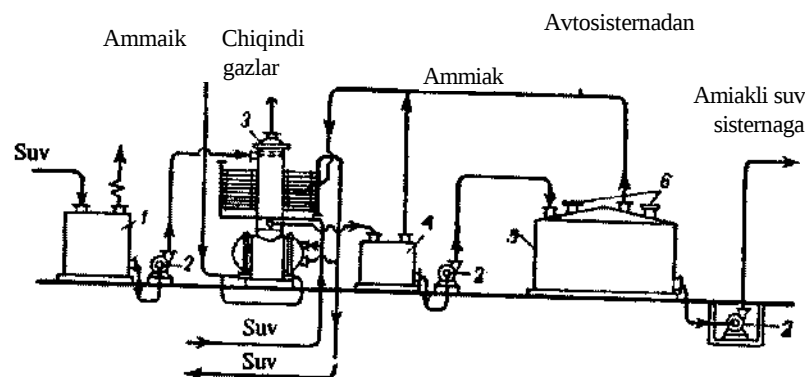
2.6.2. Suyuq azotli o'g'itlar ishlab chiqarish

2.26-rasmda gaz holatdagi ammiakdan ammiakli suv olish sxemasi tasvirlangan. Gaz holatdagi ammiak ortiqcha 0,2 Mlla bosimda ammiak sintezi sexidan yoki suyuq ammiak saqlagichidan yuboriladi. Shuningdek, sisternalarga suyuq ammiak to'ldirishda ajraladigan gaz holatdagi ammiakdan ham foydalanilishi mumkin. Ammiak tarelkali minoraga qalpoqcha orqali kiradi. Minoraning ostki qismi quvurli issiqlik almashtirgich ko'rinishiga ega; undan ammiakning erishi natijasida ajraladigan issiqlikning anchagina qismi chiqarib yuboriladi. Issiqlik almashtirgich quvurlari orqali sovutuvchi suv yuradi, quvurlar orasidagi bo'shliqda ammiakning suvli eritmasi sirkulatsiyalanadi, uning qatlamlari orasidan gaz holatdagi ammiak barbotajlanadi. Ammiakning toia yutilishi minoraning yuqori qismidagi qalpoqli tarelkalarda amalga oshadi. Minoraga qattqlik tuzlarining o'tirib qolishini oldini olish maqsadida kimyoviy tozalangan suv beriladi. Ammiakli suv nasos yordamida ombor (5) ga yuboriladi.

Ammiak eritmasini saqlashda o'rab tunivchi havo issiqligi va quyosh radiatsiyasi ta'sirida undan ma'lum miqdordagi ammiak ajralib chiqadi, uni minora (3) da absorbsiyalashga qaytariladi.

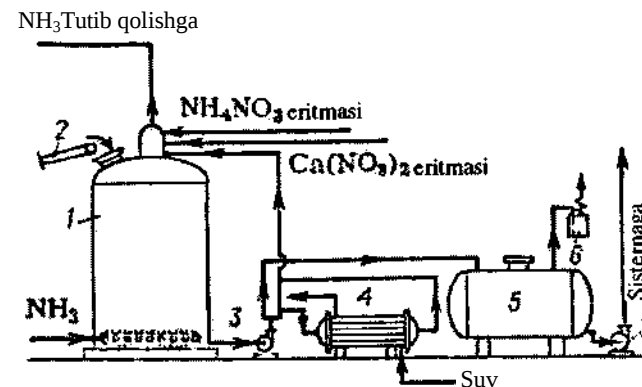
1 t NH_3 ni ammiakli suv tarzida ishlab chiqarish uchun 3 m^3 kimyoviy tozalangan suv, 200 m^3 aylanuvchi suv va $28,8 \text{ Mj}$ elektroenergiya talab etiladi.

2.27-rasmda ammiakatlar ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi tasvirlangan. Asosiy jihozlari — suyuq o'g'itlar tayyorlanadigan reaktor (1) va tayyorlanadigan eritma u orqali sirkulatsiyaladigan suvli sovitgich (4) dan iborat. Suvli sovitgichda o'g'it komponentlari eritilishidan hosil bo'ladigan issiqlik ajratib olinadi va eritma harorati $20\text{--}25^\circ\text{C}$ darajasida ushlab turiladi.



2.26-rasm. Ammiakli suv olish sxemasi: 1,4 — yig'gichlar; 2 — markazdan qochma nasoslar; 3 — minora; 5 — ombor; 6 — saqlash klapanlari.

Ammoniy nitrat asosidagi ammiakat tayyorlash uchun reaktorga dastlab belgilangan tarkibdagi ammiakat olish uchun qancha suv talab etilsa, shuncha suv to'ldiriladi va u orqali $10\text{--}15\%$ li ammiakli suv hosil bo'lguncha ammiak gazi o'tkaziladi. Yutilmagan ammiak skrubberda tutib qolinadi. Sirkulatsiyali ammiakli suvga muntazam ravishda NIF jihozidan keladigan ammoniy nitratning qaynoq $75\text{--}85\%$ li eritmasi qo'shiladi. Belgilangan tarkibdagi eritma hosil bo'lgach, uni ombor (5) ga uzatiladi.



2.27-rasm. Ammiakatlar ishlab chiqarish sxemasi: 1 — reaktor; 2 — qattiq tuz kiritish uchun transportyor; 3 — markazdan qochma nasoslar; 4 — sovitgich; 5 — ombor; 6 - gidrozatvor.

Ammoniyli va kalsiyli selitralar asosidagi ammiakatlar olish uchun reaktorga ammoniy nitrat bilan bir vaqtda $75\text{--}80\%$ li kalsiy nitrat eritmasi yoki kristall mahsulot kiritiladi. Xuddi shunday tarzda karbamid bo'lgan suyuq o'g'itlar tayyorlanadi. Tarkibida karbamid va ammoniy karbonat bo'lgan karboammiakatlar karbamid ishlab chiqarish siklidan to'g'ridan-to'g'ri olinadi. Eritma tarkibida $19\text{--}28\%$ $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $20\text{--}25\%$ NH_3 , $7\text{--}12\%$ CO_2 bo'lishi kerak; undagi azotning umumiy miqdori 29% dan kam bo'lmaydi. Qattiq fazaning ajralish harorati 10°C ni tashkil etadi. Ammiakatlar ishlab chiqarish uchun jihozlar zanglamaydigan po'latdan, alumi-nidan yoki plastik massadan tayyorlanishi kerak.

KAS eritmalari — boshlang'ich komponentlarning turlari farqlanadigan turli xil usullarda: 1) donadorlangan karbamid va ammoniy nitratdan; 2) suyuq oraliq mahsulotlar (suyuqlanmalar) dan; 3) integral sxema bo'yicha — karbamid suyuqlanmasidan va nitrat kislotani karbamid sintezida ta'sirlashmagan ammiak bilan neytrallanishidan hosil qilingan ammoniy nitrat suyuqlanmasidan olinadi.

Birinchi usul uncha katta bo'lmagan masshtabda qo'llaniladi, chunki boshlang'ich donador mahsulotlar tannarxi KAS eritmasidagi azotning tannarxini oshirib yuboradi. Ikkinchi usul turli

variantlarda amalga oshiriladi; u yetarlicha keng tarqalgan. Masa-lan, karbamid sexidan olinadigan 117°C haroratdagi (NF^hCO ning 70% li eritmasi va ammiakli selitra sexidan olinadigan 130-145°C haroratdagi NH₄NO₃ ning 82—91% li eritmasi nasadkali quvurda uzluksiz aralashtiriladi. Eritma aralashtirgichdan issiqlik almashtirgichga tuchadi, u yerda 40°C gacha sovitiladi, so'ngra unga koroziya ingibitorlari - gaz holatdagi ammiak va ammoniy fosfatlari eritmasi yoki fosfat kislotasi qo'shiladi.

Uchinchi usulning ustunligi - karbamid suyuqlanmasi ishlab chiqarish qisman (sirkulatsiyasizli jarayongacha) soddalashtirilgan, ammo nitrat kislotani CO₂ gazi ishtirokida ta'sirlashmagan ammiak bilan neytrallash qiyinchiliklar keltirib chiqaradi va donadorlangan ammoniy nitrat ishlab chiqarishdagidan soddaroq bo'lsa-da, maxsus qurilmali inshootlarni talab etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. CnpaBOHHHK a30THHKa. ripOH3BOflCTBO pa36aBJieHHOH H KOHlieHTpHpOBaHHOH a30THOH KHCJIOTbi; ИpOH3BO,CTBO a30THMX yo;o6peHHii. - M.: XHMHH, 1987. — 464-c.
2. npoH3BO#CTBO aMMHawoii cejiHTpw B arperaTax 6ojibinoH eAHHHyHoi MomHocTH / riofl pefl. B.M.OjieBCKoro. - M.: XH-MHH, 1990. - 288-c.
3. Иo3HH M.E. TexHOJioraa MHHepajibH&rx yzjoSpeHM: y*ie6-HHK w% By30B. - JL: XHMHH, 1989. - 219-263-c.
4. KyiepfIBHH B.H., Jie6e^eB B.H. CnHTe3 H npHMeHeHHe Kap6aMina. - JL: XHMHA, 1970. - 448-c.
5. Jla3opHH C.H., CieieHKo E..8. Cyjn>(paT aMMOHfl. - M.: MeTajiJiypHH, 1973. - 288-c.
6. KjieBKe B.A., JieBHH H.A., IleTaeBa JXA., TaureB A.O. Xn^KHe a30THbie yao6peHHfl. - M.: XHMHH, 1973. - 144-c.

III bob. FOSFORLI O'G'TTLAR

3.1. Fosfor va uning kislorodli birikmalari

3.1.1. Fosfor dementi

1 Fosfor elementi, asosan uch xil: rangsiz (oq yoki sariq), bi-nafsha (qizil) va qora rangdagi allotropik shakl o'zgarishlarini namoyon qiladi. Fosforning 11 ta modifikatsiyasi ma'lum bo'lib, qora fosforni e'tiborga olinmasa, ularning tuzilishi kam o'rganilgan. I Ularning ko'pchiligi oq va pushti modifikatsiyalarining uyg'un-lashishidan kelib chiqadi.

Oq fosfor — rangsiz modifikatsiyaning keng tarqalgan shaklidir. U fosfor bug'larini intensiv kondensatsiyalash natijasida hosil qilinadi va uning tarkibida ma'lum miqdordagi oq va yorqin sariq rangdagi oraliq mahsulotlar bo'ladi. Yorug'lik nuri ta'sirida u J qisman qizil modifikatsiyaga aylanadi.

I Oq fosforning ikki xil shakli ma'lumdir: kubsimon singoniyadagi kristallardan iborat bo'lgan a—shaklining zichligi 1,828 g/sm³ bo'lib, 44,1°C da suyuqlanadi; rombik yoki monoklinik singo-j niyadagi kristallardan iborat bo'lgan b—shaklining zichligi 1,88 g/sm³ dir. I

Texnik mahsulot sifatidagi fosfor — 1,83 g/sm³ zichlikka ega bo'lgan kukunsimon moddadir. Uning rangi tarkibidagi qo'shim-chalarning miqdori va xususiyatiga qarab, sariq rangdan qora qo'ng'irgacha bo'lishi mumkin.

f Fosfor suvda deyarli erimaydi (100 g suvda 0,003 g eriydi), etil spirtida, dietli efirida, benzolda va glitserinda oz (100 g da 0,17 g) va suyuq holatdagi ammiakda, sulfid angidridda, uglerod sulfidda {100 g da 880 g) hamda fosforning uch valentli galogenli birik-malarida yaxshi eriydi. Uni uglerodsulfiddagi eritmasidan rombik dodekaedr ko'rinishdagi kristallar holatida ajratib olinishi mumkin.

I Oq fosfor hattoki nam holatida ham havoda osonlik bilan yonib,

sarg'ish-oq alanga hosil qiladi. Hosil bo'lgan oq tutun tarkibida, asosan fosfat angidrid, shuningdek, ma'lum miqdordagi fosforning boshqa oksidlari va fosfat kislotalari bo'ladi. Qizdirish, ishqalanish, qisish kabi ta'sirlar natijasida fosforning o'z-o'zidan alangalanishini oldini olish maqsadida uni suv ostida saqlanadi.

Fosfor o'z nomiga ko'ra qorong'u joyda shulalanadi Uning nomi yunoncha «fos» - yorug'lik, «foros» tashuvchi ma'nosini anglatadi. Fosforestsensiya aynan fosfor bug'lariga xosdir. Oq fosforning 25°C dagi bug' bosimi 0,043 mm.sim.ust. ga teng.

800°C haroratgacha fosfor molekullari to'rt atomli (R4), undan yuqori haroratda esa ikki atomli (R2) bo'ladi.

Oq fosfor kuchli qaytaruvchi bo'lib, u galogenlar, metallar, bir qator kislota va tuzlar eritmalari bilan shiddatli ta'sirlashadi. Oq fosfor qattiq holatda ham, bug' holatida ham kuchli zaharli moddadir. U ayniqsa, nafas olish organlari va terini juda tez shikastlantiradi.

Texnik oq fosforni suyuqlantirilib hosil qilingan suyuq fosfor qizg'ish tovlanuvchi sariq rangga ega bo'ladi. Erimaydigan qo'shimchalarning bo'lishi hisobiga suyuqlik to'q rangga kiradi. Suyuq fosforni suv bilan to'yintirilishi hisobiga uning zichligi kam miqdorda, qovushqoqligi esa sezilarli darajada o'zgaradi. 45—95°C haroratda suv bilan to'yintirilgan suyuq fosforning zichligi (ρ , g/sm³) va qovushqoqligi (n , spz) quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$\rho = 1,782 - 9,0 \cdot 10^{-4} t \quad n = 3,314 - 9,65 \cdot 10^{-2} t - 1,279 \cdot 10^{-3} t^2 - S^{\wedge}NO-H^3$$

Oq fosfor havosiz joyda 270—300°C haroratda qizdirilganda amorf holatdagi qizil fosfora aylanadi. Qizil fosfor olinish usuliga bog'liq holatda 2,0-2,4 g/sm³ zichlikka va 585-600°C suyuqlanish haroratiga ega bo'ladi.

Oq fosfordan farqlangan holda qizil fosfor unchalik aktiv emas. Odatdagi sharoitda havoda yonmaydi va fosforessirlanmaydi; zaharli emas va uglerod sulfidida erimaydi. Lekin texnik mahsulotning turg'unligi kam bo'lganligi va katalizator bo'la oladigan qo'shimchalar (temir, mis va boshqa moddalar) bilan ifloslanganligi sababli

sekin bo'lsa-da, suv bug'lari va havo kislorodi bilan ta'sirlashadi. Bunda uning harorati ortib boradi va jarayon tezlashadi. Shuning uchun ko'p miqdordagi qizil fosfor saqlanish paytida o'z-o'zidan yonishi mumkin.

Juda yuqori (10—15 ming atm) bosimda va 200—300°C haroratda oq fosfor qattiq holatdagi fosforning turg'unligi ortgan va aktivligi kamaygan formasi qora fosfora aylanadi. Yuqoridagi sharoitda qora fosforning zichligi 2,69 g/sm³ bo'lgan rombik tuzilishli kristall modifikatsiyasi hosil bo'ladi. Bosim va haroratning belgilangan chegaradan ortishi natijasida esa zichligi 2,25 g/sm³ bo'lgan amorf holatdagi qora fosfor hosil bo'lishiga olib keladi.

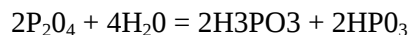
Qora fosfor deyarli suvda erimaydi, havo kislorodi va suv bug'i bilan ta'sirlashmaydi. Uni ochiq havoda saqlash mumkin. U alangada qiyinchilik bilan yondiriladi.

3.1.2. Fosfor oksidlari

Fosfor kislorod bilan aktiv bog'lanadi va bir qator oksidlar hosil qiladi. Bu oksidlardan uchasi: fosfor (IH)-oksid yoki fosfit angidrid (P4O6), fosfor (IV)-oksid yoki difosfor tetraoksid (P2O4) va fosfor (V)-oksid yoki fosfat angidrid (P2O5) ni yaxshi o'rganilgan.

Fosfor (III)-oksid P4O6 — 2,135 g/sm³ zichlikka ega bo'lgan va 22,3°C da suyuqlanadigan qorsimon oq monoklinik kristalldir. P4O6 200°C dan yuqori haroratda parchalanib, qizil fosfor va P2O4 hosil qiladi. P4O6 xona haroratida oksidlanmaydi. U oq fosforni yetarlicha kislorod bo'lmagan sharoitda yondirish yo'li (50 %li unum) bilan yoki 60-100°C gacha qizdirilgan fosfor suyuqlanmasi ustidan havo c'tkazish yo'li bilan olinadi. Fosfit angidrid tarkibidagi reaksiyaga kirishmagan fosfordan haydash yo'li bilan ajratib olish mushkuldir. Ultrabinafsha nurlari ta'sirida oq fosforni qizil modifikatsiyasiga aylantiriladi, undan esa P4O6 ni organik erituvchilar yordamida ajratiladi. Fosfit angidrid sovuq suv bilan ta'sirlashib fosfit kislotasi H3PO3 ni, issiq suv bilan shiddatli ta'sirlashib elementar fosfor, fosfat kislotasi, fosfin PH3 va boshqa mahsulotlarni hosil qiladi.

Fosfor (IV)-oksid P2O4 — qorsimon oq kristalldir. Suv bilan ta'sirlashib fosfit va metafosfat kislotalarini hosil qiladi:



Fosfor (IV)-oksid qizil fosfor bilan P_4O_6 ni yopiq idishda 300—400°C haroratgacha asta-sekinlik bilan qizdirish orqali olinadi. Fosfor (rV)-oksid bug'larini kondensatsiyalanishi natijasida 2,537 g/sm³ zichlikka ega bo'lgan kubsimon tuzilishli kristallari hosil qilinadi. Ular suvda yaxshi eriydi va havoda yaxshi changlanadi.

Fosfor (V)-oksid, to'g'rirog'i P_4O_{10} formulaga egadir. Uning uch xil polimorf modifikatsiyali kristall, amorf, shuningdek, shisha-simon holatlari ma'lumdir.

Fosforni ortiqcha miqdordagi quruq havoda yondirish natijasida fosfor (V)-oksid hosil qilinadi. Bug'larini kondensatsiyalanishidan hosil qilingan texnik fosfor (V)-oksid — tarkibida fosfat kislotalarining amorf zarrachalari, shuningdek, fosforning quyi oksidlari qo'shimchalaridan iborat geksagonal kristallardan ($r=2,87$ g/sm³) tashkil topgan bo'ladi. Kalsiy fosfatdan kremniy (IV)-oksid ishtirokida fosfor (V)-oksidni ajratib olish yuqori vakuum (10-5 mm.sim.ust.) va harorat (1500—1550°C) sharoitida amalga oshiriladi.

Fosfor (V)-oksid o'zining kimyoviy xossalari va sanoatda qo'llanilishi jihatdan fosforning muhim oksidlaridan biri hisoblanadi. Fosfor (V)-oksid o'ta gigroskopik modda bo'lganligi uchun turli xildagi gazlarni quritishda ishlatiladi. U suvda yaxshi eriydi va meta-, piro- va ortofosfat kislotalarni hosil qiladi. Fosfor (V)-oksid hattoki birikmalar tarkibidagi suvni ham tortib olish xossasiga ega. Suvsiz HNO_3 va H_2SO_4 lardan suvni tortib olib N_2O_5 va SO_3 ga aylantiradi. Shuning uchun fosfor (V)-oksiddan organik sintezda suvsizlantiruvchi modda sifatida foydalaniladi.

3.1.3. Fosforning kislородli kislotalari. Fosforning quyi oksikislotalari

Fosfit va fosfat angidridlar suv bilan ta'sirlashib, bir qator: metafosfit HP_2O_2 ($P_2O_3-H_2O$), fosfit $H_3P_3O_3$ ($P_2O_3-3H_2O$), meta-fosfat $HP_3O_3(P_2O_5-H_2O)$, pirofosfat $H_4P_2O_7$ ($P_2O_5-2H_2O$) va ortofosfat H_3PO_4 ($P_2O_5-3H_2O$) kislotalarni hosil qiladi. Fosforning boshqa, masalan, gipofosfit H_3PO_2 , pirofosfit $H_4P_2O_5$, gipofosfat

$H_4P_2O_6$, nadfosfat $H_4P_2O_8$ kabi kislotalari esa fosfor yoki ularning tuzlaridan olinadi. Bundan tashqari, poli, piro- va metakislotalar deb ataladigan turli xildagi fosfor kislotalarining degidratlanish va polimerlanish mahsulotlari ham ma'lumdir. Barcha turdagi fosfor kislotalari ichida ortofosfat kislota (texnikada fosfat kislota deb yuritiladi) va uning degidratlanish (yoki P_2O_5 ning gidratlanish) mahsulotlari: piro-, tripoli- va tetrapolifosfat kislotalar muhim ahamiyat kasb etadi. Ular yuqori oksidlanish darajali kislotalar hisoblanadi.

Quyi oksidlanish darajali fosfor kislotalari fosforning quyi kislородli kislotalari deb ataladi. Ular qizdirilganda parchalanib, yuqori va quyi oksidlanish darajali fosfor birikmalariga aylanadi.

Gipofosfit kislota H_3PO_2 yoki $H(H_2PO_2)$ - bir negzli kuchli kislota bo'lib, H^+ va $H_2PO_2^-$ ionlariga dissotsilanadi. Bu kislota gigroskopik oq kristallardan iborat bo'lib, uning 17,4°C dagi zichligi 1,46 g/sm³ ga teng; 26,5°C da suyuqlanadi; suvda yaxshi eriydi. H_3PO_2 ni 50°C dan yuqori haroratda qizdirilganda parchalana boshlaydi:



Parchalanish mahsulotlarining tarkibida, shuningdek, fosfit kislota, elementar fosfor va boshqalar bo'lishi mumkin. Gipofosfit kislota — kuchli qaytaruvchi va hattoki xona haroratida ham parchalanib vodorod va fosfit kislotaga aylanadi.

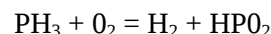
Gipofosfit kislota uning tuzlari — gipofosfitlar (konsentrlangan ishqor eritmalarini fosfor bilan qo'shib qizdirish orqali olingan mahsulot)ga mineral kislotalarni ta'sir ettirib hosil qilinadi.

Fosfit kislota $H_3P_3O_3$ yoki $H_2(HP_3O_3)$ - P_2O_3 ni suv bilan ta'sirlashishi natijasida yoki fosforning nam havoda juda sekin oksidlanishi natijasida, shuningdek, gipofosfit kislota havo kislородi ta'sirida oksidlash natijasida hosil qilinadi. Uning olinishida fosfinni vakuum sharoitida quruq holdagi kislород bilan oksidlanishi va ayniqsa, fosfor (III)-xlорidning gidrolizi muhim ahamiyat kasb etadi. Ko'p miqdordagi reaksiya mahsulotlari (H_3PO_4 va $HC1$) ishtirokidagi PCl_3 ning gidrolizi 80-100°C haroratda 80% ga etadi.

Toza fosfit kislota — rangsiz kristall (21°C dagi zichligi 1,65 g/sm³) bo'lib, havoda tutaydi, 40,1°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi.

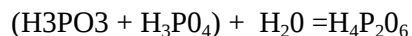
Fosfit kislota qizdirilganda fosfat kislota va uning (PH₃ gacha) qaytarilgan mahsulotlari hosil bo'lishi bilan parchalanadi. Uning oksidlanishi natijasida to'la fosfat kislota aylanadi. Bunda u qaytaruvchi bo'lib, lekin undagi qaytaruvchilik xossasi gipofosfit kislota nisbatan kuchsiz ifodalangan bo'ladi. Fosfit kislota tuzlari — fosfitlar ham qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi.

Metafosfit kislota HPO₂ yoki P₂O₃·H₂O fosfit anhidridga stexiometrik nisbatdagi suv ta'sir ettirish yoki vakuum sharoitida fosfini chala oksidlanishi natijasida mayda kristallar ko'rinishida hosil qilinadi:



Havoda va ayniqsa, namlik ta'sirida, metafosfat kislota xuddi fosfoming boshqa quyi oksikislotalari singari parchalanadi va fosfit hamda fosfat kislotalariga aylanadi.

Gipofosfat kislota H₂P₃ yoki H₄P₂O₆ elementar fosfoming nam havoda sekinlik bilan oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi. Uni fosfit kislota fosfat kislota oksidlanishining orahq jarayon mahsuloti deb tasavur etish mumkin. Shuning uchun uni fosfit va fosfat kislotalarga bir molekula suvning birikish mahsuloti sifatida qaralishi mumkin:



Suvli eritmalarida, ayniqsa, qizdirish natijasida H₄P₂O₆ parchalanib, H₃PO₃ va H₃PO₄ ga aylanadi. Gipofosfat kislota suvsiz va digidrat holatidagi kristallar hosil qiladi. Suvsiz H₄P₂O₆ — oq kristall modda bo'lib, 70°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi. Digidrat H₄P₂O₆·2H₂O esa 62-62,5°C da suyuqlanadi. Qattiq holatdagi gipofosfit kislota xona haroratida sekinlik bilan parchalanib, fosfor kislotalarining aralashmasini hosil qiladi. Uning suvli

eritmaları esa hattoki qizdirilganda va qaynatilganda ham ancha vaqtgacha barqaror bo'ladi. H₄P₂O₆ ning konsentrlangan eritma-larini 30°C dan yuqori haroratda qizdirilgandagina parchalana boshlaydi.

Gipofosfat kislota — to'rt asosli kislota. Uning 25°C dagi dissotsilanish konstantalari quyidagicha bo'ladi:

$$K_1 = 6 \cdot 10^{-3}; K_2 = 1,5 \cdot 10^{-3}; K_3 = 5,4 \cdot 10^{-4}; K_4 = 0,93 \cdot 10^{-10}$$

Gipofosfit kislota tuzlari — gipofosfitlar o'zining kimyoviy tarkibi va xossalriga ko'ra, fosfit va fosfat kislotalarning oraliq tuzlariga mos keladi. Ular fosfit kislota tuzlariga nisbatan qizdirish ta'siriga ancha bardoshm va juda oz miqdorda parchalanadi.

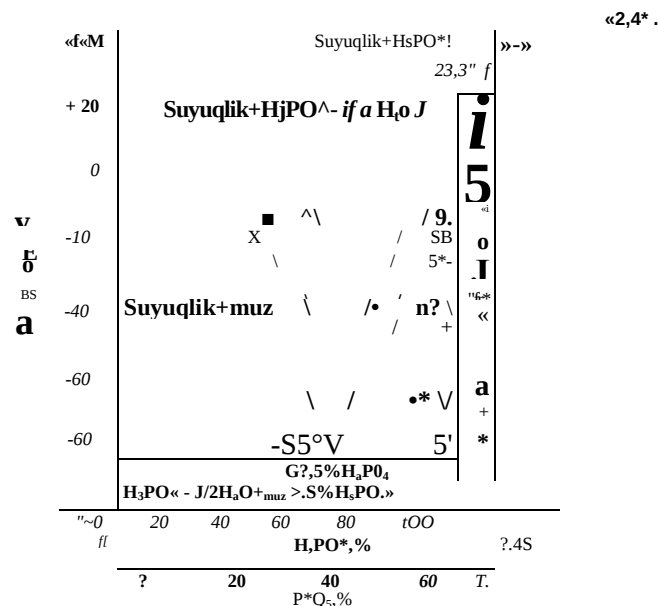
3.1.4. Fosfat kislota va uning birikmalari

Fizik xossalari. Toza holatdagi ortofosfat (yoki soddaroq aytilganda fosfat) kislota rangsiz prizmatik kristall bo'lib, 42,35°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi.

Odatda, uni quyuq, moysimon suyuqlik holatida olinadi, undan sovitish orqali kristall mahsulot ajratib olinadi. Ko'p hollarda kristallanish faqatgina kristallantiruvchi qo'shimcha (zatravka) qo'shilgandagina amalga oshadi. Buni fosfat kislota —121°C gacha qayta sovitish orqali suyuqlikning shishasimon holatga o'tishga va 13°C gacha sovitish orqali 1,88 g/sm³ zichlikka ega bo'lgan moysimon suyuqlikka aylanishga moyilligi orqali izohlanadi.

Ozgina miqdordagi suvning ishtiroki kislota suyuqlanish haroratining pasayishiga olib keladi va uning kristallanishi sekinlashadi. Kristallanish jarayoni 29,32°C da suyuqlanadigan yarimgidratli fosfat kislota H₃PO₄·0,5H₂O hosil bo'lishida tezlashadi.

Fosfat kislota har qanday konsentratsiyadagi suvli eritmamda hosil qiladi. 0,5°C haroratda suvda 78,7% H₃PO₄ eriydi, 29,3°C haroratda esa tarkibida 91,6% H₃PO₄ bo'lgan H₃PO₄·0,5H₂O inkongurent suyuqlanadi (3.1-rasm). H₃PO₄ — H₂O sistemasining holat diagrammasidan ham H₃PO₄ va H₃PO₄·0,5H₂O, shuningdek, kristallogidratdan evtetikalarning hosil bo'lish sharoitini ko'rish mumkin.



3.1-rasm. H₃PO₄ — H₂O sitemasining holat diagrammasi.

Suyuq holatdagi fosfat kislotaning 25°C da 1,8741 g/sm³ zichlikka ega bo'lib, 261°C da qaynaydi. Haroratning ortishi bilan uning qovushqoqligi -263 spzdan (20°C da) 4,7 spzgacha (180°C da) keskin kamayadi.

Fosfat kislota eritmalarining zichligi, qovushqoqligi va boshqa xossalari keng doiradagi konsentratsiya va haroratda aniqlangan va 3.1-3.2-jadvallarda keltirilgan.

Fosfat kislota suvli eritmalarining fizik xossalari

Konsentratsiya, %		25°C dagi zichligi, g/sm ³	Qaynash harorati, °C	17,5°C dagi sindirish ko'rsat- kichi, p	20- 120°C dagi issiqlik sig'imi, kal/g	18°C dagi elektr o'tkazuvchanligi	
H ₃ PO ₄	P ₂ O ₅					nisbiy om ¹ /sm ¹	Ekvi- valent om ¹ /s m ¹
0	0	0,9997	100,0	1,33320	-	-	113
5	3,62	1,0541	100,1	1,33775	0,973	-	-

3.1-jadval

10	7,24	1,0522	100,2	1,34203	0,939	0,0566	17,6
20	14,49	1,1129	100,8	1,35032	0,871	0,1129	16,6
30	21,73	1,1794	101,8	1,35846	0,798	0,1654	15,3
50	36,22	1,3334	108	—	0,656	0,2073	10,2
75	54,32	1,5725	135	—	0,542	0,1209	3,65
85	61,57	1,6850	158	—	0,493	0,0780	1,73
100	72,42	1,8741	261	—	~	—	—
115	83,29	2,044	—	—	**"	—	—

Fosfat kislota eritmalarining qovushqoqligi (spz larda)

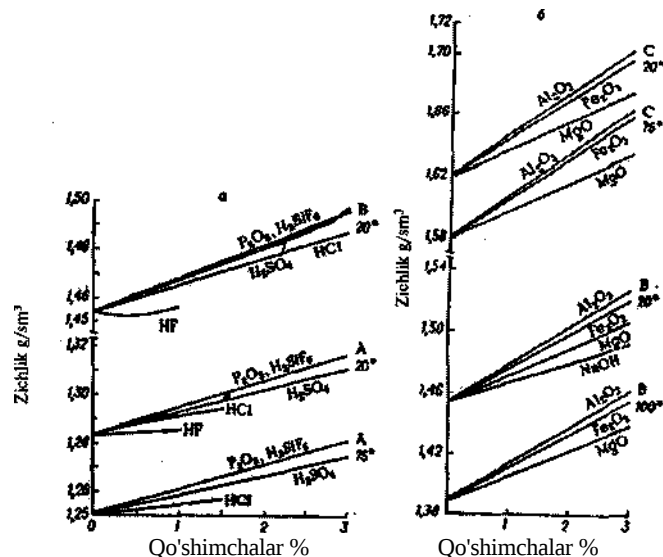
3.2-jadval

Konsentratsiya, %		Harorat, °C							
H ₃ PO ₄	P ₂ O ₅	20	30	40	60	80	100	140	180
0	0	1,0	0,80	0,66	0,47	0,36	0,28	0,19	0,14
5	3,62	1,1	0,91	0,75	0,55	0,42	0,33	0,22	0,15
10	7,24	1,3	1,0	0,87	0,63	0,48	0,38	0,26	0,18
20	14,49	1,8	1,4	1,2	0,86	0,65	0,52	0,34	0,24
30	21,73	2,6	2,0	1,6	1,2	0,91	0,72	0,49	0,37
50	36,22	5,7	4,4	3,4	2,4	1,8	1,4	1,0	0,82
75	54,32	24	16	12	7,4	5,1	3,8	2,4	1,8
85	61,57	47	32	23	13	8,4	5,8	3,5	2,4
100	72,45	263	151	99	46	26	17	8,1	4,7

Fosfat kislota eritmalarining konsentratsiyasi ortishi bilan uning xossalari keskin o'zgaradi — ularning zichligi va qovushqoqligi ortadi va issiqlik sig'imi pasayadi.

Qo'shimcha anionlar ishtirokida fosfat kislota suvli eritmalarining zichligi ortadi (3.2-rasm, a), ammo kislotadagi P₂O₅ miqdorining ekvivalent ortishiga nisbatan sezilarli darajada bo'ladi. Tarkibida 30 va 43% P₂O₅ bo'lgan boshlang'ich kislotaga qo'shimcha 1-3% P₂O₅ kiritilganda, xuddi shunday miqdordagi sulfat kislota qo'shilgandagiga nisbatan eritma zichligining ko'proq ortishiga olib keladi. HC1 yoki HF ishtirokida fosfat kislota erit-masining zichligi sezilarli ortadi. Kislota zichligining sezilarli

darajada o'zgarishi (xuddi qo'shimcha P₂O₅ kiritilgandagi kabi), unga H₂SiF₆ kiritilganda kuzatiladi.



3.2-pacM. Kislotalar (a), oksidlar va ishqorlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalr zichligining o'zgarishi. Boshlang'ich kislota: A-30% P₂O₅ va 2% H₂SO₄; B-43% P₂O₅ va 3% H₂SO₄; C-54% P₂O₅ va 6% H₂SO₄ bo'ladi.

Tarkibida ma'lum miqdorda sulfat kislota bo'lgan fosfat kislota eritmasining zichligi undagi Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, NaOH va KOH kabi qo'shimchalarning ko'payishi bilan ortadi (3.2-rasm, b). Eritma zichligining ortishiga Al₂O₃ va Fe₂O₃ laming ishtiroki sezilarli darajada, ishqoriy metall ionlari esa sezilsiz darajada ta'sir ko'rsatadi. Masalan, fosfat kislota eritmasi (45% P₂O₅)da Fe₂O₃ ning miqdori 3,25% gacha ortishi bilan, eritmaning 20°C dagi zichligi 1,442 dan 1,556 g/sm³ gacha, 70°C da esa - 1,410 dan 1,524 g/sm³ gacha ortadi. Tarkibidagi SO₄²⁻ miqdori (Fe₂O₃ miq-doriga taqqoslanganda) ikki marta oshirilgan fosfat kislota eritmasining zichligi taxminan shunday kattalikka ortadi. Tarkibiga 7 % gacha sulfat-ionining kirishi fosfat kislota eritmasining zichli-gini 20°C da 1,442 dan 1,532 g/sm³ gacha, 70°C da esa - 1,410 dan 1,496 g/sm³ gacha o'zgartiradi.

Tarkibida qo'shimchalari bo'lmagan fosfat kislota eritmalari uchun yetarli aniqlikdagi zichlik qiymatlari quyidagi tenglamalar asosida hisoblanishi mumkin:

- tarkibida 60-83% H₃PO₄ bo'lgan kislotalar uchun:

$$r = (0,7972 + 0,01472x) - (3,3 \cdot 10^{-4} + 8,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (3.1)$$

- tarkibida 85-122% H₃PO₄ bo'lgan kislotalar uchun:

$$r = (0,7102 + 0,01617x) - (11,7 \cdot 10^{-4} - 6,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (3.2)$$

bu yerda, x - kislota konsentratsiyasi, % P₂O₅; t — harorat, °C (t = 25-160°C da).

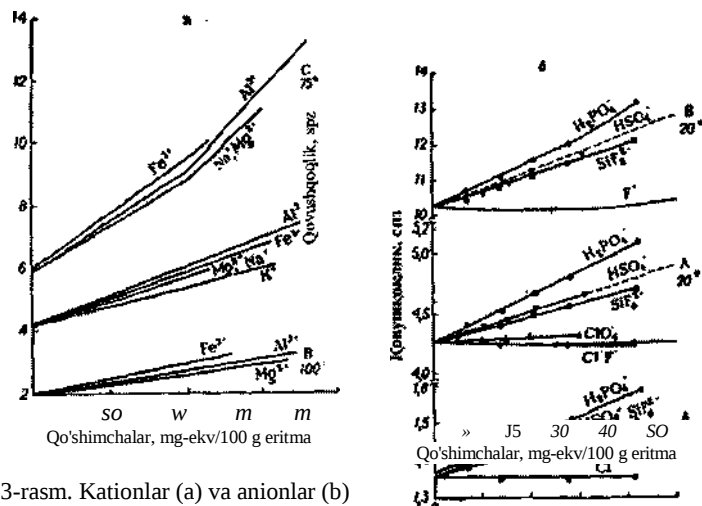
- 11-55% H₃PO₄ bo'lgan kislotalar uchun esa:

$$r = A - V - t \quad (3.3)$$

A va V kattaliklar qiymatlari quyida keltirilgan.

Qo'shimchalar ishtirokida fosfat kislota eritmalarining qovushqoqligi ham kislota qo'shiladigan anion yoki kationning tabiatiga bog'liq holda ortadi (3.3-rasm). Kislota xlor va fluor ionlarining kiritilishi uning qovushqoqligining ortishiga amaliy ta'sir ko'rsatmaydi. Kislota qovushqoqligi H₂PO₄²⁻ ishtirokida birmuncha ko'proq, HSO₄⁻ va SiF₆²⁻ ishtirokida birmuncha kamroq ortadi. Kislota qovushqoqligiga Fe₃⁺, Al₃⁺, Mg₂⁺, Na⁺ ionlarining ta'siri amalda bir xil bo'ladi, ammo kaliy ionlarining ishtirokida yuqoridagi keltirilgan ionlarning ishtirokidagiga nisbatan eritma qovushqoqligining anchagina kam darajada ortishiga olib keladi. Fosfat kislota eritmasi (45% P₂O₅) tarkibida 3,25 % Fe₂O₃ bo'lishi qovushqoqlikning qariyb 2,5 marta, H₂SO₄ ishtirokida esa 1,5 marta ortishiga olib keladi.

H ₃ PO ₄ ...	11,0	13,1	22,9	27,6	55,1
A	1,077	1,085	1,151	1,185	1,333
B-106 ...	509	493	520	578	640



3.3-rasm. Kationlar (a) va anionlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalar qovushqoqligining o'zgarishi. Boshlang'ich kislotada: A — 30% P₂O₅ va 2% H₂SO₄; V - 43% P₂O₅ va 3% H₂SO₄; S - 54% P₂O₅ va 4% H₂SO₄ bo'ladi.

Tarkibida qo'shimchalari bo'lmagan fosfat kislota eritmaları (25-60% P₂O₅) uchun yetarli aniqlikdagi qovushqoqlik qiymatlari quyidagi tenglama asosida hisoblanishi mumkin:

$$h = A + 10B + C \quad (3.4)$$

bu yerda, x — kislota konsentratsiyasi, % P₂O₅; lg A =

0,479-0,107 t

V - - 0,832 - 0,0038 t (t = 20-47°C da);

V = - 1,015 t (t = 47-63°C da);

V = - 1,183 t + 0,00266 t (t = 63-110°C da); S =

0,0450 - 0,000185 t ga teng.

Tarkibida qo'shimchalari bo'lmagan fosfat kislota eritmaları (7-60% P₂O₅) ning bug' bosimi quyidagi Klauzius-Klaypyeron tenglamasi asosida hisoblanishi mumkin:

$$\lg P = \frac{A}{T} + B \quad (3.5)$$

bu tenglamadagi A va V koeffitsiyentlar qiymatlari quyida keltirilgan:

P ₂ O ₅ , %	20	25	30	35	40	45	50
A	2343,5	1987,1	1841,1	2600	2591,4	2453,4	3210,2
B	9,0989	8,0894	7,5166	9,7610	9,6721	9,1226	11,2839

lgP — 1/T yoki P — f(T) o'rtasidagi bog'lanish grafigi bilan absissalar o'qi orasidagi burchak (a) tangensi orqali eritmaning bug'lanish issiqligi quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$DH = -2,3-R-tga \quad (3.6)$$

70

60

» SO « m %f_z%
•360 S

3.4-rasm. Fosfat kislotali eritma bug'lanish issiqligining eritma konsentratsiyasiga

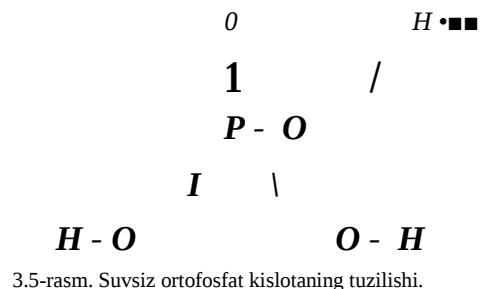
40 bog'Uqligi: 1 - H₃PO₄, H₂O; 2 - H₃PO₄, MgSO₄·7H₂O, H₂O; 3- H₃PO₄, MgSO₄·7H₂O, NH₄NO₃, H₂O

30

Fosfat kislota eritmasining konsentratsiyasining ortishi bilan bug'lanish issiqligi ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda o'zgaradi (3.4-rasm). Xuddi shunday konsentratsiyadagi fosfat kislota eritmasiga MgSC₄·7H₂O qo'shimchasi (uning miqdori ham

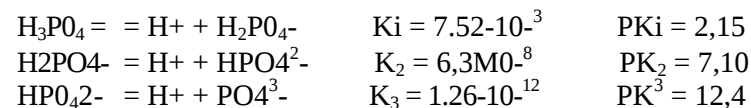
kislota konsentratsiyasi ortishi bilan ekvivalent suratchda ortadi) ning kiritilishi natijasida bug'lanish issiqligining keskin ravishda ortadi. Bu holat eritmaning to'yinishi bilan izohlanishi mumkin. Lekin doimo kislotaldagi qo'shimchalarning tarkibi va miqdorining ortishi bug'lanish issiqligining ortishiga sabab bo'ladi deb tushunish to'g'ri bo'lavermaydi. Masalan, fosfat kislotasining $\text{MgSC}^{\wedge}\text{F}^{\wedge}\text{O}$ qo'shimchasi bilan hosil qilgan eritmaga kislota konsentratsiyasi ortib borishiga muvofiq holda ma'lum miqdordagi ammoniy nitrat NH_4NO_3 kiritilganda, eritma bug'lanish issiqligining ammoniy nitratsiz eritma bug'lanish issiqligiga nisbatan sezilarli darajada pasayishi kuzatiladi. Buni eritmada bo'ladigan kislota va tuz molekulari orasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy ta'sirlashuv jarayonlari orqali izohlash mumkin.

Kimyoviy xossalari. Fosfat kislota va uning kristallogidratlari vodorod bog'lanish orqali bog'langan tetraedrik tuzilishli RO_4 guruhdan tarkib topgan bo'adi (3.5-rasm).



Bu struktura H_3PO_4 konsentrlangan eritmasi qiyomsimon holatining tuzilishini ifodalaydi. Tarkibida 50 % dan H_3PO_4 bo'lgan eritmalarda fosfat anionlari bir-biriga birikishiga nisbatan suv bilan osonlikcha birikadi. Fosfat kislota $350\text{--}450^\circ\text{C}$ dan yuqori haroratda kuchsiz oksidlovchi hisoblanadi, shuningdek, kvars bilan ta'sirlashadi. Suyuqlantirilgan holatda u sezilarli darajadagi elektr o'tkazuvchanligiga ega. Bunda: $2\text{H}_3\text{PO}_4 \leftrightarrow \text{H}_4\text{PO} + \text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ jarayon sodir bo'lishi ehtimoldan holi emas.

Fosfat kislota suvli eritmalarda uch asosli va bosqichli dissotsilanadi:



$0\text{--}60^\circ\text{C}$ haroratda birinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanishi mumkin:

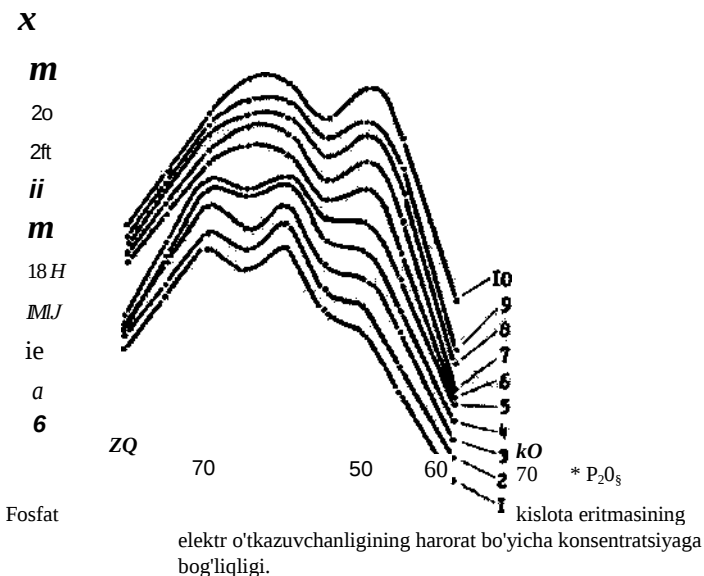
$$-\lg K_1 = 799,31/T - 0,013486T - 4,5535 \quad (3.7)$$

$0\text{--}50^\circ\text{C}$ haroratda ikkinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha ifodalanadi:

$$\lg K_2 = 2073,0/T - 0,020912T - 5,9884 \quad (3.8)$$

bu yerda, T — harorat, $^\circ\text{K}$.

Fosfat kislotaning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash orqali ham bu kattalikni uning konsentratsiyasiga ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda bog'liqligini kuzatish mumkin (3.6-rasm).

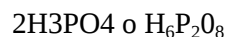


3.6-rasm. Fosfat

25–45°C da fosfat kislotaning konsentratsiyasi 30 % P₂O₅ ga yetganda uning elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori qiymatga erishadi (3.6-rasmdagi 1-maksimum). Bunda fosfat kislota molekulalarining eng ko'p miqdori dissotsilanadi. Eritma konsentratsiyasining yanada (35% P₂O₅ gacha) ortishi natijasida elektr o'tkazuvchanlik kamayadi. Bunda ionlanishga nisbatan ko'proq suratda qarama-qarshi ionlar (H₂PO₄⁻ va H⁺) ning o'zaro to'qnashuvi natijasida fosfat kislota molekulalarining hosil bo'lish jarayoni sodir bo'ladi. Haroratning 50–70°C ga ko'tarilishi natijasida 1-maksimumning 35–40% P₂O₅ konsentratsiyali eritma tomonga siljishini, haroratning ko'tarilishi natijasida moddalar eruvchanligining (yanada to'g'rirog'i dissotsilani-shining) ortishi orqali izohlanishi mumkin.

Tarkibida 6,5% dan ko'p P₂O₅ bo'lgan fosfat kislotaning bir qismi monomer H₃PO₄ ga nisbatan kuchli kislotali xossaga ega bo'lgan dimer H₆P₂O₆ ni hosil qiladi. 10 M (~36% P₂O₅) H₃PO₄ eritmasi tarkibida (g-ion/1 hisobida): 3,755 H⁺, 0,0598 H₂P₀₄⁻, 3,6955 H₅P₂O₈⁻ va (mol/l hisobida): 0,6393 H₃PO₄ va 0,9549 H₆P₂O₆ bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, monomerning dissotsilani-shidan hosil bo'lgan vodorod ionining miqdori uning umumiy miqdoriga nisbatan atigi ~1,6% ini tashkil etadi (buni H₂PO₄⁻ va H⁺ miqdorlarini solishtirish orqali anglab olish qiyin emas).

Demak, eritmadagi ionlarning o'zaro birikib, H₃PO₄ molekulari hosil bo'lishi bilan bir vaqtda monomerning dimerga aylanish jarayoni ham sodir bo'ladi:



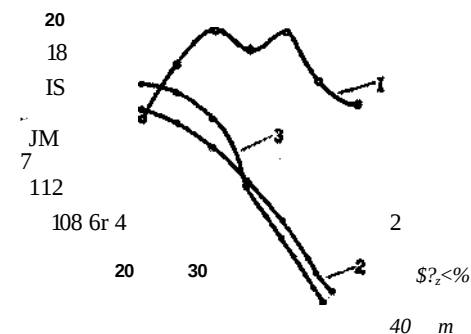
Dimerlanish hisobiga eritmadagi fosfat kislota molekulalarining kamayishi hisobiga dimerning dissotsilanishi kuchayadi. Shuning uchun 25–45°C haroratda eritma konsentratsiyasi 35 % P₂O₅ dan 40 % P₂O₅ ga ortgan sayin elektr o'tkazuvchanlikning ortishi kuzatiladi va 2-maksimumga erishadi. Eritma haroratining (50–70°C ga) ko'tarilishi natijasida fosfat kislotadagi eritmalarda dimerning to'la dissotsilanishi:



50–52% P₂O₅ li konsentratsiyada kuzatiladi (2-maksimum holati).

Eritma konsentratsiyasining 50–52% P₂O₅ dan yanada ko'tarilishi eritmaning ionlarga to'yinishi hisobiga elektr o'tkazuvchanlikning pasayishiga olib keladi. 25–45°C haroratli eritmada bu jarayon bir tekisda kechmaydi, chunki fosfat kislota eritmasining to'yinishi hisobiga nafaqat dimerlanish, balki trimerlanish, tetramyerlanish va hokazo polimerlanish jarayonlari ham sodir bo'lishi mumkin.

Fosfat kislota eritmasiga suvda eriydigan boshqa komponentlarning kiritilishi hisobiga uning elektr o'tkazuvchanligining keskin kamayishini kuzatish mumkin (3.7-rasm). Masalan, fosfat kislota eritmasiga MgSO₄·7H₂O ning kiritilishi hisobiga eritmaning to'yinishi tezlashadi va elektr o'tkazuvchanlik keskin kamayadi. Tarkibida MgSO₄·7H₂O qo'shimchasi bo'lgan fosfat kislotali eritmaga NH₄NO₃ tuzining qo'shilishi natijasida sodir bo'ladigan komponentlar o'rtasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar tufayli elektr o'tkazuvchanlikning birmuncha ortishi kuzatiladi.



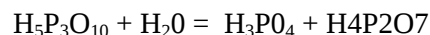
3.7-rasm. Fosfat kislotali eritmalar elektr o'tkazuvchanligining eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi: 1 - H₃PO₄-H₂O; 2 - H₃PO₄-MgSO₄·7H₂O-H₂O; 3 - H₃PO₄-MgSO₄·7H₂O-NH₄NO₃-H₂O.

Yuqorida tanishib o'tilgan xususiyatlar fosfat kislotaning boshqa mineral kislotalardan o'ziga xos xossasi bilan ajralib turishini ko'r-

satadi va uning bu xossalarini fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik parametrlari tanlashda e'tiborga olinadi.

Ortofosfat kislota fosfat anhidrid gidratatsiyasining oxirgi mahsuloti hisoblanadi. Fosfat anhidridning suv bilan bosqichli ta'sirlashuvi — gidratlanish darajasi bilan farqlanadigan bir qator fosfat kislotalari hosil bo'lishi bilan boradi. Fosfat anhidridning 5 ta aso-siy gidratlari: ortofosfat kislota H_3PO_4 ($P_2O_5 \cdot 3H_2O$), pirofosfat kislota $H_4P_2O_7$ ($P_2O_5 \cdot 2H_2O$), tripolifosfat kislota $H_5P_3O_{10}$ ($3P_2O_5 \cdot 5H_2O$), tetrapolifosfat kislota $H_6P_4O_{13}$ ($2P_2O_5 \cdot 3H_2O$), metafosfat kislota $(HPO_3)_n$ ($P_2O_5 \cdot H_2O$) mavjuddir.

Fosfat anhidridning gidratlanishini quyidagicha tasavur etish mumkin: dastlab tetrametafosfat kislota $(HPO_3)_4$ yoki $H_4P_4O_{12}$ ga, so'ngra tetrapolifosfat kislota aylanadi; keyingi gidratlanish jarayonlarida ortofosfat va tripolifosfat kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi. Tripolifosfat kislota gidratlanishi quyidagicha boiadi:



Nihoyat pirofosfat kislota suvni biriktirib olib, gidratatsiyaning oxirgi mahsuloti — ortofosfat kislota aylanadi.

Fosfat kislotalarning bir-biriga aylanishi qaytar jarayondir. Fosfat kislota 284°C haroratda qizdirilganda qisman pirofosfat kislota aylanadi:



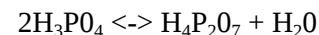
Haroratni 400°C gacha ko'tarish orqali qizdirishni davom ettirish natijasida suvning ajralishi hisobiga shishasimon metafosfat kislota hosil bo'ladi:



Gidratatsiya jarayoni siklik metafosfat kislota hosil bo'lishi bilan tugaydi.

Tarkibida ~68,7 %gacha P_2O_5 bo'lgan eritmada asosan suv va ortofosfat kislota bo'ladi. Pirofosfat kislota dastlabki sezilarli miqdorlarini tarkibida 68,8% P_2O_5 , ya'ni mol nisbati $H_2O:P_2O_5 =$

~3,6 ga teng bo'lgan eritmadan aniqlash mumkin. 100% li suyuq ortofosfat kislota ($H_2O:P_2O_5 = 3$) da P_2O_5 umumiy miqdorining 12,7% i pirofosfat kislota shaklida bo'ladi. Fosfat kislota eritmasida qo'shimcha (ayniqsa, kristallogidrat hosil qiluvchi tuzlar) laming bo'lishligi 68,7% (P_2O_5) dan kichik konsentratsiyali fosfat kislota eritmalaridan ham pirofosfat va hattoki, polifosfat kislotalarini ham bo'lishini ta'minlaydi. Shuning uchun yuqori konsentratsiyali kislotalarni ortofosfat holatida saqlash uchun:



muvozanatni chapga siljitish maqsadida ortiqcha miqdordagi suv ($H_2O:P_2O_5 > 3$) talab etiladi.

72,4% P_2O_5 dan katta konsentratsiyali fosfat kislotali eritmalar tarkibida polianion zarrachalar bo'ladi. Shuning uchun ularni kondensirlangan fosfat kislotalari, tuzlarini esa polimerli yoki kondensirlangan fosfatlar yoki (olinish usuliga ko'ra) degidratlangan fosfatlar deyiladi.

Hozirgi paytda fosfat kislota bilan bir qatorda orto-, piro-, tripoli-, tetrapoli- va boshqa oktapoli- va nonapolifosfat kislotalarigacha bo'lgan aralashmadan iborat superfosfat yoki polifosfat kislotalari ishlab chiqariladi. Tarkibida ~76 % P_2O_5 (~105% H_3PO_4) bo'lgan superfosfat kislota: 49 % P_2O_5 - ortofosfat holatida, 42% P_2O_5 - pirofosfat holatida, 8 % P_2O_5 - tripolifosfat holatida va 1 %i esa tetrapolifosfat kislota holatida bo'ladi. Superfosfat kislotalariga begona qo'shimchalarning kirishi natijasida fosfat kislotalar kondensirlangan shakllari miqdorlarining ortishini kuzatish mumkin.

Superfosfat kislotalari suyuq suspenziyal o'g'itlar va sintetik yuvuvchi vositalar ishlab chiqarishda muhim amaliy ahamiyatga egadir.

3.2. Fosfatli xomashyolar

Fosfor — tabiatda keng tarqalgan elementdir. Uning yer qobig'idagi miqdori og'rlilik bo'yicha 0,08-0,12% ni yoki yer qobig'idagi atomlarning umumiy soni bo'yicha ~0,07% ni tashkil qiladi.

Elementar fosfor va uning oksidlari yuqori kimyoviy aktivlikka ega bo'lganligi sababli u yer qobig'ida kimyoviy barqaror, suvda va tuproq eritmaida erimaydigan minerallar shaklida bo'ladi. Bu minerallar tarqoq va ba'zan esa yirik to'planishlar tarzida uchraydi.

Priyanishnikov ma'lumotlariga ko'ra, 20 sm chuqurJikkacha 1 ga tuproqdagi fosforning zaxirasi 300 dan 6000 kg. gachani tashkil etadi.

3.2.1. Fosfatli minerallar

Tabiatda 120 dan ortiq turdagi fosfatli minerallar uchraydi. Apatit guruhidagi minerallar, ulardan eng asosiysi — ftorapatit $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ eng keng tarqalgan va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan mineral hisoblanadi (3.3-jadval).

Apatit guruhi fosfatlarining tarkibi

Minerallar

	Miqdori, %				CaO	CaO	F
	P_2O_5	CaO	F(Cl)	CO	P_2O_5 , o/.	P_2O_5 , o/.	P_2O_5 , o/.
	42,24	55,58	3,77	-	1,32	-	0,09
	40,91	55,72	6,81	-	1,39	-	-
	42,40	55,88	-	-	1,32	-	-
	35,97	56,79	-	4,46	1,59	0,12	-
	37,14	56,46	3,44	3,54	1,52	0,09	-
2	34,52	56,86	3,85	5,35	1,64	0,16	0,11

3.3-jadval

Ftorapatit ($\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$)
 Xlorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
 Hidroksilapati
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
 Karbonatit
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$
 Frankolit
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{S}$
 Kurskit
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$

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

Apatitdagi kalsiyning bir qismi Sr, Ba, Mg, Mn, Fe, shuningdek, uch valentli nodir elementlarning ishqoriy metallar bilan birga-likdagi atomlari bilan almashgan holatda bo'ladi. Apatitning kristall panjarasida kalsiyga nisbatan katta atom massaga ega bo'lgan ka-

tionlarning kirishi mineraldagi P_2O_5 miqdorining, masalan, ftorapatit $Ca_5F(PO_4)_3$ dagiga nisbatan kamayishiga olib keladi. Masalan, mineralda o'rtacha 2,7% SrO va 1,5% nodir elementlar 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, xlor olishi yoki 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.

Fosfor kalsiy fosfatlaridan tashqari boshqa minerallar tarkibiga ham kiradi. Ulardan eng muhimlari ambligonit $LiAl(PO_4)F$, biryuza $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$, vavellit $4AlPO_4 \cdot 2Al(OH)_3 \cdot 9H_2O$, vagnerit $Mg_2P_4O_{13}F$, varissit $AlPO_4 \cdot 2H_2O$, vivianit $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, kseno-tim YPO_4 , libetenit $Cu_2(PO_4)_3OH$, litiofilit $Li(Mn,Fe)PO_4$, monat-sit $(Ce,La,Dy)PO_4$, otenit $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, piromorfit $Pb_5(PO_4)_3Cl$, triplit $(Mn,Fe)_2P_4O_{13}F$, trifilit $Li(Fe,Mn)PO_4$ va bosh-qalar hisoblanadi.

Bu minerallardan ayrimlari nodir elementlar, uran va boshqalar olishning manbasi bo'lib xizmat qiladi, bunday qayta ishlashda hosil qilinadigan fosfor birikmalari esa qo'shimcha mahsulot hisoblanadi.



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 torapatit molekulasining termodinamik mustahkamligi bilan izohlanadi. Ftorapatit kristall panjarasining energiyasi ~5300 kkal/mol (NaCl uchun 164 kkal/mol)ga tengdir, ftorapatit kristallarining solishtirma sirt energiyasi ~1520 erg/sm² (NaCl uchun 160 erg/sm²) ni tashkil etadi.

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

Apatitning turli izomorf ko'rinishlari geksagonal singoniyali kristallanadi. 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/sm³ oralig'ida bo'ladi, qattiqligi esa Moos darajasi bo'yicha 5 ga tengdir.

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

Ftorapatitni suv bug'i ishtirokida 1400-1550°C haroratgacha qizdirilganda gidroksilapatitga, u esa tetrakalsiyfosfat 4CaO·P₂O₅ (limon kislota eriydi) va trikalsiyfosfat Ca₃(P₄)₂ ga aylanadi. Trikalsiyfosfat ikki xil allotropik shaklda mavjud bo'ladi: a-modifikatsiya yuqori haroratda barqaror, 1700°C da suyuqlanadi, limon kislota eriydi; b-modifikatsiya past haroratda barqaror, limon kislota erimaydi. a-modifikatsiya 1100°C gacha sovitilganda b-modifikatsiyaga o'tadi. Ca₃(P₄)₂ ni tez sovitilganda 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 tarqalgandir, ularning yer qobig'idagi miqdori fosfatlar umumiy massasining 95 %ni; boshqa minerallar — ambligonit va vivianit — 3 %ni; vavellit, varissit, piromorfit, kraurit va triplit — 0,5 %ni; qolgan fosfatlar esa — 0,5 %ni tashkil etadi. Apatitlar ishidan ftorapatit eng ko'p tarqalgandir, gidroksilapatit kam va xlorapatit esa yanada kam uchraydi. Apatit otilib chiqadigan lavalar tarkibiga kiradi, ammo konsentrlangan shaklga nisbatan kam uchraydi.

Kalsiy fosfatlari kelib chiqishiga ko'ra: magmatik va qoldikli turlarga bo'linadi. Magmatik yoki sof apatitli jinslar erigan magmaning to'g'ridan-to'g'ri sovishi 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)AlSi₃O₈·nSiO₂, piroksenlar [masalan, egirin NaFe(SiO₃)₂], titanomagnetit Fe₃O₄·FeTiO₃·TiO₂, ilmenit FeTiO₃, sfen CaTiSiO₅, dala shpati, slyuda, evdialit va boshqa minerallar ham kristallik tuzilishi bilan tavsiflanadi.

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. O'lgan organizmdagi suyakning parchalanishi natijasida organik moddalarni yo'qotadi va atrof-muhitdan ftorni yutishi orqali frankolit yoki kurskit, shuningdek, ftorapatitga aylanadi.

Qoldikli 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 qobg'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 sho'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 fosforitlar 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 ($P_2O + RO$) $P_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$ (bu yerda, $P_2O - Na_2O$ va K_2O , $PO - MgO$, CaO va FeO , $P_2O_3 - Fe_2O_3$ va Al_2O_3), limonit $2Fe(OH)_3 \cdot Fe_2O_3$, kalsit $CaCO_3$, dolomit $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, kaolin $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, pirit FeS_2 , dala shpatlari, kvars, granit va boshqalar, shuningdek, oz miqdordagi organik moddalar ham bo'ladi.

3.2.2. Fosfatli xomashyolarni boyitish

Fosfatli rudalardan tarkibida fosfor bo'lgan minerallarni va bekorchi jinslarni maksimal darajada ajratish uchun ularni ham birlamchi qayta ishlanadi (masalan, elanadi va yuviladi), ham asosiy flotatsiyalashda — ikkilamchi boyitiladi.

Donador toshsimon rudalarda turli miqdordagi fosfatli moddalar bo'lgan turlicha kattalikdagi donachalar tuproq, qum kabi bekorchi jinslar bilan aralashgan holda boiadi. Tuproq va qum singari bekorchi mayda jinslar elash yoki yuvish orqali ajratiladi. Bunda oz miqdordagi fosfatli moddalar bo'lgan 0,5 mm. dan mayda zarrachalar ajratiladi. Qolgan material tarkibida 22—25% gacha $P_2C > 5$ 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 $P_2C > 5$ va qo'shimchalar miqdori bo'yicha farqlanadigan bir necha fraksiyalari (konsentratlar) ga bog'liqdir. Xuddi shunday tarzda chig'anoqli fosforit rudalarini birlamchi boyitiladi. Masalan, tarkibida hammasi bo'lib 5-10 % P_2O_5 bo'lgan past navli Maardu mdasini 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 sinflarda fosfatlarning to'planishi bilan sodir bo'ladi.

Apatit-nefelinli ruda va qatlamli fosforitli ruda (masalan, qoratog') ham turli darajadagi yiriklikdagi zarrachalarda fosfat mineralarining 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 chiqarish uchun ham, flotatsiyalash yo'li bilan ikkilamchi boyitishdan oldin rudani dastlabki ajratish uchun ham fosforitli rudalarni birlamchi quruq yoki ho'l boyitiladi. AQSHda tarkibida ~15% P_2O_5 bo'lgan Rorida fosforit rudalari ho'l elash va gidroseparatsiyalash orqali uchta sinfga ajratiladi. Tarkibida 30-40% P_2O_5 bo'lgan ~1,3-1,4 mm o'lchamli zarrachalardan iborat yirik fraksiya va tarkibida 34-35 % P_2O_5 bo'lgan 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 bo'lgan 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 Pe diiksidan 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 egadir.

«Qoratog'» kombinatida yuqori sifatli rudani quruq maydalash yo'li bilan ham, kam 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, Qoratog' fosforitlarini boyitish — ma'lum miqdordagi xomashyo yo'qotilishi bilan bog'liq qimmatbaho jarayondir. Flotatsiyali kon-

sentratdagi 1 t P₂O₅ ning tannarxi boshlang'ich rudani quruq maydalashdan olinadigan fosforit uniga nisbatan 2,5-3 marta qim-matdir. Flotatsiyalashda boyitiladigan rudadan P₂O₅ ning mahsu-lotga ajralish darajasi 63—65% ni tashkil etadi, ya'ni boyitish jarayonida 35 % fosfatli modda yo'qotiladi. Boyitish fabrikasining tarkibida 16-18 % P₂O₅ va 4-6 % MgO bo'lgan chiqindisi ishla-tilmaydi.

Fosforitlarni boyitishda ularga termik ishlov berish usuli ham ishlatiladi. Bunda fosforitlar 400-800°C da ishlov berilishi natija-sida undagi karbonatlar parchalanadi, fosforit zarrachalarining strukturas-i qisman o'zgaradi, bu esa ularning keyingi kislotah 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 fos-fatlarni qisman parchalash va flotatsiyali boyitish orqali kambag'al fosforitlarni dastlabki kimyoviy qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Karbonatlarni yo'qotish maqsadida kimyoviy boyitish quyqumlar uchun qo'llanilishi mumkin, ular fosforitlarni maydalash natijasida hosil bo'ladi va yuqori disperslilikka ega bo'lganligi sababli flotatsiyalanmaydi.

3.2.3. Yuqori magniyli fosfatlar

Fosfatli va kremniy-fosfatli Qoratog' xomashyosi havzalaridan eng muhimlari Cho'loqtog', Oqsoy, Janitas, Ko'ksuv va Ko'kjon konlari hisoblanadi (3.4-jadval).

Biz mikroskopik kuzatuvlar va kimyoviy tahlillar o'tkazib, Qora-tog' fosforitining maydalanish darajasiga (sinfiga) bog'liq ravishda tarkibidagi ffor va boshqa komponentlar miqdorining o'zgarishini aniqladik. .

Mikroskop MIN-5 yordamida kuzatish natijasida shu ma'lum bo'ldiki, Qoratog' fosforiti tiniq bo'lmagan yoy qirrali mayda kris-tallar siniqlaridan iborat bo'lib, turli ranglarga egadir, ya'ni: kulrang, yorqin sariq va toki jigarranggacha bo'ladi. 50 dan 356 mikrongacha bo'lgan fraksiyalarda amorf va quyqa holidagi zarra-

chalar uchramaydi. Ularning yuza tuzilishi bir xil bo'lib, **mayda** teshiklar va darz ketgan yoriqchalar kuzatilmaydi.

Qoratog' havzasining fosfatli va kremniy-fosfatli xomashyolari

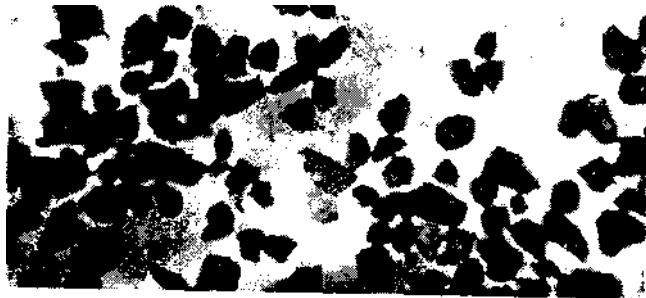
3.4-jadval

Ruda	Tarkibiy, % hisobida					Konlari
	P ₂ O ₅	SiO ₂	R ₂ O ₃	CO ₂	MgO	
Yuqori sulfatli kam magniyli magniyli yuqori magniyli	29-32 29-32 23-30	5-12 5-12 5-12	2-3 2-3 2-3	0-5 5-7 7-8	0-2 2-2,5 2,5-4,0	Janitas, Ko'ksuv Janitas Ko'kjon
Karbonat saqlangan fosfatli	23-26	8-15	3-3,5	7-10	3-4	Oqsoy, Ko'kjon
Fosfatli	23-26	15-25	2,5-3,5	5-7	2-4	Cho'loqtog', Janitas, Ko'ksuv
Kremniy-fosfatli	13-23	25-50	6-7	1-10	2-4	Cho'loqtog' Janitas, Ko'kjon
Kremniyli hom ashyo	2-5	65-90	1,5-2	3,5-7,5	0-2	Cho'loqtog', Oqsoy, Janitas, Ko'ksuv

Fosforit fraksiyalarining o'ziga xos xususiyatlari shundan ibo-ratki, ulardagi zarrachalar aniq shaklga egadir, alohida olingan zarrachalarning ko'pchiligi romb shaklda va cho'ziq tutashgan g'ovaksiz va darz-yoriqlarsiz holatda bo'ladi. Zarrachalarining o'lchami 100 mikron bo'lgan fosforit flotokonsentrati (3.8-rasm) va apatit konsentrati (3.9-rasm) kristallarining (90 marta kattalash-tirilgan) mikrosurati quyidagi tasvirlarda ko'rsatilgan.

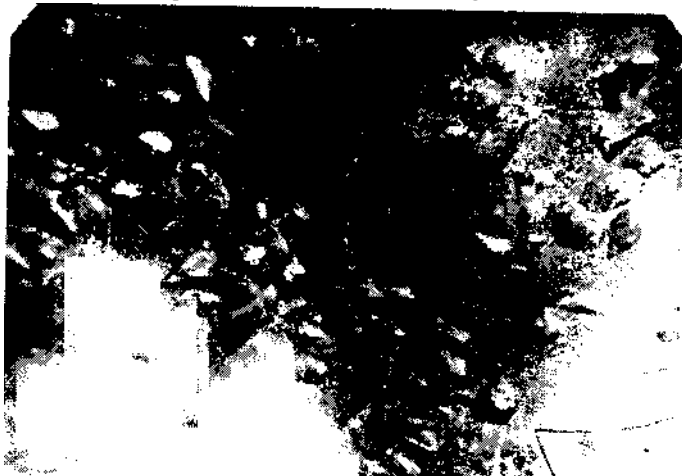
Fosforit zarrachalari o'rtacha diametri o'lchami o'zgarishiga bog'liq ravishda uning kimyoviy tarkibi o'zgarib boradi. Zarracha diametri kattalashib borgan sari boyitilgan fosforitda (MgO/P₂O₅)x100 qiymati kamayib boradi. Bunday qiymatlar 3.5-jadvalda keltiril-gan.

XH9K "• * V-



3.8 -rasm. Boyitilgan Qoratog' fosforiti flotokonsentrati zarrachalarining mikrosurati.

3.9- rasm. Apatit konsentrati zarrachalarining mikrosurati.



Demak, birlamchi xomashyoni flotatsiyalanganidan so'ng, u sulfat kislotali qayta ishlovga muvofiq keladigan fosforit uni hisoblanadi. Chunki flotatsiyalanish jarayonida mayda zarrachalardan holi bo'ladi va magniyning fosfat angidridiga nisbati kamayadi

fosforit rudasining nisbatan fosfatga boy qatlamlari tugay boshlagani sayin, ishlab chiqarishga fosfat angidrid miqdori kamroq va magniy miqdori ko'proq (yuqori magniyli) xomashyolarni jalb etish muhim muammolardan biri hisoblanadi. Chunki rudada magniy, temir, aluminiy, erimaydigan qoldiq va boshqalar miqdorining ko'payib borishi undan fosfat kislotasi olish (ekstraksiya) jarayoni-ning texnologik ko'rsatkichlarga salbiy ta'sir etadi.

Fosforit zarrachalari diametriga nisbatan qiymatining o'zgarishi

3.5-jadval

Namunalar nomi		Zarrachalarning o'rtacha diametri, mkm				
		25	80	130	180	250
MgO — x/00 P2O5	Boyitilgan Qoratog' fosforiti (flotokonsentrat)	5,4	5,6	9,0	8,0	10,3
	Fosforit uni		10,2	8,2	7,1	5,4

Fosforitni ekstraktsion fosfat kislotasi ishlab chiqarishga tayyorlashda TSH 6-25-16-75 bo'yicha zarrachalar o'lchami 160 mkm. dan yirik bo'lgan fraksiya miqdori 14 %dan kam bo'lishi zarurdir.

Demak, kattaroq o'lchamli va yuqori magniyli fosforit laming sulfat kislotali ishlov berish usullarini yaratish va ishlab chiqarishga joriy qilish ruda tayyorlash va uni qayta ishlash jarayonlarining unumdorligini oshirilishiga olib keladi.

Xomashyo sifatiga bog'liq ravishda komponentlarning miqdoriy o'zgarishi va zarrachalarning maydalanish darajasi xomashyoni kislotali qayta ishlash texnologik sharoitlarini belgilaydi. Shu maqsadda biz fosforitning maydalanish darajasiga bog'liq ravishda kimyoviy va tuzlar tarkibini o'rgandik. Buning uchun Qoratog' havzasidagi Ko'kjon konidan olingan 2 xil namunani oldik. Bi-rinchi namuna TSH-6-25-16-75 talablariga muvofiq keladi. Ikkin-chi namuna esa bu shartlarga javob bermaydi va o'lchami 160 mkm. dan katta bo'lgan zarrachalar 20 %dan ortiq edi. Namunalarni teshiklari turlicha o'lchamda bo'lgan elaklardan o'tkazildi va kimyoviy tarkibi aniqlandi.

Elash jarayonida DAST 3584-73 bo'yicha har bir elakda bir necha bor qo'lda elandi. Har bir fraksiyaning kimyoviy tarkibi belgilangan standart usullarda aniqlandi. Na'munalar tarkibidagi: P2O5 miqdori fotokolorimetrik (FEK-56 da) va gravimetrik usullarda, CaO va MgO lar esa fluorekxon indikator yordamida trilo-nometrik usulda aniqlandi; CaO — permanganatometrik, MgO esa — gravimetrik usullarda qayta tekshirildi; aluminiy va temir oksid-lari (P2O3) miqdorlarining yig'indisi esa gravimetrik usulda, temir (Fe2O3) — kompleksometrik usulda, ftorni (bug'siz) haydash va distillash orqali hajmiy usulda aniqlandi; ftor miqdorini ftorselektiv elektrodli ionomer (EV-74) yordamida qayta tekshirildi; CO2 miqdorini VTI-2 qurilmasida hajmiy usulda, erimaydigan qoldiq (kvars, silikat kislota va undagi aluminiy, titan, temir) gravimetrik usulda va suv esa 100-110°C haroratda quritilishidan yo'qotilgan og'rligni o'lchash orqali aniqlandi.

Fosforit uni va Qoratog' flotokonsentratining solishtirma ma'lumotlari

3.6-jadval

T/r	Namunalarning nomi va zarrachalar o'lchami, mkm	Komponentlar miqdori, % hisobida			
		P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂
1.	Fosforit uni	23,15	40,42	2,45	15,89
	50	23,92	38,59	2,45	15,88
	50-63	24,35	40,74	2,00	16,37
	63-100	26,58	41,31	1,90	19,29
	100-160	26,54	40,70	1,42	
	160-200	26,20	39,56		
2.	200-315				
	Qoratog' fosforitidan	28,47	39,15	1,54	18,69
	olingan flotatsiyalangan	27,66	40,42	1,54	18,47
	konsentrat	28,36	43,42	1,60	16,26
	50	27,11	43,07	2,45	15,17
	50-63	24,86	40,17	2,09	16,82
	63-100	22,90	38,02	2,36	20,64
	100-160				
	160-200				
	200-315				

Shunday qilib, xomashyolarning kimyoviy tarkibi turli usullar yordamida 3-4 qaytadan aniqlandi. Natijalar 3.7- va 3.8-jadval-larda ko'rsatilgan.

Fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibi va turli darajada maydalangan zarrachalar miqdori

3.7-jadval

Namunalar nomi	Zarrachalar o'lchami, mkm va ularning tarkibi, %				
	200 mkm. dan yirik	200-160 mkm	160-100 mkm	100-70 mkm	70-00 mkm
N9 1 namuna (standartga muvofiq keladi)	6,0	4,5	21,0	10,5	58,0
Ns 2 Namuna (standartga muvofiq kelmaydi)	15,0	5,0	26,0	11,5	42,0

kimyoviy tarkibi

	Komponentlar, % hisobida							
	P2O5	CaO	MgO	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CO ₂	F	Entmaydigan qoldiq
No 1 namuna	24,75	41,57	3,40	2,04	0,82	9,04	2,65	11,65
Ns 2 namuna	24,53	41,76	3,50	1,92	0,86	9,23	3,75	10,46

Turli fraksiyalarning kimyoviy tarkibini o'rganish shuni ko'rsatadiki, zarracha o'lchami sinflariga bog'liq ravishda komponentlarning tarkibi ma'lum qonuniyat bilan o'zgarar ekan. O'lchami 200—160 mkm va 200 mkm. dan yirik zarrachalar sinfida erimaydigan qoldiq va ftor miqdorlarining eng ko'p darajada bo'lishi kuzatiladi. Zarrachalarning maydalanish darajasi ortib borgan sari undagi erimaydigan qoldiq va ftorning miqdorlari kamayib boradi. Demak, ularning birikmalari juda mustahkam kristallar hosil qiladi. Bu esa kristall panjaralarining yuqori darajadagi energiyasi (kkal/mol) bilan tavsiflanib, yuqori solishtirma yuza energiyasiga (erg/sm²) ega ekanligini ko'rsatadi.

Karbonat birikmalarning kristall panjaralari esa ularga nisbatan kamroq solishtirma energiyasiga ega bo'lib, osonroq maydalanadi va xomashyoning maydalanish darajasi ortgan sayin karbonatlar-

valarda ularning miqdori eng ko'p darajada bo'ladi. Temir v_1 SS oksidining miqdori ham « v_2 » mayda fraksiya tarkibidagi Iraksiyadagiga nisbatan ko'proq bo'ladi.

Maydalanish sinfi bo'yicha fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibi

[illegible][illegible][illegible]

(N M (S M (N

0 0
D 0 ©

8
Al SS"" rVrO

?
o VI \0 * ^

«*^ ^ ©, r-»_ ov
rf ol -* —f ©"

N»00 t
vo co^ ^ T|^ co^ . of
co" en rn
00 —< — —(r—

- h o r- y o •n^ ©^
oo_oo in
\0" t-T o-" r-" t-"

•n o Tf n rn
--" —T o" o o

?

t^~ n in <n
—i oo o- o-
-* 0 —" —' -<"
\o ^o ^s ^ vo

•n so oo rs o
in^ o^ vo^ o^ oo_
<*f in" in" lo" m"

i-i VO 00 Ol Tf
\<5_ o\ OT^ oo_ in rf" \d
t^ r~T r^T

o T oi >o
n' M* t" 1}-" Cl"

O o- \o m Q
« PI N tv « CO CO
co" CO ro'

IS 00 00 —> —
oo_ in_ oi o< OJ
o" o" o" o" o

oo in -- —< —
Ol^ 00^ Tj^ CO CO
—" o" o* o" o"

O> t Oi00
co^ ol ol co co
of of of of

O- oj CTs ■**- CO
T. ° o^ o_i °
in" co' co" e*f *^ co co
co co co

O- -H
© ^

© ©
VO © ©
g TTT ©
S © © © I
Al oi —< i—

Fosforitning tuzlar tarkibi va zarrachalar bo'ylab komponentlarning tarqalishi jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinadi. Fosforit zarrachalarining o'lchami 200 mkm.dan yirik bo'lsa, undagi fosfatlar va kalsiy ftorid (1,53-1,55 %) miqdori ko'proq bo'ladi, maydalanish darajasi ortib borgan sari kalsiy ftorid miqdori 0,22— 0,37% gacha kamayib boradi. Kalsiy va magniy karbonatlarining miqdori esa yirik zarrachalardagiga qaraganda mayda zarrachalar tarkibida ko'proq bo'ladi. Masalan, 100-170 mkm oichamli frak-siyada karbonatlarning umumiy miqdori 20,8-21,2 %ni tashkil etadi, zarracha o'lchami 200 mkm.dan yirik boisa bu miqdor 14,3-14,65 %ni tashkil etadi. Fosforitning ikki xil namunasida ham karbonatlarning umumiy miqdori deyarli bir xil bo'lishi kuzatiladi. Masalan, 200 mkm.dan yirik fraksiya tarkibida 14 % atrofida, 200-160 mak fraksiya tarkibida 19 % atrofida, 160—100 mkm fraksiya tarkibida esa 20 % atrofida karbonatlar bo'ladi va hokazo.

Demak, fosforitning kimyoviy va tuzlar tarkibini tahlil qilish — fosforitning maydalanish jarayonidagi komponentlarning zarrachalar bo'ylab tarqalish xususiyatini ochib beradi.

3.3. Termik fosfat kislotasi

Fosfor elektrotermik usulda — uni yuqori haroratli elektropechlarda tabiiy fosfatlardan ko'mir yordamida qaytarish orqali olinadi. Elektropechlardan chiqadigan fosfor bug'larini kondensatsiyalash orqali suyuq fosfor va uni tashqi muhit haroratigacha sovitish natijasida qattiq mahsulot olinadi. Suyuq fosfor va uning bug'larini oksidlash (yondirish) yo'li bilan fosfor (V)-oksid — P_4O_{10} va hosil bo'lgan mahsulotni gidratlash natijasida fosfat kislotasi olinadi. Shunday usulda hosil qilingan kislotasi termik fosfat kislotasi (TFK) deb ataladi.

Nisbatan tejimli, shu sababli keng tarqalgan fosfat kislotasi ishlab chiqarish, uni fosfatlardan sulfat kislotasi (yoki boshqa kislotalar bilan) ekstraksiyalash hisoblanadi. Bu holatda mahsulot ekstraksiya fosfat kislotasi (EFK) nomini oladi.

Fosfatlarni termik qayta ishlashning afzalligi — har qanday, shu bilan birgalikda past sifatli fosfatlardan ham yuqori tozalikdagi konsentrlangan (hattoki 100 % P_2O_5 gacha) fosfat kislotalari olish

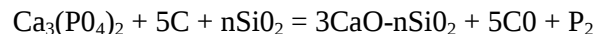
imkoniyati bor. Kislotasi qayta ishlash uchun esa yuqori sifatli fosfatlar ishlatiladi, ammo shu o'rinda ham nisbatan past konsentratsiyali va ko'p miqdordagi qo'shimchalar bilan ifloslangan ekstraksiya fosfat kislotasi hosil qilinadi. Yetarli darajada toza bo'lishi lozim bo'lgan ozuqali va texnik fosfatlar, shuningdek, reaktivlarni termik fosfat kislotadan olish usullari ularni ekstraksiya kislotadan olishga nisbatan soddaroq va arzonroqdir. Termik fosfat kislotasi tannarxining qariyb 92% ini fosforning narxi tashkil etadi, chunki uni olishda elektr energiyasi sarfiga katta miqdordagi xarajat ketadi. Konsentrlangan fosforli o'g'itlar olish uchun esa arzon ekstraksiya kislotasi ishlatiladi,

Sanoatda tarkibida 73 % dan kam bo'lmagan H_3PO_4 (52,9% P_2O_5) li A (ozuqali maqsad uchun) va B (texnik) markali mahsulot sifatidagi termik fosfat kislotasi ishlab chiqariladi. Reglament bo'yicha 1-va 2-nav texnik kislotadagi qo'shimchalarning miqdori mos holda (% da) quyidagicha: xloridlar 0,01 va 0,02; sulfatlar 0,015 va 0,02; nitratlar 0,0005 va 0,001, temir 0,01 va 0,015; og'ir metallar 0,002 va 0,005; mishyak 0,006 va 0,008 dan ko'p bo'lmasligi belgilanadi. Ozuqa maqsadlari uchun ishlab chiqariladigan kislotada esa (% da): mishyak 0,0003, qo'rg'oshin 0,0005, nitrat 0,0003 dan ko'p bo'lmasligi lozim.

3.3.1. Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslari

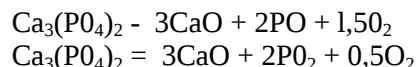
Fosfor ishlab chiqarish uchun fosforit, flus (kremnezem) va qaytaruvchi (koks) dan iborat uch komponentli shixta ishlatiladi. Bu shixta xomashyoli elektrotermik pechlarda qayta ishlanadi. Fosfatli pech kimyoviy reaktor hisoblanadi, unda suyuqlanish va kimyoviy ta'sirlashuv jarayonlari sodir bo'ladi. Pechning reaksiya qismini shartli ravishda to'rtta qismga: yuqori — shixtani qizdirish va qattiq fazali reaksiyalar qismi; quyi — minerallarni suyuq-lantirish, qattiq va qiyin suyuqlanadigan komponentlarni suyuq-lanmada eritish hamda fosfat-kremniyli suyuq fazani hosil qilish qismi; yanada quyi — kalsiy fosfatni SiO_2 ishtirokida qaytarishning asosiy kimyoviy reaksiyasi amalga oshiriluvchi uglerodli qismi; eng quyi — shlak va ferrofosfor qismiga ajratish mumkin.

Kremnezem ishtirokida kalsiy fosfatni uglerod bilan fosforgacha qaytarishni umumiy holatda quyidagicha ifodalanadi:

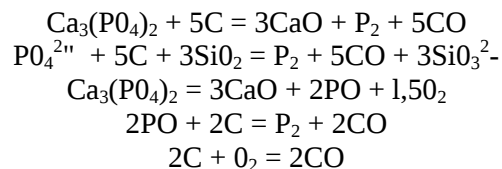


Bu 1000-1300°C haroratda katta miqdordagi (qariyb 1600 kJ/mol) issiqlikning yutilishi hisobiga boradigan endotermik reaksiyani, pechdan shlakni ajratib olishni osonlashtirish maqsadida 1400—1600°C da amalga oshiriladi.

Aslida kalsiy fosfatni qaytarilish mexanizmi murakkab bo'lib, jarayonning o'zi ko'p bosqichlidir. Zamonaviy tushunchalarga muvofiq bu mexanizmni quyidagicha talqin etilishi mumkin. Fosfat-kremniyli suyuqlanmada boshlang'ich fosfatli minerallarni eritish yoki suyuqlantirish natijasida hosil qilingan suyuqlanmada kalsiy fosfat kiritiladi. Suyuqlanmada $\text{Ca}_3(\text{P}_2\text{O}_7)_2$ qisman Ca^{2+} , $\text{P}_2\text{O}_7^{3-}$, P^{5+} , O^{2-} ionlariga dissotsilanadi. Bundan tashqari, kalsiy fosfat CO va CO_2 hosil qilgani holda parchalanishi mumkin:



Shunday qilib, suyuqlanmada uglerodning sirtiga diffuziyalanuvchi harakatchan fosfatli zarrachalar (molekulalar, ionlar) hosil bo'ladi. Gazlarning to'xtovsiz ajralishi va qisman konvektiv oqimi tufayli reaksiya qismida suyuqlanma bilan uglerodning ta'sirlashuvi uchun qulay sharoit yuzaga keladi. Bu ta'sirlashuv reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



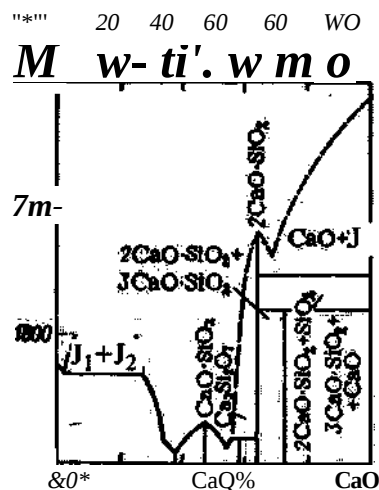
Birinchi reaksiya dissotsilanmagan kalsiy fosfatning uglerod sirtida diffuziyalanishiga bog'liq. Uning borishini ta'minlash uchun kontakt qismdan CaO ni yo'qotib turilishi kerak, chunki kalsiy

oksidning to'planishi reaksiyaning to'xtashiga olib keladi. Ikkinchi reaksiya bo'yicha qaytarilish tezligi kontakt qismda uglerod bilan SiO_2 ning o'zaro to'qnashishiga bog'liqdir. Qolgan reaksiyalar kalsiy fosfatning fosfor quyi oksidlari hosil qilib termik dissotsilanishi orqali sodir bo'luvchi jarayonlarni ifodalaydi.

Shuni ham ta'kidlash lozimki, fosforning qaytarilish jarayonida SiO_2 yoki silikat ionlar hal qiluvchi vazifani o'taydi. Uning CaO bilan bog'lanishi hisobiga fosfatning dissotsilanishi tezlashadi va qiyin suyuqlanuvchan ($t_s=2580^\circ\text{C}$) kalsiy oksidning nisbatan oson suyuqlanadigan kalsiy silikat holatida yo'qotilishini ta'minlaydi, bunda suyuq holatdagi quyqum pechdan osonlik bilan chiqariladi.

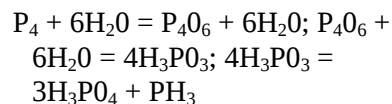
Shunday qilib, qaytarilish sxemasida quyidagi jarayonlar shakllantiriladi: 1) boshlang'ich materiallar (shixta)ni suyuqlantirish va undan namlikni yo'qotish; 2) suyuqlanmada kalsiy fosfat va kremniy oksid kiritish; 3) $\text{Ca}_3(\text{P}_2\text{O}_7)_2$ ni yanada oddiy zarracha va ionlarga parchalash; 4) ularni uglerod sirtiga diffuziyalash; 5) silikat zarrachalarini uglerod sirtiga diffuziyalash; 6) uglerod bilan P_2 , CO va CaO hosil qilish orqali ta'sirlashish; 7) reaksiya doirasidan CaO ni kalsiy silikat shaklida (SiO_2 - ionlari bilan birgalikda) yo'qotish.

Kalsiy fosfatning uglerod bilan ta'sirlashuv tezligi harorat, kislotalilik moduli $M^{\wedge}$ (SiO_2 :CaO ning massa nisbati) va boshlang'ich materiallar sifati bilan aniqlanadi. Kislotalilik moduli va P_2O_5 miqdori bo'yicha shixta, pechdagi suyuqlanma va shlakning tarkibi haqida fikr yuritish mumkin. CaO — SiO_2 sistemaning holat diagrammasi ko'rsatilgan 3.10-rasmdan ko'rinadiki, $M^{\wedge}$ qiymatning 0 dan 2 gacha bo'lgan sohasida kalsiy ortosilikat $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ($t_s = 2127^\circ\text{C}$), kalsiy diortosilikat $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ ($t_s = 2580^\circ\text{C}$) va kalsiy metasilikat $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ($t_s = 2580^\circ\text{C}$) mavjud bo'ladi. Tarkibida SiO_2 51,7% va 48,3% CaO bo'lgan kalsiy metasilikatning kislotalilik moduli 1,07 ga teng. Ko'rilaotgan sistemada minimal suyuqlanish harorati esa $M_k=0,82$ ga to'g'ri keladi va 1447°C ga teng. Zamonaviy pech qurilmalari kislotalilik moduli 0,7—0,9 bo'lgan shixta bilan katta quvvatda ishlaydi. Bunda eng toza fosfor olinadi, elektroenergiya sarfi esa nisbatan ozdir. Ko'rsatilgan chegaradan katta M_k (SiO_2 ning ortiqcha bo'lishi) bilan ishlanganda shlakdagi P_2O_5 miqdorining ortishi, ya'ni fosfor yo'qotilishining ortishiga olib keladi.

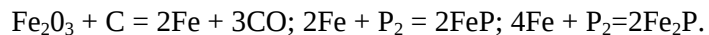


3.10-rasm. CaO — SiO₂ sistemasining holat diagrammasi.

Kalsiy fosfatdan fosforning qaytarilishi shixtadagi qo'shimchalarning ishtirok etishi sabab bo'ladigan qo'shimcha: karbonat va sulfatlarning parchalanishi, sulfid va sulfatlardan vodorod sulfidning hosil bo'lishi va boshqa jarayonlarning sodir bo'lishi bilan kechadi. Xomashyoda namlikning bo'lishi pechning yuqori doirasida fosfor gidridlari - fosfin PH₃, difosfan P₂H₄, ya'ni ma'lum miqdordagi fosforning yo'qotilishi hisobiga hosil bo'lishiga olib keladi. Yuqori haroratda PH₃ ni elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintez qilib bo'lmaydi. Lekin 400-1000°C harorat chegarasida suv (shuningdek, CO₂) fosfor bug'lari bilan to'xtovsiz ta'sirlashadi va P₄O₆, H₃PO₄, PH₃ hosil qiladi:

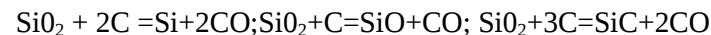


Boshlang'ich xomashyo tarkibidagi temir birikmalarining qaytarilishi va pechda almashinuv jarayonlari sodir bo'lishi natijasida temir fosfidlari Fe₃P, Fe₂P, FeP hosil bo'ladi:

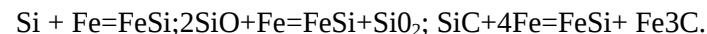


Pechdan ajratib olinadigan ferrofosfor deb ataluvchi temir fosfidlari aralashmasida 15-28 % R bo'ladi. Uni pechdan suyuqlanma holatida yo'qotiladi.

Kremnezemning uglerod bilan ta'sirlashuvi elementar kremniy, kremniyning monooksidi va karbidi hosil bo'lishiga olib keladi:

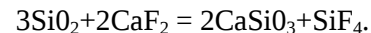


Ularning temir bilan ta'sirlashishi natijasida fyerrosilitsiy hosil bo'ladi:



Qaytarilgan kremniyning qariyb 40 %i ferroilitsiyga o'tadi, qolgan 60 %i pechdan chang tarzida chiqib ketadi.

Shlakdagi erkin SiO₂ miqdorining kamayishi, shuningdek, uning qayta ishlanadigan tabiiy fosfatlar tarkibidagi CaF₂ bilan ta'sirlashishi tufayli ham sodir bo'lishi mumkin:



Bu reaksiya natijasida ma'lum miqdordagi ftor shlakdan gazli fazaga o'tadi.

Pechdagi yuqori harorat ishqoriy metall oksidlarini bugiatish (vozgonka) imkoniyatiga ega. Ularning pechdan yo'qotilishi xomashyo tarkibidagi umumiy miqdorining 15% ini tashkil etadi.

3.3.2. Oq (sariq) fosforning olinishi

Oq (sariq) fosfor ishlab chiqarish sxemasiga: boshlang'ich xomashyo (fosforit, kvarsit, koks) ni qabul qilish; uni joylashtirish bo'yicha ishlar; rudalarni termik tayyorgarligi; shixtani tayyorlash; elektropechlarda fosfatning qaytarilishi, pechdan chiquvchi gazni tozalash va undan fosfor bug'larini kondensatsiyalash, tayyorlangan mahsulotni omborga uzatish kiradi.

Fosfor olish uchun, ko'pincha, nisbatan yuqori bo'lmagan miqdorda (21-23 %) P₂O₅ bo'lgan, yuqori miqdorda (10 % gacha) - qumtuproq, ishqoriy metallar birikmalari, oltingugurt birikmalari

va boshqa qo'shimchalari bo'lgan fosforitlar ishlatiladi. Flus sifatida esa tarkibida 92 % dan ko'p SiO_2 , 2 % dan kam Fe_2O_3 bo'lgan yuqori sifatli kvarsitlar ishlatiladi. Qaytaruvchi sifatida 80—85 % uglerodli koks qo'llaniladi; uning zolligi 12 % atrofida, oltingugurt miqdori 0,7 % gacha bo'ladi.

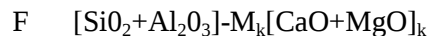
Ko'pshilik hollarda jarayonning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari shixtani tashkil etuvchi komponentlar sifatiga bog'liqdir. Boshlang'ich materiallar zarrachalar o'lchami bo'yicha bir jinsli bo'lishi lozim. Ularning tarkibidagi karbonatlar va zararii qo'shimchalar (Fe_2O_3 , K_2O va boshqalar) ning miqdori minimal bo'lishi lozim. Karbonatlar miqdorining ko'p bo'lishi ularning dissotsiyanishi uchun energiya sarfini va ajraladigan CO_2 ni CO gacha qaytarish uchun koks sarfini oshiradi.

Fosfatli xomashyo sifatini yaxshilash maqsadida dastlabki qayta ishlovdan o'tkaziladi. 10—70 mm o'lchamli bo'laklardan iborat rudani karbonatsizlantirish uchun teshikli shaxtali pechlarda kuydiriladi, mayda (bo'laklar o'lchami 10 mm.dan kichik) bo'lakchalari namlangan holda bog'lovchi materiallar (masalan, tuproq) bilan qorishtirilib guvalachalarga aylantiriladi va konveyeriy kuydirish mashinalarida kuydiriladi.

Flus sifatida ishlatiladigan kremniyli fosfatli jinslar va koks oldindan quritiladi.

Shixta fosforit yoki apatitning (bo'laklar o'lchami 50—60 mm.li) va koks yoki antratsitning (bo'laklar o'lchami 4—6 mm.li) bo'laklaridan tarkib topgan bo'ladi. Xomashyo oldindan maydalanadi va quritiladi. Maydalashdan so'ng, elangan mayda ruda va mayda fraksiya aglomerlanadi yoki briketlanadi.

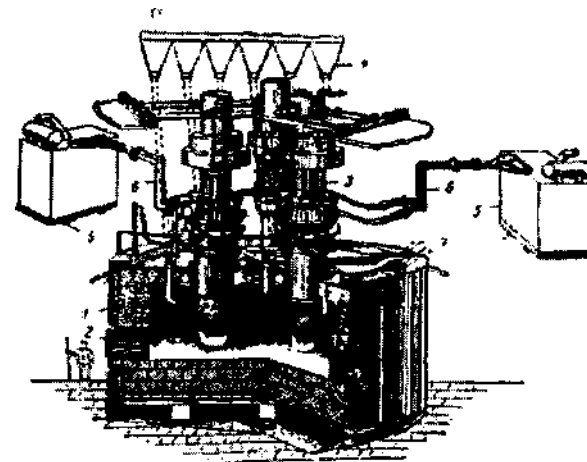
Fosfor olish uchun shixta o'lchash bo'linmalarida tayyorlanadi, u yerda mayda fraksiyalardan dastlabki elangan komponentlarni elektropechga uzatish uchun konveyerga belgilangan me'yorda (kimyoviy tahlil natijalariga muvofiq holda) beriladi. Shixta tarkibini hisoblashda fosforit (F) va kvarsit (K) nisbati tanlangan kislotalilik moduli va undagi CaO , MgO , SiO_2 va Al_2O_3 miqdori bo'yicha aniqlanadi:



Bunda MgO ni bog'lash uchun qo'shimcha miqdordagi SiO_2 , Al_2O_3 ga esa shunga o'xshash flusda bo'lgan SiO_2 talab etilishini hisobga olish kerak. Agarda tabiiy fosfat tarkibidagi kremnezem miqdori yetarlicha bo'lmasa, shixtaga qo'shimcha miqdordagi yirik qum yoki maydalangan kvars qo'shiladi.

Belgilangan me'yordagi koksning berilishi fosfatning, uglerod dioksidning (CO gacha 80 % ga), temir oksidining (80% ga) qaytarilish reaksiyasini va suvning CO va H_2 hosil qilishi orqali (80 %ga) parchalanishini hisobga olgan holda amalga oshiriladi; bunda 10 % gacha ortiqcha miqdordagi uglerod beriladi.

Kalsiy fosfatning fosforgacha qaytarilishi shixtaga ko'mir yoki grafit elektrodlar tushirilgan uch fazali elektrik pechlarda amalga oshiriladi (3.11-rasm). Qizdirish shixtaning qarshiligi hisobiga elektrodlar orasida hosil bo'ladigan elektr yoyi alangasida amalga oshiriladi. Pechning silindrik g'ilofiga qalinligi 20—25 mm bo'lgan uglerodli po'lat payvandlangan bo'ladi. Pechning ustki va reaksiyon qismlarining orasi ko'mir bloklardan tayyoriangan.



3.11-rasm. Fosforni haydash uchun elektrodleri uchburchakli joylashgan uch fazali elektropech: 1—pechning g'ilofi; 2—shlak cho'michli quygichi; 3—elektrod ushlagichi; 4—shixta komponentlari uchun teshikh bunkerlar; 5—transformator; 6—shinalar; 7—gaz chiqarish qismi.

Ko' mir elektrodleri **uglerodli** materiallar — toshko'mir, koks, elektrodli qoldiqlar va boshqalar aralashmasining toshko'mir smolasi bilan

kuydirilishi orqali tayyorlanadi. Ular bilan 3—4 a/sm² tok zichligida ishlanadi. Gرافitli elektrodlarda esa tok zichligi yuqoriroq (7—12 a/sm²) bo'ladi. Elektrodlar diametri 1,4—1,7 m bo'ladi. Elektrodlar suv bilan sovitiladigan metall elektrod ushlagich yordamida pechga mahkamlanadi. Elektrodli materialning shixtaga botib tunivchi qismi reaksiya paytida qatnashib, o'z-o'zidan yo'qolib boradi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan elektrodni chiqarib olib, o'stirib turiladi (boshqasi bilan almashtirib, unisini ta'mirlanadi). Ko'p hollarda o'z-o'zidan kuyuvchi elektrodlar qo'llaniladi. Ularning o'stirilishi reaksiya qismidagi harorat va shixtaga elektrod materiallarini kiritilishi hisobiga amalga oshiriladi.

Fosforni elektrohaydash uchun pechlarning quvati 25—50 ming kvt va undan katta bo'ladi. Bunday pechlar vannasining diametri 8,5 m (g'ilof diametri 10,5 m) gacha yetadi. Ularda sutkasiga 60 t gacha fosfor ishlab chiqariladi. Yuqori quvatdagi pechlar ishlatil-ganda fosfor ishlab chiqarishga sarflanadigan energiya kamayadi. Masalan, 5 ming kvt quvatdagi pechda 1 t fosfor ishlab chiqarish uchun 17,5—18 ming kvt'soat (63—65 ming mj), 25—50 ming kvt quvatdagi pechda esa energiya sarfi 14—15 ming'soat (50—54 ming mj) gacha kamayadi. O'rtacha quvatdagi pechlarda kuchlanishi 170—260 v bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'idan foydalaniladi. 35—50 ming kvt quvatli pechlar 300-500 v kuchlanishda ishlaydi.

Pech vannasidagi suyuq ferrofosfor va dashqol (shlak) ning harorati 1500°C gacha bo'lganligi uchun uning ichki yuzasi o'tga chidamli maxsus materiallar bilan qoplanadi (niqoblanadi). Futirovkalar kimyoviy tarkibi va o'tga chidamliligi jihatlaridan kislotali, asosli va neytral materiallarga bo'linadi: kislotali o'tga chidamli materiallar (kvarsli qum va dinas g'isht) tarkibida 95 % gacha SiC>2 bo'ladi, kislota ta'siriga yaxshi chidamli bo'ladi va 1800°C li haroratgacha o'tga chidamlidir; asosli o'tga chidamli materiallar (magnezit kukuni va undan quyilgan g'isht) tarkibida 93—94 % gacha MgO bo'ladi, ular ishqoriy ta'sirlarga chidamli va 2200°C gacha bardoshlidir; pech vannasining pastki qismi shunday usullarda furerovka qilinadi. Xromli g'isht, giltuproq shamot kukuni va undan quyilgan g'isht neytral o'tga chidamli materiallar qatoriga kiradi, ular arzon va 1800°C haroratgacha chidamli bo'ladi. Pech vannasining yuqori qismi shamotli g'isht bilan niqoblanadi.

Gazlar pechning yuqori qismidan ~300°C haroratda chiqadi. Pech qopqog'idagi teshikdan tushiriladigan shixta, shlakni undan chiqishiga mos holda kiritiladi va harorat ta'sirida dastlab kuyadi, so'ngra suyuqlanadi hamda shlak va ma'lum miqdordagi ferrofosfor holatida pechdan chiqariladi.

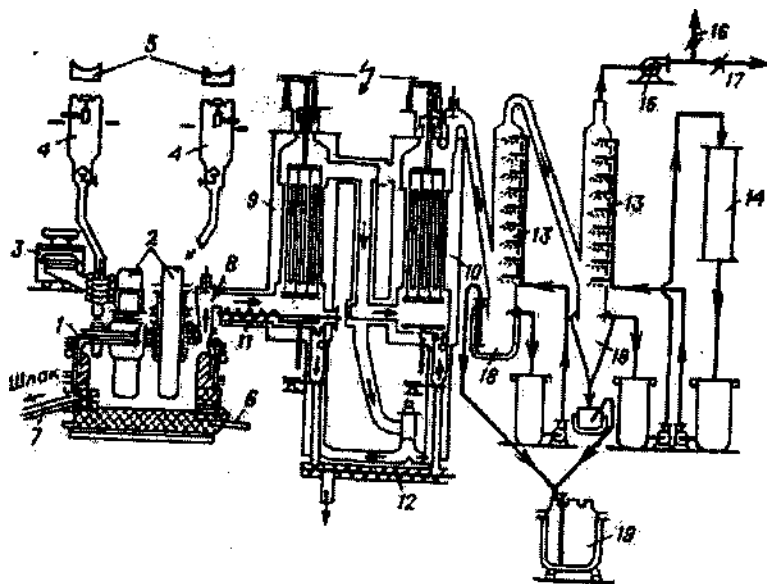
Xizmat ko'rsatishni osonlashtirish maqsadida yuqori quvatli pechlarda — elektrodning (ya'ni kuchlanish bo'yicha ish va quvvat doimiyligi), gazlar bosimining va shixta komponentlarini kiritishning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlaridan foydalaniladi.

Fosfatdan fosforning to'la qaytarilishi haqida fosforning qaytarilish koeffitsiyenti — pechdan gaz bilan birgalikda va ferrofosfat ko'rinishida chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati orqali ifodalangan kattalikdan bilib olish mumkin. Odatda, elektropechlardagi fosforning qaytarilish koeffitsiyenti 0,96—0,97 ga teng. Shixtadagi temir qanchalik kam bo'lsa, haydalish (vozgonka) koeffitsiyenti — gaz bilan chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati shunchalik ko'p bo'ladi. Elektropechlardagi fosforning haydalish koeffitsiyenti, odatda, 0,95 atrofida bo'ladi.

Pechdan chiqadigan shlak quyma buyumlar (kimyoviy jihoz detallari, yo'l qurilishi uchun plitkalar va hokazo), shlakli sement va g'ishtlar, issiqlik himoya materiallari va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi. Shlakning taxminiy tarkibi: 38-44 % SiO₂, 2-5 % Al₂O₃, 0,5-1 % Fe₂O₃, 44-48 % CaO, 0,5-7 % MgO, 0,5-3 % P₂O₅ bo'ladi. Shlak ostida yig'iladigan ferrofosfor - temir fosfidlari (Fe₂P va Fe₂O₃) va unga qo'shimcha sifatida oz miqdordagi boshqa metallar (marganes, xrom va h.o.) ning fosfidlaridan iborat. Uning tarkibida: 21—27 % fosfor, 67-73 % temir va oz miqdordagi uglerod, kremniy qo'shimchalari bo'ladi. U asosan metallurgiya sanoatida ishlatiladi.

1 t fosfor olishda 10500 kJ/m³ issiqlik beruvchi 2500-3000 m³ (n.sh. da) pech gazi, 25-27 kg ferrofosfor, 10-12 t shlak hosil bo'ladi. Pechdan chiqadigan gaz tarkibida: 0,2-2,15 g/m³ fosfor bug'lari, 60-85 % CO, 3,4-16,5% CO₂, 6-10 % N₂ (% lar hajm bo'yicha), qo'shimcha H₂S va boshqalar bo'ladi.

Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri 3.12-rasmda keltirilgan.



3.12-rasm. Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri: 1 — elektropech; 2 — elektrodlar; 3 — transformator; 4 — yuklash bunked; 5 — transportyor; 6 — ferfosfor cho'michli quyigichi; 7 — shlak juri; 8 — gazyig'ich; 9, 10 — elektrofiltrlar; 11, 12 — chang uchun shneklar; 13 — kondensatorlar; 14 — bug'ejeksiyal qurilma; 15 — gaz haydagich; 16 — gazni yoqish quvuri; 17 — gaz o'tkazish quvuri; 18 — suyuq fosforni yig'ich; 19 — suyuq fosforni saqlagich.

Elektropech (1) ga shixta tashlash uchun uning tepasiga yuklash bunkerlari (4) joylashtirilgan, ulardan shixta pechning kesim yuzasi bo'yicha bir xilda taqsimlanadi. Shixta yuklash bunkerlariga transportyor (5) yordamida uzatiladi. Tashqaridan havo kirishi va uning natijasida fosfor yonishini oldini olish maqsadida, pechda va pechdan chiqadigan gazlar o'tadigan barcha jihozlarda 0,3-0,6 klla bosim ushlab turiladi. Bunker doimo shixtaga to'ldirilgan va qopqog'i berkitilgan bo'ladi. Uning pastki qismidan esa sexning atmosferasiga zararli pech gazlarini chiqib ketishiga yo'l qo'ymay-digan bufer bo'lib xizmat qiluvchi azot muntazam ravishda berib turiladi.

Pechdan ferfosfor cho'michli quyigichi (6) orqali quyqum ostida yig'iladigan ferfosfor davriy ravishda (sutkasiga 1—2 marta)

temir yo'l iziga o'rnatilgan kovshga qo'yiladi. Undan yuqoriroqda joylashgan boshqa ikkita shlak juri (letkasi) (7) orqali muntazam ravishda shlak chiqarilib turiladi.

Pechdan chiqadigan gaz gaz yig'ich (8) orqali pech changlaridan tozalash uchun elektrofiltrlar (9) va (10) ga o'tadi. Elektrofiltrlar 40000-80000 V kuchlanish bilan ishlaydi. Fosforning kondensatsiyalanishini oldini olish uchun elektrofiltrlardagi harorat 280—300°C da ushlab turiladi. Shu maqsadda elektrofiltrlar va gaz o'tish yo'llarining sirti niqobli g'ishtdan tayyorlangan g'ilof bilan o'raladi. G'ilof bilan elektrofiltrlar orasida o'txona gazlari aylanuvchi bo'shliq bo'ladi va shu orqali elektrofiltrdagi harorat belgilangan darajada ushlab turiladi. Elektrofiltrlardagi harorat avtomatik boshqariladi — issiqlik yetishmaganda qo'shimcha miqdordagi gaz yoqiladi, uning ortiqchasi esa quvurdan chiqarib yuboriladi. Gaz o'tish yo'llarida ushlanib qolgan chang shnek (11) orqali kameraga uzatiladi, u yerda bundan tashqari elektrofiltrlarda ushlab qolgan chang ham yig'iladi. Kameradagi chang shnek (12) orqali chiqariladi. Changni suv bilan qorishtirilib suvli suspenziyaga aylantirilishi yoki to'g'ridan-to'g'ri mineral o'g'it ishlab chiqarishga yuborilishi mumkin.

Elektrofiltrdan chiqayotgan 250—300°C haroratdagi gaz, aylanma suv bilan tomchilatish ta'minlangan vertikal holatdagi minora — fosfor kondensatorlari (13) ga o'tadi. Kondensatsiya qurilmasi ikki: «qaynoq» va «sovuq» bosqichdan iborat. Gaz «qaynoq» kondensatorda spiralsimon trayektoriya bo'yicha pastdan yuqoriga harakatlanadi va u yerda forsunkalardan tushayotgan suv tomchilarining bug'lanishi natijasida va jihoz sirtidagi aylanma suv hisobiga soviydi. «Qaynoq» kondensatorda pech gazlari tarkibidagi fosforning 99%i kondensatlanadi. Gazni sovitish va fosforni yuvish uchun suv yopiq kontur: fosfor yig'ich — nasoslar — o'tkazuvchi quvurlar — forsunka — fosfor yig'ich bo'yicha aylanadi.

Pech gazi, tarkibidagi fosforni yanada ko'proq ajratib olinishini ta'minlash maqsadida «qaynoq» kondensatordan «sovuq» kondensatorga uzatiladi. Bu kondensatorda bug'ejeksiyal qurilma (BEQ) (14) yordamida sovitilgan aylanma suvdan foydalaniladi. «Sovuq» kondensatorda gaz harorati 27 dan 17°C gacha pasayadi va bunda fosforning ajralish darajasi 99,95 % gacha yetadi.

Kondensatorlardagi aylanuvchi suv vaqti-vaqti bilan neytrallab turiladi, chunki gaz tarkibidagi kislotali oksidlarning gidrolizi va SiF_4 ning gidrolizi hisobiga H_2SiF_6 ning hosil bo'lishi natijasida suvning kislotaliligi ortib ketadi va jihozlarning korroziyalanishi kuchayadi. Neytrallash uchun soda eritmasi yoki ammiakli suv ishlatiladi.

Pech gazi kondensatordan gaz haydagich (15) orqali chiqarib yuboriladi. Fosfordan tozalangan gaz yoqilg'i sifatida foydalanilishi yoki yoqilg'i yondirgich (16) da yoqib yuborilishi mumkin.

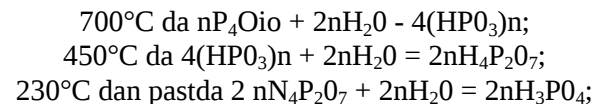
Sarf ko'effitsiyentlari		Qo'shimcha mahsulot va chiqindilar	
Fosfatli xomashyo ($21,5\%\text{P}_2\text{O}_5$)	13,2 t	Dashqol (shlak)	9,6 t
Kvarset ($95\%\text{SiO}_2$)	0,8 t	Ferfosfor	9, lit
oks ($84\%\text{C}$)	9,6 t	Pech gazi (n.sh.)	2700m^3
Elektrod massa	70 kg	Chang	0,2 t
Aylanuvchi suv	540m^3	Quyqum, 30% namlik bilan	0,15 t
Bug'	4,44 gj		
Tabiiy gaz	216m^3		
Qisilgan havo (n.sh.)	150m^3		
Inert gaz — azot (N.sh.)	500m^3		
Pech elektroenergiyasi	14000		
	kvt-s		
Texnologik	16500		
elektroenergiyasi	kvt-s		

Belgilangan Davlat standarti talablariga muvofiq A, B va S markadagi mahsulot sifatidagi fosfor ishlab chiqariladi. Ulardagi fosfor miqdori, mos holda (kam emas): 99,9; 99,5 va 94,5 %. S markali mahsulot tarkibida fosfor miqdorining kam bo'lishi lining tarkibida 5 % gacha quyqum borligi bilan izohlanadi.

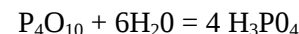
Aglomeratsiyalangan 0—10 mm sinfli mayda fraksiyadagi fosfat xomashyosini qayta ishlash natijasida 1 t fosfor olish uchun quyidagi ma'lumotlar olingan.

3.3.3. Termik fosfat kislotaning olinishi

Termik fosfat kislota elementar fosforning oksidlanishi (yondirilishi) va hosil qilingan mahsulotlarni gidratlanishi natijasida olinadi. P_4O_{10} ning gidratlanishi bosqichma-bosqich meta-, di- va ortofosfat kislotalar hosil bo'lish bilan boradi:



Gidratatsiyaning umumiy tenglamasi:



tenglama orqali ifodalanadi.

1 kg fosforning yonishida ajraladigan issiqlik miqdori 23614 kJ ni, gidratlanishi natijasida esa 3035 kJ (yoki 1 kg H_3PO_4 ga 1017 kJ) ni tashkil etadi. H_3PO_4 ni mahsulot kislotasi konsentratsiyasigacha suv bilan suyultirilganda qo'shimcha miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Texnik termik kislotada 73 %dan kam bo'lmagan H_3PO_4 bo'ladi.

Termik fosfat kislota ikki: bir bosqichli va ikki bosqichli usullar bilan olinishi mumkin. Bir bosqichli usul pechdan shiqayotgan gazni (fosfor bug'larini oldindan kondensatlanmasdan) yoqish va hosil bo'lgan P_4O_{10} ni gidratlanishiga asoslangan. Bu usulning soddaligiga qaramay, kam qo'llaniladi, chunki pech gazi tarkibidagi fosfor bug'larining konsentratsiyasi oz bo'lganligi sababli uni qayta ishlashda juda yirik, katta o'lchamdagi jihozlar talab etiladi. Bundan tashqari, gaz tarkibidagi begona qo'shimchalar (chang) hosil qilinadigan kislotani ifloslantiradi. Bu usulning asosiy kamchiligi shundaki, fosfor pechi va fosfat kislota olish tizimlari bir vaqtda ishlashi talab etiladi.

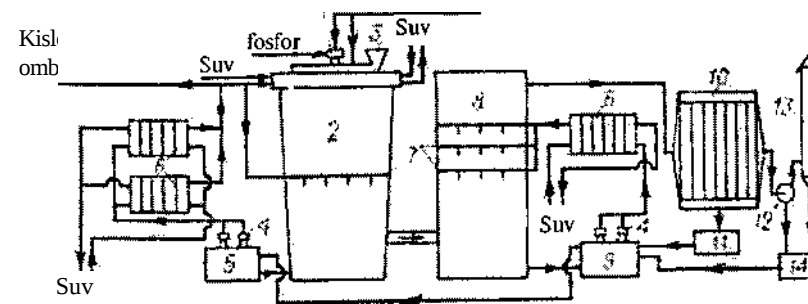
Termik fosfat kislota asosan ikki bosqichli usulda, ya'ni fosfor pechi tarkibidagi gazdan fosforni kondensatlash va so'ngra uni fosfat kislotaga aylantirish orqali ishlab chiqariladi. Bunda toza holdagi kislota olinadi va fosforning kondensatlanishidan keyingi qolgan yuqori kaloriyali gazdan foydalanish imkoniyati yaratiladi.

Fosforning oksidlanishi va P4OK) ning gidratlanishi natijasida katta miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi va undan hozircha foydalanilmaydi. Tizim issiqlik ajratish usullari bo'yicha sirkulatsion (sovituvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) va bug'latgichli (bug'lanuvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) ishlab chiqarishga bo'linadi. Sirkulatsion tizimlar: elektrofiltr yoki SKrubberli sirkulatsion bir minorali va sirkulatsion ikki minorali tizim keng tarqalgan. Odatda, sirkulatsion ikki minorali tizim keng qo'llaniladi. Bug'latgichli tizim esa ishlab chiqarishning kelajakdagi istiqboliga daxldordir. Sirkulatsion tizimdan farqli o'laroq, ularda nasos-sovitgichli jihozlarga ehtiyoj yo'q, shu sababli energetik xarajatlar kam talab etiladi. Lekin ularning asosiy kamchiligi shundan iboratki, minoradagi gidratlanishda suvning bug'lanishi tufayli hosil bo'ladigan chiqib ketuvchi gaz hajmining ko'payishi hisobiga va shuning uchun lining tarkibidagi kislota tomchilarini ushlab qolishga katta o'lchamdagi elektrofiltr qurilmalar talab etiladi.

3.13-rasmda sirkulatsion ikki minorali tizimda fosfat kislota ishlab chiqarish tasviri keltirilgan. Suyuq fosfor ombordan nasos yordamida dozator orqali yondirish minorasi (2) ning forsunkasi (1) ga beriladi. Yondirish minorasi kesik konus (pastki qismi kich-rayib boradigan) shaklida bo'ladi, hosil bo'lgan kislota tomchilari minoraning ichki devorlarida bir tekisda tarqalib, yupqa qavat hosil bo'lishini ta'minlaydi va suyuqlik pastga devor yuzasidan oqib tushadi. Bu esa minora ichki devorini qaynoq fosfor alangasining yemiruvchilik ta'siridan saqlaydi. Fosfor yonishining nazariy harorati 3500°C atrofida bo'ladi. Ammo, fosforning yonishida ikki hissa ko'p miqdordagi havo ishlatiladi va natijada, alanga harorati 2100—1800°C gacha pasayadi. Gazning keyingi sovishi kislotaldagi suvning bug'lanishi hisobiga ketadi. Havoning ortiqcha miqdorda olinishi fosforning quyi oksidlarini hosil bo'lishini, ularning gidratlanishi natijasida esa mahsulotni ifloslantiruvchi kislotalar (H_3PO_2 , H_3PO_3) hosil bo'lishini olidini olish uchun zarurdir.

Gaz haroratining yuqori (800-1000°C) bo'lishligi hisobiga P_2O_5 ning gidratlanishida dastlab bug' holatdagi metafosfat kislota, uning keyinchalik sovitilishi va gidratlanishidan tumansimon ortofosfat kislota hosil bo'ladi. Fosforning changlanishi forsunkaga keluvchi bug' bilan 70-80°C gacha qizdirilgan birlamchi qisilgan havo yor-

damida amalga oshiriladi. Ikkilamchi havo yondirish minorasiga chig'anoq (3) orqali yuboriladi. Fosforning oksidlanishidan ajraladigan issiqlik minora tomi qismidan uzatiladigan aylanuvchi suvga hamda yig'gich (5) va issiqlik almashtirgich (6) orqali minoraning yuqorisiga 46-50°C haroratda yuklash nasosi (4) yordamida quyiladigan aylanuvchi fosfat kislotaga yuttiriladi va bu suyuqliklar minoraning devorlaridan yupqa qavat hosil qilgan holda oqib tushadi. Bundan tashqari, kislota minora ichida joylashtirilgan uch qavat kislotali forsunkalar (7) da sachratiladi. Issiqlik almashtirgich (6) da sovitilgan kislota bir qismi omborga tayyor mahsulot sifatida chiqariladi. Yondirish minorasida 60 %gacha P4OK) absorbsiyalanadi, qolgan qismi esa — yig'gich (9) va issiqlik almashtirgich (6) orqali aylanuvchi kislota bilan sovitish-gidratlash minorasi (8) da ushlab qolinadi (ularda kislota harorati 25—27°C gacha pasayadi). Yig'gich (9) dagi kislota yig'gich (5) orqali aylanuvchi kislotaga qo'shiladi.



Qisilgan havo

3.13-rasm. Sirkulatsion Ikki minorali tizimda termik fosfat kislota ishlab chiqarish tasviri: 1 — forsunka; 2 — yondirish minorasi; 3 — ikkilamchi havoni uzatish uchun chig'anoq; 4 — yuklash nasoslari; 5 — yondirish minorasi aylanuvchi kislotasining yig'gichi; 6 — plastinkali issiqlik almashtirgich; 7 — kislotali forsunka kanal (kollektor) lari; 8 — sovitish-gidratlash minorasi; 9 — sovitish-gidratlash minorasi aylanuvchi kislotasining yig'gichi; 10 — elektrofiltr; 11 — kislota yig'gich; 12 — quyruq gaz ventilatori; 13 — gaz chiqarish quvuri; 14 — kondensat yig'gichi.

Sovitish minorasiga kiruvchi gaz harorati 85-100°C, chiquvchi gaz
124

harorati esa 45-55°C bo'ladi. Bu minoradan chiquvchi gaz
125

tarkibida 50 g/sm^3 (n.sh. da) fosfat kislota tumani holatidagi P_2O_5 bo'ladi. Uni elektrofiltr (10) da tutib qolinadi. Umumiy tutib qolish darajasi 99,9 %ni tashkil etadi. Elektrofiltrdagi kislota yig'gich (11) ga, undagi esa yig'gich (9) ga oqib tushadi. Quyuq gaz ventilatori (12) yondirish minorasidagi ikkilamchi havoni surib oladi va uni gaz chiqarish quvuri (13) ga atmosferaga chiqarib yuborish uchun purkaydi. Atmosferaga chiqariluvchi gaz tarkibida 80 mg/sm^3 dan kam miqdordagi (n.sh. da) P_2O_5 bo'ladi. Quyuq gaz ventilatori va gaz chiqarish quvuridagi kondensat yig'gich (14) ga oqib tushadi.

Yondirish va sovitish minoralari polietilen, diabraziv plitka va kislotabardosh g'ishtlar bilan himoyalangan metall qobiqqa ega bo'ladi. Yondirish minorasining o'rtacha diametri 5 m, balandligi esa 13 m bo'ladi. Sovitish minorasi 3,2 m diametrga, 13 metr balandlikka ega va unda ikki qator pashiq halqali to'ldirgich bor. Elektrofiltr 40—90 ming v kuchlanishdagi doymiy tok manbayiga ulanadi.

Bayon etilgan sistema yiliga 60 ming t 100 % i H_3PO_4 ishlab chiqarish unumdorligiga egadir. Unda 2,5—3 t/soat fosfor qayta ishlanadi. 1 tonna termik fosfat kislota (100 %li H_3PO_4 hisobida) ishlab chiqarish uchun 0,32-0,33 t sariq fosfor sarflanadi.

Termik fosfat kislota tarkibida juda oz miqdordagi begona qo'shimchalar bo'ladi: SO_3 , P_2O_3 , Pb, F, SiO_2 ning miqdori foyizning yuz yoki mingdan bir ulushini, As ning miqdori esa 0,002-0,004 %ni tashkil qiladi.

Superfosfat kislota (76 % P_2O_5 yoki 105 % H_3PO_4) ishlab chiqarish ham xuddi oddiy fosfat kislota (62 % P_2O_5 yoki 85 % H_3PO_4) ishlab chiqarish kabi — suyuq fosforni yondirilishidan hosil bo'lgan gazni gidratlanish minoralarida sovitishdan iborat. Lekin bu minorada suvdan tashqari qo'shimcha fosfat kislota ham purkaladi va uning aylanma harakati ta'minlanadi. Superfosfat kislota qovushqoqligining katta miqdor bo'lishligi sababli issiqlik almashinish intensivligi kam bo'ladi va shuning uchun kislota uchun ko'p miqdordagi sovitgichlar talab etiladi. Shu sababli, kislotalarni uzatishda markazdan qochma nasoslar o'rniga rotatsion nasoslardan foydalaniladi.

3.4. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash

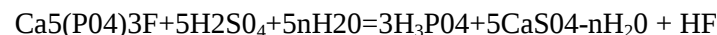
Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash natijasida sulfat kislota stexiometrik me'yoriga qarab mahsulot sifatida oddiy superfosfat va ekstraksion fosfat kislota (EFK) olinadi.

3.4.1. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari

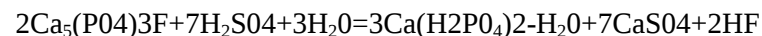
Tabiiy kalsiy fosfatlarning kislotalar bilan parchalanishidan fosfat kislotasi va kalsiyning tegishli tuzlari hosil bo'ladi. Kalsiyli tuzlari suvda yaxshi eriydigan kislotalar (masalan, nitrat yoki xlorid kislota) ishlatilganda olingan eritmalarini o'g'itga aylantirish, o'simliklar tomonidan o'zlashmaydigan yoki qiyin o'zlashadigan fosfatli birikmalarga aylanishiga olib keladigan kimyoviy o'zga-rishlarning oldini olish uchun kalsiyning bir qismini ajratib olish yoki bog'lash orqali amalga oshiriladi. Bundan farqli o'laroq, fosfatlarni sulfat kislotali parchalashda ajraladigan suvda kam eruvchi kalsiy sulfat qattiq fazaga o'tadi; u o'g'it tarkibida ballast (keraksiz qo'shimcha) sifatida qatnashishi yoki eritmadan ajratib olinishi mumkin. Birinchi holatda oddiy superfosfat, ikkinchisida esa ekstraksion fosfat kislota olinadi.

Tabiiy fosfatlarni sulfat kislota bilan ishlov berilganda, ftorapatit:

- fosfat kislota olishda:

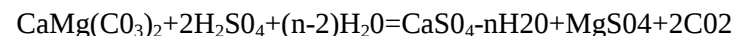


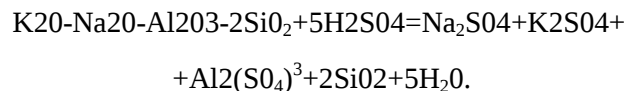
- superfosfat olishda:



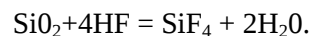
reaksiya tenglamalari bo'yicha parchalanadi.

Shu bilan bir vaqtda fosfatli xomashyo tarkibidagi boshqa minerallar: kalsit, dolomit, temir- va alumosilikatlar ham parchalanadi. Masalan:





Kremniy dioksid HF bilan ta'sirlashib, SiF_4 hosil qiladi:



SiF_4 ning bir qismi gazli fazaga o'tadi, qolgan qismi esa eritmada qoladigan geksaftorsilikat kislotaga aylanadi:



Tarkibida kislotada eruvchan ko'p miqdordagi magniy, alu-miniy, temir birikmalari bo'lgan tabiiy fosfatlar sulfat kislotali ish-lov berish uchun yarog'sizdir. Ayniqsa, temir bo'lgan qo'shimchali minerallar yarog'siz hisoblanadi.

Hosil bo'ladigan temir fosfatlari barqaror to'yingan eritmalarga aylanib, ulardan asosan $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ shaklida kristallanish sekin kechadi. Buning oqibatida fosfat kislotada olishda kalsiy sulfat cho'kmasi bilan birgalikda erimaydigan temir fosfati shaklida P_2O_5 ning bir qismi yo'qotilishi hisobiga uning unumi kamayadi; superfosfat olishda esa mahsulotdagi suvda eriydigan P_2O_5 ning miqdori kamayadi, chunki uning malum ulushi o'simliklarga qiyin o'zlashadigan, sitratli eritmada qisman eriydigan $\text{FePC}^{\wedge}\text{H}/\text{O}$ shakliga o'tadi. Eritmadan qiyin eriydigan shaklga o'tish P_2O_5 ning retrogradatsiyasi deyiladi. Shu boisdan sulfat kislotali parchalashda tarkibida ko'p miqdorda temir bo'lgan fosforitlar ishlatilmaydi.

Rudalarni oldindan oksidlovchilik atmosferasida 850-1150°C haroratda qizdirish Fe(II) birikmalari — gyotet FeO(OH) , gidrogyotet $\text{FeO(OH)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ laming kislotalarda qiyin eriydigan gematit $\text{Fe}_2\text{C} > 3$, magnetit Fe_3O_4 va boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Lekin hattoki, uzoqvaqt qizdirish ham bu qo'shimcha-larning tayyor mahsulot sifatiga va ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlarga salbiy ta'sirini to'la bartaraf eta olmaydi. Shuning uchun sulfat kislotali parchalash jarayonida, odatda, tarkibidagi $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ og'rlik nisbati 0,08 dan katta bo'lmagan ruda va konsentratlar qo'llaniladi; bunda P_2O_5 retrogradatsiyasi sezilarsiz darajada bo'ladi.

Fosfatli rudalardagi karbonatlar-kalsit, dolomit qo'shimchalari ularning parchalanishi uchun qo'shimcha miqdordagi sulfat kislotada sarflanishiga, CO_2 ajralishi hisobiga reaksiya jihozlarda ko'p miqdordagi ko'pik hosil bo'lishiga, buning natijasida esa ular ish unumining pasayishiga olib keladi. Kalsit va dolomitning parchalanishi natijasida superfosfatdagi usiz ham unchalik katta bo'lmagan P_2O_5 konsentratsiyasini kamaytiruvchi yoki fosfat kislotada olishdagi tashlandiq gips miqdorining oshiruvchi qo'shimcha miqdordagi kalsiy sulfat hosil bo'ladi.

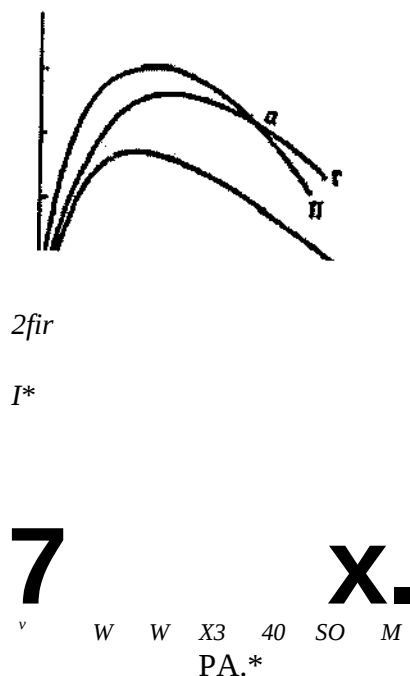
Rudani kuydirish natijasida karbonatlar parchalanadi va CO_2 yo'qotiladi. Shuning uchun kuydirilgan ruda ishlatilganda ko'piklanishning oldi olinadi. Ko'piklanishni birdaniga kamaytirishning boshqacha usuli, bu reaktorga uzatiluvchi rudalarni tashish moslamalari (shnek yoki lentali transportyor)da uncha ko'p miqdorda bo'lmagan sulfat yoki fosfat kislotalar bilan namlash hisoblanadi. Bunda karbonatlarning asosiy qismi parchalanib bo'ladi.

Rudalarni kislotali parchalanishida uning tarkibidagi magniy birikmalari xomashyoni yuqori parchalanish darajasiga erishishda to'sqinlik qiluvchi va olinadigan mahsulot sifatini yomonlashtiruvchi suvda eruvchan magniy sulfat va fosfatlariga aylanadi. Shuning uchun tarkibida ko'p miqdorda magniy bo'lgan xomashyodan uni kimyoviy boyitish orqali yo'qotish lozimdir.

Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash jarayonining texnologik parametrlarini tanlash uchun $\text{CaSO}_4 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasining xossasi asos hisoblanadi. Bunda kalsiy sulfat uch xil: bitta suvsiz (angidrit CaSO_4) va ikkita kristallogidrat [yarimgidrat (polugidrat) yoki bassanit $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ va digidrat yoki gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] shaklida mavjud bo'lishi mumkin. Ko'rsatilgan shakllar kristallanishining haroratli va konsentratsiyali sohalari — fosfat kislotadagi ularning eruvchanlik nisbatlari yoki eritma ustidagi suvning bug' bosimi va gipsning yarimgidratga yoki angidridga va yarimgidratning angidritga aylanishidagi qaytar reaksiyalar dissotsiatsiya bosimining nisbati orqali aniqlanadi.

Misol sifatida, kalsiy sulfatning 80°C dagi eruvchanlik izotermasi 3.14-rasmda keltirilgan. Tasvirdan ko'rinadiki, eritmada fosfat kislotaning miqdori ortib borishi bilan uchta modifikatsiyaning barchasini eruvchanligi dastlab ortib boradi, 16-22 % P_2O_5 da

maksimumga erishadi va so'ngra pasayadi. 80°C da angidrit minimal eruvchanlikka ega bo'ladi, uning o'zi, shuning uchun qattiq faza bilan muvozanatga sabab boiadi. 33,3 % dan kam P2O5 bo'lgan eritmalarida metastabil gips (metastabil kristallogidratlar izotermalari kesishgan a nuqtada) bevosita angidritga aylanadi; nis-batan yuqori konsentratsiyali eritmalarida dastlab gipsning kam eriydigan yarimgidratga konvyersiyasi sodir bo'ladi, shundan keyin yarimgidrat angidritgacha degidratlanadi. Bu o'zgarishlar stabilligi kam fazaning asta-sekin erishi va shu bilan bir paytda eritmada stabilligi yuqori fazaning kristallinishi yo'li bilan sodir bo'ladi.



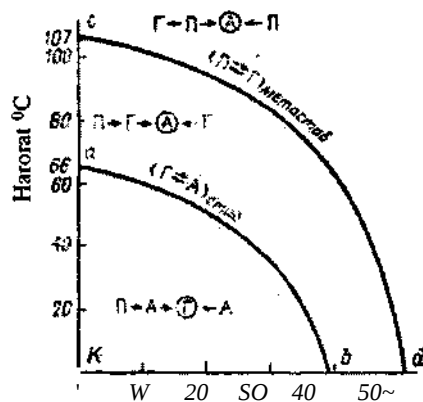
3.14-rasm. 80°C da fosfat kislotada kalsiy sulfatning eruvchanlik izotermasi: A - angidrit; P — yarimgidrat; G — gips.

3.15-rasmda $\text{CaSC}_2 > 4 \text{ — H}_3\text{PO}_4 \text{ — H}_2\text{O}$ sistemasida kalsiy sulfatning fazali o'zgarish yo'nalishi va tartibini ifodalovchi politermik diagramma keltirilgan. Sistemadagi stabil qattiq faza gips (pastdagi a b egri chiziq) va angidrit (yuqoridagi s d egri chiziq) hisoblanadi. s d egri chiziqdan yuqorida joylashgan sohada sistemaning birinchi

kristallanuvchi fazasi hisoblangan yarimgidratning katta qismi angidritga o'tadi. Bu o'zgarish 80°C da tarkibida 33,3 %dan ko'p P2O5 bo'lgan eritmalarida sekinlik bilan (sutka va oylarda) sodir bo'ladi. Xuddi shunday sharoitda gipsning yarimgidratgacha degidratatsiyasi ancha tez (soat va minutlarda) tugaydi.

sd va ab egri shiziqlar orasidagi sohada ham xuddi shunday stabil faza angidrit hisoblanadi, ammo bu yerda polugidrat angid-

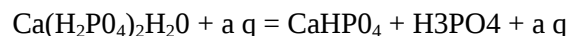
ritga to'g'ridan-to'g'ri aylanmaydi, dastlab gipsgacha to'la aylanadi. sd egri shiziq — turli haroratda bunday metastabil fazalarning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Shunga o'xshash, ab egri chiziqni ham turli haroratda stabil gips va angidritning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Osvald qoidasiga binoan ab egri chiziqdan pastdagi sohada stabil faza bo'lgan gips P—A—G o'zgarish bo'yicha gipsga aylanishi kerak. Vaholanki, amaliyotda bu sohada angidritning hosil bo'lishi kuza-tilmaydi. Buni fazalarning o'zgarish kinetikasi, masalan, keltirilgan harorat va P_2O_5 konsentratsiyasi sohasida $A \rightarrow G$ o'zgarishning $P \rightarrow A$ o'zgarishga nisbatan juda katta tezlik bilan sodir bo'lishi orqali izohlanishi mumkin. Boshqa sharoitda A ning o'zgarish tezligi kichik bo'lishi mumkin. Fazalarning o'zaro bir-biriga aylanish tezligi va yo'nalishiga sistemadagi begona qo'shimchalar ionlari ham ta'sir etishi mumkin.



3.15-rasm. Fosfat kislota eritmalarida kalsiy sulfat kristallogidratlarining bir-biriga aylanish tasviri: A - $CaSO_4$; P - $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$; G - $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

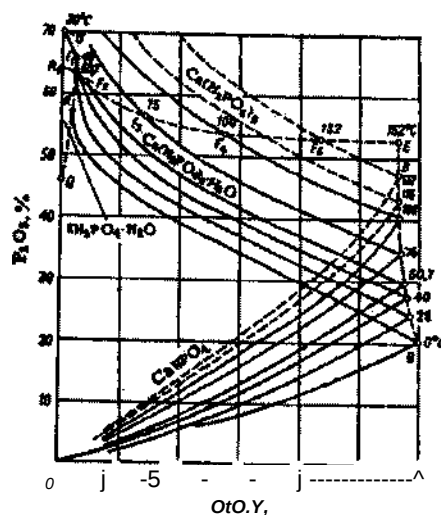
Shunday qilib, tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning harorat va konsentratsiya sharoitlarini tanlashda kalsiy sulfat modifikatsiyalarining hosil bo'lishi va bir-biriga aylanishining o'ziga xosligini e'tiborga olgan holda amalga oshirish lozim. Bu ayniqsa, ekstraksiya fosfat kislota texnologiyasida muhim ahamiyatga egadir.

Monokalsiyfosfat suv bilan ta'sirlashib, erkin fosfat kislota va dikalsiyfosfatga parchalanadi:



Parchalanish darajasi tuz va suvning nisbiy miqdoriga bog'liqdir. Shuning uchun monokalsiyfosfatning eruvchanligi haqida faqatgina shartli fikr yuritish mumkin. Ayni haroratdagi eritmaga ma'lum miqdordagi tuzni o'tkazish uchun talab etiladigan suvning faqat shunday miqdorigina doimiy hisoblanadi.

3.16-rasmda turli xil haroratlardagi CaO — H_3P_0_4 — H_2O sistema-sida eruvchanlik izotermasi tasvirlangan. Eritmadagi P_2O_5 konsentratsiyasi ortishi bilan monokalsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig'idagi CaO miqdori kamayadi, dikalsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig'idagi CaO miqdori esa ortadi.



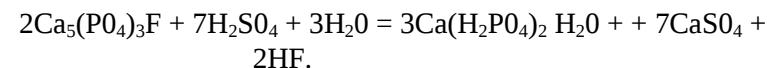
3.16-rasm. CaO — P_2O_5 — H_2O sistemasi. Ikki tuz bilan to'yintirilgan eritmalarining tarkibi (monovariantli muvozanat):
 V - 25-132°C da: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHP}_0_4$, 0°C da:
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHP}_0_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; F₁ - F₂ - 40-132°C da:
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2$; R va R_j - 0 va 25°C da:
 $2\text{H}_3\text{P}_0_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Uchta komponent bilan to'yintirilgan eritmalarining tarkibi (invariantli muvozanat):

U - 30°C da: $\text{H}_3\text{P}_0_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2$; E -
 152°C da: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 + \text{CaHP}_0_4$; Q - 100°C
 da: $2\text{H}_3\text{P}_0_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_0_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{muz}$.

3.4.2. Superfosfat

Superfosfatni nisbatan yuqori konsentratsiyali qo'shaloq superfosfatdan farqlash maqsadida oddiy superfosfat deb ham ataladi. Tabiiy fosfatlar (apatit konsentrat yoki fosforit uni) ni sulfat kislota bilan parchalash orqali superfosfat olinadi. Sulfat kislota miqdori tabiiy fosfatdagi kalsiyni to'la bog'lashga ketadigan miqdorga nisbatan shunday hisobda kam olinadiki, buning natijasida quyidagi tenglama bo'yicha monokalsiyfosfat va kalsiy sulfatning aralashmasi hosil bo'ladi:



Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xomashyo va sulfat kislota-ni aralashtirilishidan dastlab suspenziya hosil bo'ladi, unda kimyoviy reaksiyalar va kristallanish jarayonining sodir bo'lishi tufayli u asta-sekin quyiladi va yaxlit massa holatida qotadi. Uning maydalanishidan hosil qilingan superfosfat — kul rang kukun yoki donador mahsulotdir. U bir necha qattiq faza va ularga shimilgan suyuq fazadan iboratdir. Qattiq fazada kalsiy (asosan monokalsiyfosfat), magniy, temir, aluminij fosfatlari, $\text{CaS}_0_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ qo'shimchasi bilan CaS_0_4 (apatit konsentratini qayta ishlashda esa shuningdek, SrS_0_4), boshlang'ich fosfat tarkibiga kiruvchi parchalanmagan mineral qoldiqlari, kremnegel $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar bo'ladi. Qattiq fazaning miqdori 65-72 % ni, shu jumladan, 50-55 % CaS_0_4 (va SrS_0_4) ni tashkil etadi. Suyuq faza esa monokalsiyfosfatga to'yingan va tarkibida Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , F^- , SiF_6^{2-} va boshqa ionlar bo'lgan fosfat kislotaning suvli eritmasidan iboratdir.

Superfosfat ishlab chiqarishdagi asosiy vazifalar: apatit konsentrat yoki fosforit uning sulfat kislotasi bilan qorishtirish va

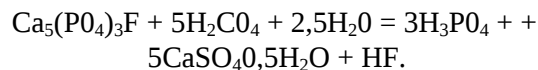
hosil qilingan suspenziyani kameralarda pishitish (yetiltirish) dan iboratdir. Uning batamom pishitilishi kimyoviy sexlarda mahsulotni saqlashda to'la amalga oshadi. Xomashyolar aralashtirgichlaridan va superfosfat kamerasidan chiqadigan ftorli gazlar — ftor boigan boshqa mahsulotlarga aylantiriladi.

Kukunsimon superfosfat gigroskopikdir va suyuq fazadan monokalsiyfosfatning kristallanishi natijasida kuchli yopishqoq bo'lib qoladi. Sovitilgan va yetarli darajada pishitilgan superfosfatda kristallanish tugallanganligi uchun yopishqoqligi kam boiadi. Neytrallangan va donadorlangan superfosfat deyarli yopishib qolmaydi.

Hozirgi paytda konsentrlangan fosforli va murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish juda tez suratlarda rivojlanayotganligi sababli mineral o'g'itlarning dunyodagi assortimentida oddiy superfosfatning nisbiy ulushi kamayib bormoqda.

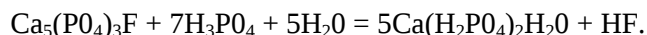
3.4.3. Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

Fosfatning parchalanishi. Superfosfat olishda ftorapatitning parchalanishi ikki bosqichda sodir bo'ladi. Avval erkin fosfat kislota hosil bo'ladi:



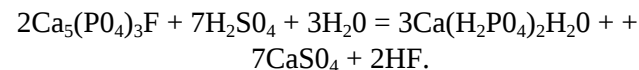
Bu reaksiya 20—40 minut davomida kamerada superfosfat massasining pishitilishi davrida tugaydi. Kalsiy sulfat yarimgidrat shaklida cho'kmaga tushadi, ammo juda tez, bir necha minutda angidritga aylanadi, uning shakli tayyor superfosfatda saqlanib qoladi. Buni superfosfat kamerasidagi reaksiya massa haroratining yuqoriligi (110-120°C) va suyuq fazada (birinchi bosqich jarayonining oxirida 42-46 %) P_2O_5 miqdorining ko'pligi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kalsiy sulfatning stabil shakli angidrit hisoblanadi (3.15-rasm).

Sulfat kislota to'la sarflangandan so'ng ikkinchi bosqich jarayoni-qolgan apatitning to'plangan fosfat kislota bilan reaksiyasi boshlanadi:



Hosil bo'lgan monokalsiyfosfat dastlab eritmada bo'ladi, uning to'yinishidan kristallanishi boshlanadi. $\text{CaO} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi muvozanat diagrammasidan ko'rinadiki (3.16-rasm), eritmada P_2O_5 miqdori 42-46 % va harorat 100°C dan yuqori (bu ikkinchi bosqich jarayonining boshlanish sharoitiga muvofiq keladi) bo'lganda monokalsiyfosfat $\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2\text{H}_2\text{O}$ kristallanadi.

Stexiometrik nisbatdagi komponentlarning ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'ladigan quyidagi:



Tenglama bo'yicha boradigan reaksiyaning birinchi bosqich jarayonida 70 %, ikkinchi bosqichida esa 30 % apatit ta'sirlashadi. Birinchi bosqichda ko'p miqdordagi suyuq fazaga to'lgan to'r tuzilishli mikrokristallardan iborat kalsiy sulfat hosil bo'ladi. Reaksiya massaning qotishi sulfat kislota to'la sarflanguncha sodir bo'ladi, uning ishtirokida monokalsiyfosfatning hosil bo'lishi mumkin emas; shu boisdan massa qotishining sababini faqatgina kalsiy sulfatning kristallanishiga bog'lash mumkin. Ikkinchi bosqich kamerali yetiltirish davrida boshlanadi va omborda mahsulotni uzoqvaqt (xomashyo naviga, ishlab chiqarish tartibiga va pishitish sharoitiga bog'liq holda 6-25 sutka) pishitishda yakunlanadi.

Sulfat kislotaning me'yori. Fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislotaning stexiometrik me'yori $7\text{H}_2\text{SO}_4:3\text{P}_2\text{O}_5$ nisbat orqali aniqlanadi va u 1 qism P_2O_5 ga 1,61 qism H_2SO_4 to'g'ri keladigan miqdorga teng (bu yerda va keyinchalik ham massa nisbatida bo'ladi). Apatit konsentratida 39,4 % P_2O_5 bo'lsa, 100 qism xomashyoga to'g'ri keladigan H_2SO_4 ning stexiometrik me'yori $39,4 \times 1,61 = 63,4$ qismni tashkil qiladi. Parchalanishni tezlashtirish maqsadida va begona qo'shimchalar borligini hisobga olgan holda kislotaning amaliy me'yori nisbatan yuqori — 68 dan 72 qismgacha olinadi.

Fosforitlardan oddiy superfosfat olishda sulfat kislotaning stexiometrik me'yorini hisoblash — xomashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibini hamda reaksiya muhit kislotaliligining kamayish darajasi bo'yicha uning parchalanish jarayonida sodir bo'la-

ladigan ikkilamchi reaksiyalarni ham e'tiborga olingan holda amalga oshiriladi. Ajralib chiqadigan kislotalar (H_3PO_4 , HF) ham boshlang'ich xomashyo komponentlarini parchalaydi. Boshlang'ich xomashyo tarkibidagi kalsiyning bir qismigina monofosfatga aylanadi, qolgan asosiy qismi esa sulfat kislota sarflanishi hisobiga kalsiy sulfatga aylanadi. Fosfatli anionlarning bir qismi kationli qo'shimchalar — Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} bilan birikadi, natijada monofosfatga aylanadigan kalsiyning ma'lum ulushini kamayishiga, ya'ni hosil bo'ladigan $CaSO_4$ miqdorining ortishiga olib keladi; bu esa sarflanadigan H_2SO_4 me'yori orttirishni talab etadi.

Fosforitda kalsiydan tashqari erimaydigan sulfatlar hosil qiluvchi boshqa elementlar yo'q bo'lganda, sulfat kislota stexiometrik me'yori (n) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

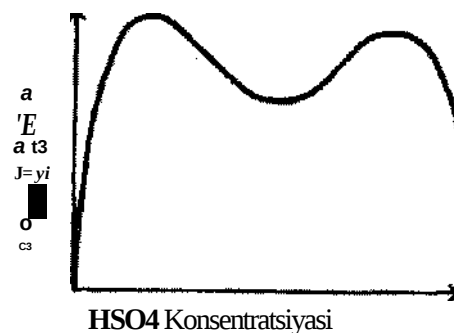
$$n = 98[l/56 - (m/142 - p/40 - q/160 - r/102)].$$

Bu yerda: 1, m, p, q, r - xomashyo tarkibidagi (mos holda) CaO , P_2O_5 , MgO , Fe_2O_3 va Al_2O_3 laming massa bo'yicha % miqdorlari; 56, 142, 40, 160 va 102 — tegishli ularning mole-kular massalari.

Sulfat kislota aniq (real) me'yori uning hisoblangan me'yoridan birmuncha kichik bo'ladi, chunki Ca^{2+} ionining bir qismi F^- , SiF_6^{2-} ionlari bilan ham birikadi. Boshqa qo'shimchalar esa uning miqdorini oshirishi mumkin. Shuning uchun har bir turdagi xomashyo uchun sulfat kislota amaliy me'yori tajriba yo'li bilan belgilanadi.

Jarayonning mexanizmi va tezligi. Harorat va jarayonga kiritiladigan sulfat kislota konsentratsiyasi mahsulotning tuzilishi va fizik xossalari o'z aksini topadi. Fosfatning parchalanish tezligi sulfat kislota konsentratsiyasiga, superfosfat suyuq fazasi tarkibi va uning reaksiya mahsulotlari bilan to'yinish darajasiga bog'liqdir. 3.17-rasmda belgilangan vaqt doirasida fosfatning parchalanish darajasini davriy aralashtirish sharoitida boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligining umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Suyultirilgan eritma konsentratsiyasining ortishi va konsentrlangan eritma konsentratsiyasining kamayishi bilan fosfatning parchalanish darajasi, shuningdek, parchalanish tezligi ham ortadi. Ammo sulfat kislota eng kichik va katta konsentratsiyali

eritmalarida parchalanishning boshlanishi bilan ajraladigan kalsiy sulfat tarkibi o'zgaradi va uning kichik o'lchamli kristallari hosil bo'ladi; bu esa hosil bo'lgan kristallarning fosfat zarrachalari sirtiga joylashib olib, u keyingi sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqlilik grafigida ikkita maksimum va ular orasida bitta minimumdan iborat egri chiziqli tarzda aks ettirilgan. Maksimumlarning joylashish holati xomashyo turi, harorat, vaqt va boshqalarga bog'liqdir. Kislota quyi konsentratsiyasida fosfatning parchalanish darajasi va tezligi erisha oladigan eng yuqori daraja (chapdagi maksimum) uning yuqori konsentratsiyali eritmasidagi (o'ngdagi maksimum)ga nisbatan katta bo'ladi; ammo bunday kislota bilan sistemaga ko'p miqdordagi suv kiradi va bu esa qattiq mahsulot o'rniga qurimaydigan suspenziya hosil bo'lishiga olib keladi.



3.17-rasm. Belgilangan vaqt doirasida fosfatning parchalanish darajasini davriy aralashtirish sharoitida boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Apatitni davriy sharoitda 63 % H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi bilan parchalanganda kalsiy sulfatning yarimgidrat va angdrit shaklining uzunligi 5-7 va eni 1—2 mkm bo'lgan mayda ignasimon kristallari hosil bo'ladi. Ignasimon kristallar fosfat donachalari sirtida qalin quyqali parda hosil qiladi. Bu esa reaksiyani to'xtatadi, natijada, superfosfat massasi yomon

qorishadi, undagi suyuq faza qattiq zarracha sirtida qoladi va fizik xossasi yomon bo'lgan — sochiluvchanligi kam ho'l «ifloslangan» mahsulot olinadi. Parchalanish jarayonini 63 % H₂SO₄ dan quyi konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi bilan o'tkazilganda esa kalsiy sulfatning nisbatan yirik (10-15 mkm) kristallari hosil bo'ladi. Ular fosfat sirtida unga kislotaning diffuziyalanishini kam darajada qiyinlashtiradigan yoriqli g'ovak qobiq hosil qiladi; shuning uchun reaksiya tezroq ketadi va quruq sochiluvchan mahsulot olinadi.

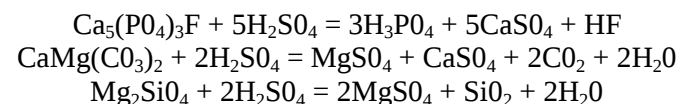
Boshlang'ich sulfat kislotaning konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, mahsulotning namligi ham shunchalik kam bo'ladi va undagi P₂O₅ miqdori ortadi. Lekin sulfat kislota konsentratsiya-sining yetarli darajadan yuqori bo'lishi yuqorida izohlangan holatni keltirib chiqaradi. Shunday qilib, kislota konsentratsiyasining optimal doirasi bo'lib, uning chegarasi harorat va aralashtirish sha-roitiga bog'liqdir. Optimal konsentratsiya, harorat va sulfat kislota me'yori fosfat xomashyosining har bir navi uchun tajriba sharoitidan kelib chiqib aniqlanadi.

Ishlab chiqarish jarayonida reagentlarning uzluksiz aralashtirishda qisman ta'sirlashgan reaksiya aralashma — suspenziya (bo'tqa) kiritiladi, bunda 50-60°C haroratdagi 68-69 %li sulfat kislota ishlatiladi. Bu holda suyuq fazada sulfat va fosfat kislotalarning ma'lum nisbati o'raatiladi, kalsiy sulfatning kristallanishi yaxshilanadi va qorishuvchi (qotuvchi) massa g'ovak holatda hosil bo'ladi.

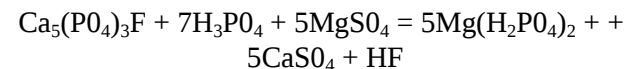
Suspeziyaning oquvchanligini yo'qotishi va qotib qolishini oldini olish maqsadida uning aralashtirgichda bo'lish vaqti qisqa muddatli bo'ladi, ammo bu vaqtda xomashyoning parchalanish darajasi belgilangan darajaga yetib borishi kerak. Boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, aralashtirgichdan chiqadigan suspenziyadagi apatitning parchalanish darajasi shunchalik yuqori darajada ushlab turiladi va fosfat zarrachalari sirtiga suyuqlik o'tkazmaydigan kalsiy sulfat qobig'ining hosil bo'lmasligi uchun H₂SO₄:H₃P₀₄ nisbat ham shunchalik kichik darajada bo'lishi kerak. Agar boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasi 68 %li bo'lsa, optimal sharoit uchun aralashtirgichda suspenziya-ning bo'lish vaqti 5—7 min, uning aralashtirgichdan chiqish haro-rati 110-115°C bo'ladi.

Fosfat parchalanishining birinchi bosqichida sulfat kislota bilan fosfatning mayda zarrachalari ta'sirlashadi, reaksiya nihoyatda shiddatli kechadi va fosfat kislota hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda esa fosfatning yirik zarrachalari bilan fosfat kislota va reaksiyaga kirishmagan sulfat kislota ta'sirlashadi. Bunda suyuq fazadagi eritmaning neytrallanib borishi tufayli reaksiya tezligi birmuncha pasayadi. Kamerada superfosfat massasining suyuq fazasining monokalsiyfosfatga to'yinib borishi bilan ham parchalanish tezligi yanada pasayadi. Ikkinchi fazada parchalanish tezligining pasayishini suyuq fazaning neytrallanib borishi, yirik fosfat zarrachalarining parchalanishi va fosfat sirtida kalsiy sulfat qobiqlarining hosil bo'lishi bilan izohlanishi mumkin.

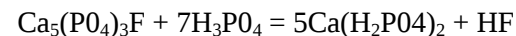
Qorotog' fosforiti asosidagi superfosfat. Qorotog' fosforitidan superfosfat olish jarayoni — unda dolomit va magnezial silikatlar qo'shimchalarining bo'lishligi tufayli o'ziga hos xususiyatga egadir. Magniy birikmalari ishtirok etadigan fosfatlarning sulfat kislota bilan parchalanishi uchta bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqichda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Buning natijasida tarkibida fosfat kislota va magniy sulfat bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda fosfatni fosfat kislota bilan parchalanadi, ammo eritmada magniy sulfat bo'lganligi uchun monokalsiyfosfat o'rniga monomagniyfosfat hosil bo'ladi:

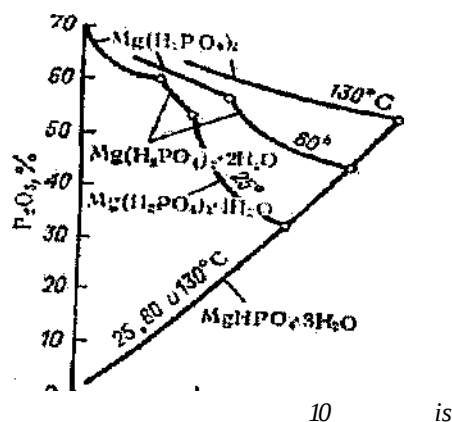


Ikkinchi bosqich MgSO₄ ning Mg(F₂P₀₄)₂ ga to'la aylanishi bilan yakunlanadi. Uchinchi bosqichda esa qolgan fosfatli xom-ashyo tarkibida monomagniyfosfat bo'lgan fosfat kislota bilan parchalanadi va monokalsiyfosfatga aylanadi:



Ikkinchi bosqich oxirida fosfatli kompleks MgO , P_2O_5 va H_2O dan iborat bo'ladi. $\text{MgO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ sistemadagi "eruvchanlik diagrammasidan (3.18-rasm) ko'rinadiki, monomagniyfosfatning eruvchanligi $\text{SaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ sistemadagi monokalsiyfosfatning eruvchanligidan nisbatan katta bo'ladi. Mono- va dimagniy-fosfatlar to'yingan suvli eritmalariga nisbati bo'yicha inkongruent bo'lishiga qaramay, ya'ni qattiq fazaga kislotaliligi kam bo'lgan fosfatlar holatida o'tish bilan parchalanadi; magniy fosfatning parchalanish darajasi kalsiy fosfatning parchalanish darajasidan (tuz va suvning nisbati bir xil bo'lganda) nisbatan kichik bo'ladi. $25\sim 80^\circ\text{C}$ harorat va $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2:\text{H}_2\text{O} < 0,287$ nisbatda monomag-niyfosfat parchalanmasdan eriydi; bu nisbat katta bo'lganda monomagniyfosfat parchalanadi va dimagniyfosfat qattiq fazaga o'tadi; monokalsiy-fosfatning parchalanishi esa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2:\text{H}_2\text{O} > 0,01$ dan sodir bo'la boshlaydi.

Xuddi kalsiy tuzlaridagi kabi P_2O_5 konsentratsiyasi ortishi bilan dimagniyfosfat eruvchanligi ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi (3.18-rasm), ammo monokalsiyfosfatdan farqli o'laroq monomagniyfosfatning suv ta'sirida parchalanish darajasi haroratga deyarli bog'liq emas.



3.18-rasm. 25, 80 va 130°C haroratdagi $\text{MgO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ sistemasida eruvchanlik izotermlari: ikkita qattiq fazali muvozanatdagi eritmaning tarkibi nuqtalar bilan belgilangan.

Ikkinchi bosqich reaksiyaning tugallanishi arafasida ham monomagniyfosfatning eruvchanligi katta bo'lganligi uchun suyuq faza uning bilan to'yinmagan holatida qoladi, ammo u to'la eritmada bo'ladi va fosfat kislotaning neytrallanish darajasi kutilganidan ko'ra, nihoyatda katta bo'ladi. Monomagniyfosfat fosfat kislota bilan bufer aralashma hosil qiladi, Mg^{2+} va H_2PO_4^- ionlariga dissotsilanadi, bu esa fosfat kislotaning H^+ va H_2PO_4^- ionlariga dissotsilanishini susaytiradi. Shu sababga ko'ra, xomashyoning parchalanishini ikkinchi bosqich jarayonida yoq keskin pasaytiradi, uning uchinchi bosqichdagi tezligi esa butunlay kamayadi.

Yuqorida ta'kidlanganlarai, shuningdek, monomagniyfosfatning gigroskopikligini e'tiborga olinsa, u Qoratog' fosforitidan olingan superfosfatning fizik xossalarini yomonlashtiradi. Shuning uchun fosforitlarni oldindan magniy birikmalarining bir qismini yo'qotish orqali boyitish maqsadga muvofiqdir. Ishlatiladigan xomashyoda magniyning miqdori P_2O_5 miqdorining 6-8 % idan ortib ketmasligi lozim. Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfat uchun ombordagi optimal harorat ($65\text{—}80^\circ\text{C}$) apatit yoki magniy tutmagan fosforitlardan olinadigan superfosfatlarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi. Bu holatda superfosfat massasining sovishi parchalanish jarayonini tezlashtirmaydi, balki sekinlashtiradi. Buning sababini yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, suyuq fazaning yuqori darajada neytrallanganligi va haroratning pasayishi bilan monomagniyfosfat eruvchanligining kamaymasligi bilan izohlanadi.

Tarkibida 27,5 % P_2O_5 , 6,6 % CO_2 va 2,5 % P_2O_3 bo'lgan Qoratog' fosforitini 68 %li sulfat kislota bilan 64 og'irlik qism stexiometrik me'yorda parchalash yo'li bilan olingan kukunsimon oddiy superfosfatda xomashyoning parchalanish darajasi 90 %ga yetadi va mahsulot quyidagi tarkibga ega bo'ladi: P_2O_5 umum = 15,6 %; P_2O_5 o'zl.=14,0 %; P_2O_5 erkin = 5,0 %; H_2O = 10,5 %.

Ishlab chiqarish ko'rsatkichlari. Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xomashyo parchalanishining toialigi parchalanish koeffitsiyenti, ya'ni superfosfatdagi o'zlashadigan P_2O_5 ning umumiy P_2O_5 miqdoriga nisbati orqali talqin etiladi. Sulfat kislota me'yori qanchalik katta bo'lsa, parchalanish koeffitsiyenti ham shunchalik yuqori bo'ladi. 68—72 og'irlik qism me'yorida apatit konsentratidan olingan kamerali superfosfatdagi parchalanish koeffitsiyenti 83—

88% ga teng va superfosfatda ma'lum miqdordagi (11-12 %) erkin fosfat kislota bo'ladi. Superfosfatning ombordagi yetiltirish jarayonida esa parchalanish koeffitsiyenti 93-95 % ga yetadi, erkin fosfat kislota esa ~5 % gacha kamayadi.

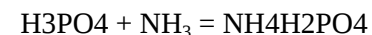
Olingan superfosfat miqdorining uni ishlab chiqarish uchun sarflangan fosfat miqdoriga nisbati superfosfat unumi deyiladi. Vaholanki, fosfatdagi P_2O_5 to'laligicha superfosfatga o'tadi, shu-ning uchun unum fosfatdagi P_2O_5 ning foiz miqdorini mahsulotdagi umumiy P_2O_5 ning foiz miqdoriga nisbati bilan ifodalanadi. Apatit konsentratidan yangi hosil qilingan superfosfatning unumi 1,94-2,01 ni, fosforitdan olingan superfosfat unumi esa 1,5—1,9 ni tashkil etadi. Superfosfatni omborda saqlanishi natijasida undan suvning bug'lanishi hisobiga unum ma'lum darajaga pasayadi.

Mahsulotning gigroskopikligi va uning neytrallanishi. Yuqori yerkin kislotalilikka (5 %dan yuqori P_2O_5) ega bo'lgan superfosfat $20^\circ C$ haroratda havoning nisbiy namligi $70^\circ 100$ % bo'lganda atmosfera namligini yutadi. Buni superfosfat suyuq fazasining to'yingan bug' bosimi (1,33-1,81 KiTa) xuddi shu haroratdagi suvning to'yingan bug' bosimi (1,63-2,33 KiTa) dan kichik ekanligi bilan izohlanadi. Yutilgan namlik ma'lum miqdordagi monokal-siyfosfatni eritadi, uning dikalsiyfosfat va fosfat kislotaga parcha-lanishiga olib keladi. Ajralgan qo'shimcha miqdordagi erkin fosfat kislota superfosfatni yanada gigroskopikligini oshiradi.

Bunday superfosfat yomon fizik xossaga ega bo'ladi — yopish-qoq bo'lib qoladi, tushirish va yuklash moslamalariga yopishib qolishi natijasida qiyinchiliklar tug'diradi. Bundan tashqari, mexanizmlarning korroziyasini tezlashtiradi. Shuning uchun yetiltirilgan superfosfat fosfat kislotada oson parchalanuvchi neytrallovchi qo'shimchalar bilan neytrallanadi. Odatda, neytrallanish jarayoni donadorlash bilan bir vaqtda amalga oshiriladi. Neytrallovchi qo'shimcha sifatida oson parchalanadigan mayda fraksiyali fosforit uni, suyak kukuni, ohak, bo'r, ohaktosh, ftorsizlantirilgan fosfatlar va boshqalar ishlatiladi. Tarkibida fosfor bo'lgan neytrallovchi qo'shimchalar mahsulotni boyitadi. Fosforitning qo'llanilishi natijasida erkin P_2O_5 ning 1 %ga kamayishi hisobiga, ekvivalent suratda, mahsulotdagi o'zlashadigan P_2O_5 ning miqdori o'rtacha 0,42 %ga ortadi. Superfosfatdagi fosfat kislotani kalsiy birikmalari bilan

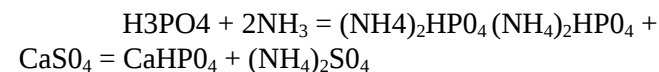
neytrallash natijasida mahsulot tarkibida qo'shimcha miqdordagi kalsiy monofosfat hosil bo'ladi. Bunda superfosfatdagi qattiq komponentlar miqdori ortadi va uning fizik xossasi yaxshi-lanadi. Superfosfatdagi kislotalilikni keragidan ortiq darajada kamaytirish suvda kam eriydigan dikalsiyfosfatning hosil bo'lishiga olib keladi, ohakning ortiqcha bo'lishi esa qiyin eriydigan trikalsiyfosfat hosil bo'lish bilan boradigan retrogradatsiyalanishga olib keladi. Mahsulot tarkibining ayrim qismlaridagi retrogradatsiya esa reagentlar-ning yomon aralashtirilishi hisobiga yuzaga keladi. Shuning uchun neytrallash jarayonida qo'shimchalarni mahsulot bilan yaxshi aralashishini ta'minlash lozimdir.

Ammoniyashtirish. Superfosfat sifatini yaxshilashning usullaridan yana biri bu uning ammoniyashtirilishidir, ya'ni erkin fosfat kislotani ammiak gazi bilan neytrallashdir. Ammoniyashtirish superfosfat gigroskopik bo'lmagan, quruq, yopishmaydigan kukundir. Uning tarkibidagi azot esa kerakli ozuqa elementidir. Superfosfat tarkibidagi erkin fosfat kislotani gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash jarayonida dastlab monoammoniyfosfat hosil bo'ladi:

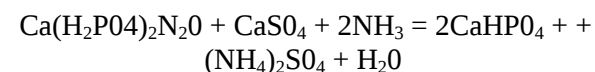


Neytrallanish issiqligining ajralishi hisobiga massaning harorati $80-90^\circ C$ gacha ko'tariladi va buning hisobiga superfosfat birmuncha quriydi. Bunda suvda eriydigan P_2O_5 miqdori kamaymaydi.

Nisbatan kuchliroq ammoniyashtirish natijasida hosil bo'lgan diammoniyfosfat kalsiy sulfat bilan ta'sirlashib, dikalsiyfosfatga aylanadi:

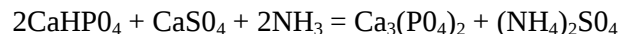


Monokal-siyfosfat ham dikalsiyfosfatga aylanadi:



Bunday chuqur ammoniyashtirish natijasida superfosfatdagi suvda eriydigan P_2O_5 miqdori anchagina kamayadi, ammo o'zla-

shadigan P_2O_5 miqdori sezilarli o'zgarmaydi. Ammoniyashtirishni yanada davom ettirish P_2O_5 retrogradatsiyasiga olib keladi — dikalsiyfosfat o'simliklar qiyin o'zlashtiradigan trikalsiyfosfat shakliga aylanadi:



Shuning uchun superfosfatning ammiak bilan neytrallashtirish natijasida tarkibida 2 % atrofida azot bo'lgan mahsulot olinadi. Tarkibida ko'p miqdorda (8 %gacha) azot bo'lgan ammoniyashtirilgan superfosfat olishda neytrallovchi vosita sifatida suyuq ammiaklar qo'llaniladi.

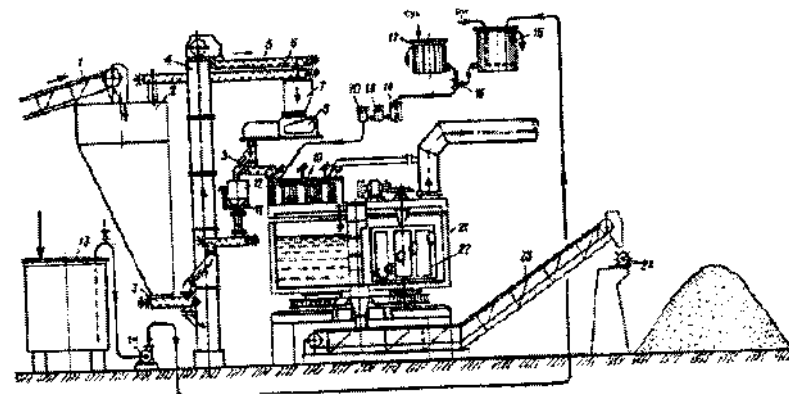
Superfosfatni ammoniyashtirish aylanuvchi barabanli ammoniyashtirgichga uzluksiz ravishda superfosfat kiritish va uning yo'nalishi bo'yicha oqimda gaz holatdagi ammiak yuborish orqali amalga oshiriladi. Ammiakning me'yori superfosfat massasining 2 %ini, uning yutilish darajasi esa 97-99 %ni tashkil etadi. Ammoniyashtirishda hosil bo'ladigan guvala holatdagi superfosfat elanadi va maydalanadi.

Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfatni ammoniyashtirish, ayniqsa, samarali hisoblanadi. Bunda kalsiy va magniy fosfat tuzlarining eritmadan to'la ajralishi kuzatiladi va $25^{\circ}C$ gacha sovitilganda nafaqat monokalsiyfosfat kristallanadi, balki magniy va ammoniy fosfatlari ham turli xil ikkilamshi va uchlamshi tuzlar kristallogidratlari holatida ajralib chiqadi. Shuning uchun Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfatni ammoniyashtirish natijasida yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan mahsulot olinadi.

3.4.4. Superfosfat ishlab chiqarish

Superfosfat sexiga: fosfatli xomashyo ombori va sulfat kislota saqlagich; fosfatni sulfat kislotali parchalash amalga oshiriladigan xizmat bo'linmasi (xuddi shu yerda ajraladigan fforli gazlarni yuttirish ham amalga oshiriladi); superfosfat ombori, u yerda mahsulotni bir qancha muddat yetiltiladi va pishitilgan mahsulot hosil qilinadi. Uzluksiz usulda superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 3.19-rasmda tasvirlangan.

Zavodga keltirilgan apatit konsentrati (yoki fosforit uni) temir yo'l vagonlaridan tushiriladi va turli xil tashish moslamalari - elektromexanik kuraklar, lentali tashish moslamalari, shnekklar, eleva-torlar va boshqa pnevmatik moslamalar vositasida xomashyo ombori (silos)ga, undan esa sarflovchi bunkerga va so'ngra me'yor-lashtirish bunkeriga uzatiladi. Siloslardagi materiallarning bir-biriga kirishib, yopishib qolishining oldini olish maqsadida siloslar tagiga o'rnatilgan yoriqli plitkalar orqali qisilgan havo berib turilgan holda aeratsiya yuzaga keltiriladi. Fosfatning me'yoriy berilishi o'lchovli me'yorlashtirgich yordamida amalga oshiriladi. Elektromagnit tebratgichli va shnekli ta'minlagichli ikki bosqichli me'yorlashtirgichlardan foydalanish kam inersiyaga va yuqori aniqlikka ega bo'lganligi uchun birmuncha afzaldir. Qoratog' fosforit uni yuqori oquvchan xossaga egadir, shuning uchun uni me'yorlashtirish 40—45 sekunddagi kukun miqdorini o'lchovchi elektron to'g'ri-lagich o'rnatilgan miqdoriy tarozilarda amalga oshirish afzaldir.



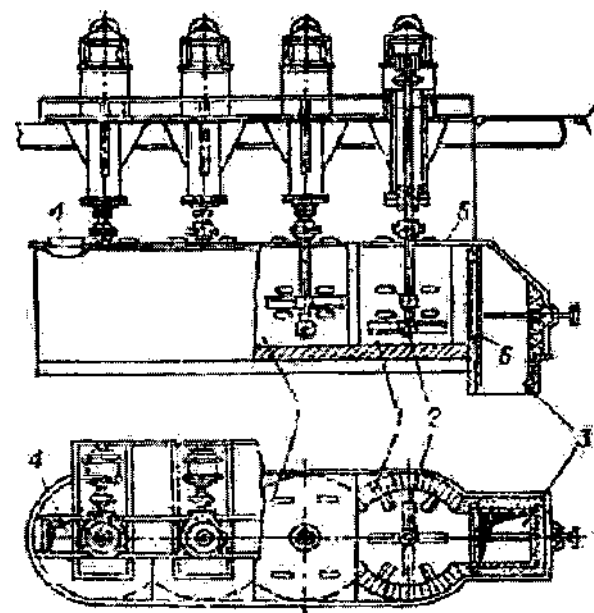
3.19-rasm. Superfosfat ishlab chiqarish sxemasi: 1 — apatit konsentrati uchun transportyor; 2 — bunker; 3 — shnekli ta'minlagich; 4 — cho'michli elevator; 5, 9 — shnekklar; 6 — ortiqcha apatit konsentrati uchun qaytuvchi shnek; 7 — me'yorlashtirgich bunker; 8 — me'yorlashtirgich; 10 — aralashtirgich; 11 — o'lchovli me'yorlashtirgichni tekshirish uchun nazorat tarozisi; 12 — nazorat tarozisi uchun bunker; 13 — sulfat kislota uchun rezervuar; 14 — markazdan qochma kislotali nasos; 15 — kislota uchun bak; 16 — kislota aralashtirgich; 17 — suv uchun bak; 18 — minorali sulfat kislotali suyultirishda ajraladigan azot oksidlari uchun gaz ajratgich; 19 — kislota uchun konsentratomer; 20 — tirqishli kislota sarflagich; 21 — superfosfat kamerasi; 22 — frezer; 23 — kamerali superfosfat transportyori; 24 — superfosfatni omborga tashlagich.

Sulfat kislota uluksiz ravishda suv bilan suyultiriladi; suyultirishni kislota zichligi bo'yicha konsentratomer orqali nazorat qilinadi. So'ngra sarflagich orqali apatit konsentrati bilan aralash-tirichga oqib tushadi.

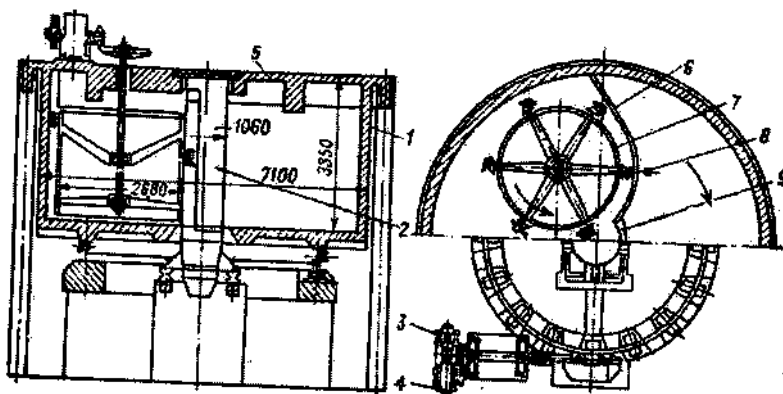
Apatitni kislota bilan aralashtirish uchun uzluksiz ishlaydigan uch yoki to'rt kamerali vertikal aralashtirgichlar qo'llaniladi (3.20-rasm). Suspenziya (bo'tqa) hajmi shiber (ishchi organi tekis shakl-dor plastinka) orqali tartibga solinadiki, bunda uning aralashtirilishi 5—7 min (Qoratog' fosforiti bilan ishlanganda esa — 2—3 min) da-vom ettirilishi ta'minlanadi. Suspenziya aralashtirgichdan superfosfat kamerasiga oqib tushadi (3.21-rasm). U po'lat g'ilofli va ichki qismi futirovka qilingan vertikal temir-betonli silindrik korpus (1) dan iborat. Kamera (16) rolikli tirgakka tayantirilgan, ular vosi-tasida kamera ostidagi mustahkam salniklar orqali o'tuvchi qo'z-g'almaydigan cho'yan quvur (2) atrofida aylanadi. Aylantirish reduktor (4) orqali elektromotor (3) yordamida amalga oshiriladi; 1—2 soat mobaynida kamera bir marta aylanadi (aylanish yo'nalishi tasvirda strelka bilan ko'rsatilgan). Kameraning temir-betonli qop-qog'i (5) qo'zg'almasdir, kamera va qopqog orasida rezinali zich-lashtirgich bor. Qopqoqqa vertikal holatda markaziy quvurga tegib turuvchi qo'zg'almas cho'yanli to'siq (6) mahkamlangan va u yuklash zonasini chiqarish zonasidan ajratib turadi. Shu to'siq atrofida, chiqarish zonasi tomonida frezer (7) joylashgan. Bu tik o'qda aylanuvchi po'lat moslama («karusel»)ga xromli cho'yandan tay-yorlangan pichoqli qanotlar mahkamlangan. Frezer kamera qop-qog'iga osilgan holatda bo'lib, kamera aylanishiga qarama-qarshi yo'nalishda 0,13-0,17 s⁻¹ (8-10 ayl/min) chastotada ayla-nadi.

Suspenziya aralashtirgichdan qopqoqdagi teshik (8) dan o'tuvchi quvur orqali uzluksiz ravishda kameraga oqib tushadi. Kameraning aylanish jarayonida superfosfat massasi frezerga tomon yo'nalishida qattiqlashib boradi va tayyor mahsulot frezerda qirib olinadi. Frezerning bir marta aylanishi natijasida 5-25 mm qalin-likdagi superfosfat qatlami qirib olinadi. Qirilgan superfosfat markaziy quvurga undagi yirik tirgish orqali tushadi va undan esa mahsulotni omborga uzatuvchi transportyorga tushadi. Qo'zg'almas

markaziy quvur bo'yicha superfosfat massasining ishqalanishi hiso-biga yuzaga keladigan aylanish qarshiligini kamaytirish maqsadida kameraning yuklash zonasida markaziy quvurning tashqi devoriga yog'ochli eksentrik (9) joylashtirilgan. Uning vazifasi — yetiltirish jarayonida superfosfat massasining kengayishi uchun erkin hajm hosil qilishdir. Superfosfat massasining zichligi, dastlabki qotish jarayonida 1500 kg/m³ ga teng va vaqt o'tishi bilan kamayib, kameradan chiqarish paytida 1100 kg/m³ ga teng bo'ladi. Tarkibida karbonat bo'lgan fosforitlarni qayta ishlashda superfosfat massasi g'ovak bo'lganligi uchun uning kamera devoriga bosimi kam bo'ladi, uning zichligi 800—900 kg/m³ ni tashkil etadi. Reaksiyada ajraladigan gazlar kamera qopqog'idagi teshikdan ventilatsiya quvu-riga va undan esa absorbsion sistemaga so'riladi.



3.20-rasm. To'rt kamerali aralashtirgich: 1 - kameralar; 2 - aralashtirgichlar; 3 - suspenziya yig'gich quti; 4 - kirish tuynugi; 5 - qopqog; 6 - cho'yanli shiber; 7 - shiberni ko'tarish va tuchirish uchun mexanik chig'ir trosi.



3.21-rasm. Uzlüksiz ishlaydigan superfosfat kamerasir I - kameraning silindrik korpusi; 2 — markaziy quvur; 3 — elektromotor; 4 — reduktor; 5 - kamera qopqog'i; 6 — to'siq; 7 — frezer; 8 — suspenziya tushish joyi; 9 - ekssentrik.

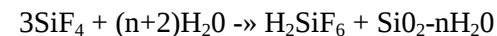
Omborga uzatilgan superfosfat tashlab qo'yilgan holatda ma'lum darajada sovitiladi. Bu maqsadda uncha katta bo'lmagan (uzunligi 0,7-1 m, diametri 0,6-0,8 m) tez aylanuvchi (aylanish chastotasi 17-24 ^s₁ yoki 1000-1450 ayl/min) gorizontall baraban qo'llaniladi. Odatda, ombor aralashtirgichlar va transportyor mexanizmlar bilan jihozlangan bo'ladi. Ular yordamida mahsulot sovitiladi, vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi, uning yetilishi tezlashtiriladi, ombordan chiqarilishi ta'minlanadi.

Shularga qaramay, superfosfat omborda 2-3 hafta turib qoladi. Superfosfat ishlab shiqaruvchi yirik zavodlarda (1000-3000 t/sutka) katta hajmdagi omborlar talab etiladi. Buning natijasida ombordan chiqadigan katta hajmdagi havo tarkibidagi ftorli gazlarni tozalash kabi muhim ekologik muammolar kelib chiqadi. Shu maqsadda superfosfat ishlab chiqarishning omborli yetiltirish jarayonisiz amalga oshirish masalasi yuzaga keladi. Omborli yetiltirish jarayonisiz oddiy superfosfat olishning xuddi qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishdagi kabi kamera-oqimli va oqimli usullari mavjuddir (bu usullarga keyinroq to'xtalamiz).

1 t kukunsimon superfosfat ishlab chiqarish uchun 0,53-0,55 t apatit konsentrati va 0,37-0,38 t sulfat kislota (100 %li) talab etiladi.

3.4.5. Superfosfat ishlab chiqarishda ftorli gazlarni tutib qolish

Tabiiy fosfatlarni kislotali qayta ishlashda ajraladigan vodorod ftorid xomashyo tarkibidagi kremnezem bilan ta'sirlashib kremniy (IV) - ftorid SiF_4 va ftorsilikat (geksaftorsilikat) H_2SiF_6 kislotaga aylanadi. Geksaftorsilikat kislota superfosfatdagi kationlar bilan qiyin eruvchan geksaftorsilikat (kremneftorid) larga aylanib, superfosfat tarkibida qolib ketadi. Fosfatli xomashyo tarkibidagi umumiy ftorning 55-60 %i superfosfat tarkibida qoladi, qolgan qismi esa SiF_4 shaklida ventilatsiya gazlari bilan yo'qotiladi. Tarkibida ftoridlar bo'lgan zaharli gazlarni atmosferaga chiqishini oldini olish maqsadida superfosfat ishlab chiqarishda ajraladigan gaz holatdagi reaksiya mahsulotlari tozalanishi lozimdir. Bunda tutib qolinadigan gazlardan ikkilamchi mahsulot — ftorsilikat kislota olish mumkin va uni esa ftorli tuzlar — ftoridlar va ftorsilikatlarga aylantiriladi. SiF_4 gazlari sovitilganda suv bug'i bilan ta'sirlashadi:



Aralashtirgichdan va superfosfat kamerasidan ajralib chiqadigan ftor gazlarni adsorbsiyasi shu reaksiyaga asoslangan. Adsorbsion sistemaga keluvchi gazlar tarkibidagi ftorning ulushi unchalik katta emas (15-35 g/m³). Bu gazlarning harorati 65°C dan kam bo'lmashligi lozim, aks holda SiF_4 gazdagi suv bug'i ta'sirida gidrolizlanishi natijasida hosil bo'ladigan gelsimon silikat kislota gaz o'tuvchi quvurlarda quyqa tarzida o'tirib qoladi va bu esa gaz o'tkazish quvurlarini tez-tez tozalab turish kabi qiyinchilikni keltirib chiqaradi.

Superfosfat olishda gazli fazadan tutib qolinadigan ftoridlar miqdori xomashyoning tarkibi va boshqa bir qator sharoitlarga bog'iqli: 1) fosfatdagi ishqoriy metall, magniy, aluminiy va temir kabi ftorni ftoridlar tarzida bogiovchi va superfosfat tarkibida qoluvchi birikmalar qanchalik kam boisa; 2) boshlang'ich sulfat kislota (shunga muvofiq holda superfosfat massasi suyuq fazasining tarkibidagi fosfat kislota) konsentratsiyasi va kameraning harorati

qanchalik katta bo'lsa, shunchalik ko'p miqdordagi ftoridlar oli-nadi.

Bundan tashqari, sulfat kislota me'yorini oshirish, aralashti-rishni tezlashtirish, sistemadagi vakuumni kuchaytirish, aktiv krem-niy dioksid kiritish va boshqalar orqali ham gazli fazadagi ftoridlar unumini oshirish mumkin. SiF₄ ning asosiy (80 %) qismi fosfatning sulfat kislota bilan aralashtirish bosqichida ajraladi. Kamerada esa ikkala bosqichda ajraladigan gazning 20 %i ajraladi. Ftoridli gazlar, shuningdek, superfosfatning kamerada yetiltirishida ham ajraladi.

Ftoridli gazlarni suvli absorbsiyasi amalda SiF₄ ning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan H₂SiF₆ tumanini yuttirishga asoslangan. Superfosfat zavodlarida uni ikki-uch bosqichda amalga oshiriladi. Gaz dastlab tomchilatuvchi valikli gorizontaal seksiyali idish (kamera)larda mexanik absorberlarda yuviladi, u yerda ftor-ning 90 %i ushlab qolinadi. So'ngra taxmonli minorada ftoridli birikmalarning qolgan qismi ushlab qolinadi. Minoraning pastki qismi kislota chidamli betondan tayyorlangan va ftorsilikat kislota uchun yig'gich vazifasini o'taydi. Minoraga suvni sepish orqali ta'minlanadi va bu yerda hosil bo'lgan kuchsiz I-SiF₃ mexanik absorberga uzatiladi. Mexanik absorber po'latdan tayyorlangan bo'lib, uning ichki qismi gummirlangan yoki kislota bardosh plit-kalar bilan niqoblangan bo'ladi.

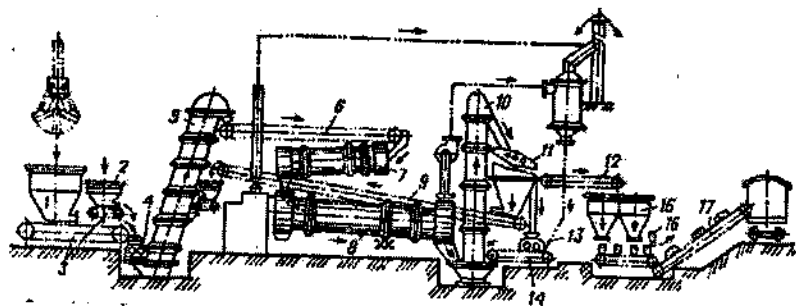
Ishlab chiqariladigan mahsulot sifatidagi t-SiF₃ ning tarkibi turli zavodlarda turlichadir, uning konsentratsiyasi 8-10 %dan 20-25 %gacha bo'ladi. Gazli fazadan ftorli gazlarni ushlab qolish 98-99 %ga yetadi.

Sanitar talablarga ko'ra, superfosfat zavodi atrofidagi yaqin joylashgan aholi yashaydigan hududlarning atmosfera havosida ftorning miqdori (HF hisobida) 0,005 mg/m³ dan, ishlab chiqarish binolarining ichida esa 0,05 mg/m³ dan oshmasligi lozim. Bu me'yorni saqlab turish uchun ventilatorlar orqali atmosferaga chiqariluvchi gazda ftorning miqdori 10 mg/m³ dan oshmasligi kerak. Superfosfat zavodlarida bir tonna mahsulot ishlab chiqarish jarayonida ventilatorlar yordamida 250—300 m³ gazni so'rilib atmosferaga chiqarib yuboriladi.

3.4.6. Donadorlangan va ammoniylangan superfosfatlar

Hozirgi vaqtda donadorlangan shakldagi superfosfat ham ishlab chiqarilmoqda. Quritilgan donador superfosfat yopishqoq emasligi, qotib qolmasligi, tarkibidagi P₂O₅ ning ko'pligi, namlikning ozligi va boshqa xossalari bo'yicha kukunsimon superfosfatdan farqlanadi. Uni hattoki, urug' bilan birgalikda ekish mumkin, buning natijasida o'g'it tuproqda bir tekisda taqsimlanadi va samaradorligi yaxshilanadi. Donachalarning tuproq eritmasida sekin erishi tufayli, undagi suvda eruvchan P₂O₅ ning juda oz miqdorigina tuproqdagi temir va aluminiy oksidlari bilan ta'sirlashib, qiyin eriydigan birik-malarga aylanadi. Natijada, o'g'itdan samarali foydalanish imko-niyati yaratiladi, ya'ni o'g'itning foydali ta'sir koeffitsiyenti (FTK) ortadi.

Donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 3.22-rasm-da tasvirlangan. Superfosfat va neytrallovchi qo'shimcha ostiga me'yorlashtirgich o'rnatilgan bunkerlar (1) va (2) dan lentali ta'minlagich (3) orqali o'qli tegirmon (4) ga tushadi, u yerda maydalanadi va aralashtiriladi. So'ngra aralashma elevator (5) ga tushadi, u yerga, shuningdek, donadorlangan superfosfatni elashdan qaytarilgan mayda fraksiyaretur muntazam ravishda kelib tushadi. Elevatorida uzatilgan aralashma transportyor (6) orqali donadorlagich (7) ga kelib tushadi. Bu aylanuvchi barabanda namlangan kukunsimon material donadorlanadi. Materialni 16 % gacha namlash uchun kerak bo'ladigan suv sachratgich forsunka orqali donadorlagich ichiga purkab turiladi. Superfosfat diametri 1,4 m, uzunligi 7,5 m va 0,125 s⁻¹ (7,5 ayl/min) chastotada aylanuvchi barabandan 7 minut vaqt mobaynida o'tadi. Hosil bo'lgan nam donador mahsulot diametri 2,2 m, uzunligi 14 m va 0,125 s⁻¹ (7,5 ayl/min) chastotada aylanuvchi quritish barabani (8) ga tushadi, u yerda 3-5 % namlikkacha quritiladi. Suvda yaxshi eriydigan monokalsiyfosfatning yomon eriydigan kalsiy di- va metafosfat-larga aylanishini oldini olish maqsadida quritish jarayonida mahsulotning haroratini 95°C dan oshirmaslik kerak. Shuning uchun superfosfat va qizdiruvchi gaz bir xil yo'nalishda beriladi, ya'ni qaynoqgaz oqimi ko'proq nam mahsulot bilan to'qnashadi, natijada, mahsulotning qizib ketish xavfi kamaytiriladi. Qizdiruvchi gaz



3.22-rasm. Donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish sxemasi: 1 — superfosfat uchun bunker; 2 — neytrallovchi qo'shimcha uchun bunker; 3 — lentali ta'minlagich; 4 — valli tegirmon; 5, 10 — elevatorlar; 6 — donadorlagichga uzatish transportyori; 7 — donadorlagich; 8—quritish barabani; 9 — retur transportyori; 11 — elak; 12 — tayyor mahsulot transportyori; 13 — tegirmon; 14,17 — transportyorlar; 15 — tayyor mahsulot uchun bunkerlar; 16—tikuv mashinasi.

Quritishda ftor birikmalari ($2\text{HF} + \text{SiF}_4$ ning taxminan ekvi-valent aralashmasi tarzida) uchib chiqadi. Superfosfat quritilishdan oldin qanchalik chuqur neytrallangan bo'lsa, ftorli birikmalarning ajralishi ham shunchalik kamayadi, chunki superfosfat suyuq fazasidagi erkin fosfat kislotasining kamayishi natijasida SiF_4 ning parsial bosimi ham kamayadi. Odatda, superfosfatda qolgan ftor-ning 10-17 %i quritishda ajraladi; ftorning ajralish darajasi haro-ratning ko'tarilishi va quritish davomiyligining uzayishi bilan ortadi. Donadorlangan superfosfatdagi ftorning ulushi boshlang'ich superfosfatdagiga qaraganda 0,1-0,15 %ga kamayadi. Quritgichdan chiqadigan gazlar siklonli changtutgich orqali o'tib, absorberlarda tozalanadi va atmosferaga chiqariladi.

Absorberda hosil bo'ladigan eritma superfosfat changi bilan ifloslangan bo'ladi. Uni tozalash qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun eritma zararsizlantirishga (bo'r bilan neytrallashga) yuboriladi yoki uni granulatorda superfosfatni namlashga qaytariladi.

Quritilgan mahsulot elevator (10) orqali elak (11) ga kelib tushadi, u yerda fraksiyalarga ajratiladi. 4 mm dan yirik boiaklar

tegirmon (13) ga va maydalangandan so'ng, transportyor (14) da yana elakka qaytariladi. 2—4 mm o'lchamli fraksiya transportyor (12) yordamida tayyor mahsulot bunkerlari (15) ga, mayda fraksiya esa (umumiy miqdorning 20-30 %i) retur transportyori (9) yordamida superfosfatning donadorlashdan oldingi massasiga qo'shish uchun yuboriladi. Donadorlangan superfosfat tayyor mahsulot bunkerlaridan vagonlarga to'kish orqali yuklanadi yoki qoplariga joylanib, transportyorlar yordamida va tikuv mashinasi (16) da qoplarning og'zi mahkamlanadi. Qoplangan superfosfat transportyor (17) orqali vagonlarga yuklanadi.

1 tonna donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish uchun 1,015—1,025 t oddiy superfosfat sarflanadi.

Qorotog' fosforitidan donadorlangan superfosfat olish uning ammoniylashtirish jarayoni bilan birgalikda amalga oshiriladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonidan superfosfatni namlash va quritish bosqichlarini chiqarib tashlaydi, shuningdek, neytrallash uchun ishlatiladigan ohak sarfini qisqartiradi.

Qorotog' fosforitidan olingan superfosfatni ammiak bilan $\text{pH} = 4 \pm 4,5$ gacha neytrallash o'zlashadigan P_2O_5 ni kamaytirmaydi. Suvda eriydigan P_2O_5 miqdori esa 12-18 %ga kamayadi va o'zlashadigan P_2O_5 ning 73-82 %ini tashkil etadi. Ammoniyashti-rishda ajraladigan issiqlik hisobiga mahsulot namligi 4-5%ga kamayadi. Qorotog' fosforitidan olingan superfosfatni ammiakli selitra yoki karbamidning ammiakatlari bilan ammoniylashtirish orqali, tarkibida 20-21 % ozuqa elementlari, shu jumladan, 5-6 % azot bo'lgan yaxshi fizik va agrokimyoviy xossali donadorlangan murakkab o'g'itlar olish mumkin.

Yetiltirilgan superfosfatni gaz holatdagi ammiak bilan ammoniylashtirish, aylanuvchi gorizental barabanlar - ammoniyagich-donadorlagichlarda amalga oshiriladi. So'ngra mahsulot omborga kelib tushadi, u yerda ammoniylangan donador superfosfat 3—4 sutka mobaynida aralashtirib turgan holda 28-32°C gacha sovitiladi. Sovitilgan mahsulot qoplanadi.

Ammiakdan foydalanish darajasi 93—96 %ni tashkil qiladi. Tarkibida 5—8 g/m³ NH_3 bo'lgan ammoniylashtirgichdan chiquvchi gaz suvli absorberga yuboriladi. Hosil bo'lgan ammiakli suv

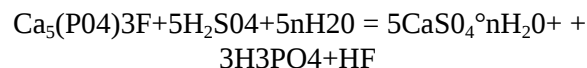
(2—2,5 % NH₃) superfosfat ishlab chiqarishda ishlatiladigan sulfat kislotani suyultirishda foydalaniladi.

1 t ammoniylangan donador superfosfat olish uchun 1,02 t nordon superfosfat va ~190 kg ammiak sarflanadi. Tayyor mahsulot tarkibida (% hisobida): P₂O₅ umum.=16-16,8; P₂O₅ o'zl.=15-15,5; P₂O₅ s.e.=U,5-12; N=1,5-2,5; P₂O₅ erkin < 0,5 va 3 % namlik bo'ladi.

3.5. Ekstraksiya fosfat kislotasi

3.5.1. Ekstraksiya fosfat kislotasi olishning fizik-kimyoviy asoslari

Tabiiy fosfatlarning sulfat kislotali parchalanishi bo'yicha boradigan reaksiyaga:



va keyingi bosqichda suyuq fazadan sulfatli cho'kmani ajratib olishga asoslangan usul — ekstraksiya yoki ho'l usul deyiladi. Bunda olingan mahsulot ekstraksiya fosfat kislotasi (EFK) deb yuritiladi. Bu keng tarqalgan fosfat kislotasi olish usuli mineral o'g'itlar, ozu-qali va termik fosfatlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonini amalga oshirishning asosiy sharti fosfat kislotadan kalsiy sulfatning yetarli darajada yirik bo'lgan, oson ajraladigan va yaxshi yuviladigan kristallarini ajratib olishdan iboratdir. Bunga jarayonning ayrim bosqichlari uchun jihozlarni oqilona tanlash va ekstraksiyalashda belgilangan texnologik tartibni, ya'ni talab etiladigan (gips, yarimgidrat yoki angidrit) shakldagi kalsiy sulfatning cho'ktirilishini va belgilangan konsentratsiyadagi mahsulot sifatidagi fosfat kislotasi olishni ta'minlovchi konsentratsiya, haroratli va boshqa parametrlarni ushlab turish orqali erishiladi.

Ekstraksiyalash jarayonida kalsiy sulfatning fosfat kislotadagi harakatchan suspenziyasini olish, uni aralashtirish va tashish mumkin bo'lishi lozimdir. Tabiiy fosfatni konsentrlangan sulfat kislotasi

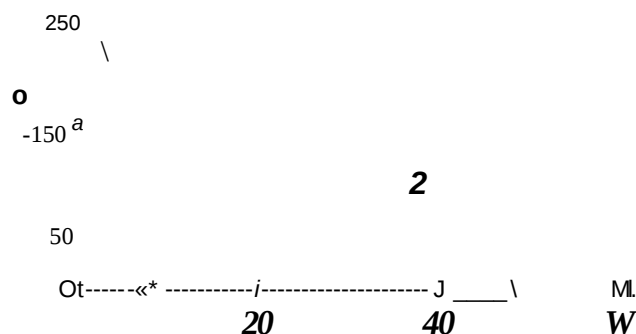
bilan to'g'ridan-to'g'ri aralashtirilganda fazalarga ajralishga amalda imkon bermaydigan quyuq suspenziya hosil bo'ladi. Uning harakatchanligini ta'minlash uchun «aylanma» kislotasi deb ataluvchi — mahsulot sifatidagi fosfat kislotaning bir qismi bilan fosfat kislotadan ajratib olingan fosfatli cho'kma (fosfogips) ni suvda yuvishda hosil bo'ladigan eritmaning aralashmasini retsirkulatsiyasi hisobiga suyuq va qattiq fazalarning massa nisbati (S:Q) 2:1 dan 3,5:1 oralig'ida ushlab turiladi.

Retsirkulatsiya bilan bog'liq holda fosfatli xomashyodan o'tadigan qo'shimchalarning eritmalarida to'planishi ekstraksiya jarayoni uchun o'ziga xosdir. Qo'shimchalar konsentratsiyasi xomashyo tarkibidan ham, suyuq, gaz va qattiq fazalar orasida taqsimlangan tegishli komponentlar tarkibidan ham aniqlanadi. Ishlab chiqarish eritmalarida ishqoriy metall kationlari, magniy, aluminiy, temir kationlar va SO₄²⁻, F⁻, SiF₆²⁻ anionlar qo'shimchalarining mavjud bo'lishi sulfatli cho'kma va mahsulot kislotasining xossasini yetarli darajada o'zgartiradi.

Ekstraksiyalash jarayonining haroratli va konsentratsiya parametrlarini tanlash uchun kalsiy sulfat turli modifikatsiyalarining mavjud bo'lish chegaralari va ularning fosfat kislotali eritmalarida bir-biriga aylanish tezligi haqidagi ma'lumotlar asos bo'ladi; bu ma'lumotlar toza eritmalar uchun yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi. Ammo ekstraksiya fosfat kislotaning real eritmalarida gips, kalsiy sulfat yarimgidrat va angidrit kristallanish sohalarining aniq chegaralari va ayniqsa, sodir, bo'ladigan fazali bir-biriga aylanish tezliklari yetarli darajada o'zgaradi. Masalan, tarkibida 10-25% P₂O₅ bo'lgan fosfat kislotaning toza eritmalarida, 80°C da yarimgidratning katta qismi sistemaning birinchi kristallanuvchi fazasi hisoblanadi va 1,5-2 soat mobaynida gipsga aylanadi. Temir fosfatlari, kremnezem kabi qo'shimchalar bu jarayonni sezilarli darajada kuchaytiradi. Hosil bo'lgan gips tarkibida 10 %dan kam P₂O₅ bo'lgan eritmalarida bir necha oy va 25 %dan kam P₂O₅ bo'lgan eritmalarida bir necha kun mobaynida metastabil (stabil faza — angidrit) shaklda mavjud bo'la oladi. Ekstraksiyalash sharoitiga mos holda, suyuq faza suspenziyasi tarkibida 25—30 % P₂O₅, harorat 70—80°C va massaning reaktorda turish vaqti 5—8

soat bo'lganda ajratiladigan cho'kma stabil angidrit emas, balki metas-tabil digidrat shaklda namoyon bo'ladi.

Shunday qilib, ekstraksiyalashda ajratiladigan kalsiy sulfatning gidratatsiya darajasi stabil shakllarga mos kelmasligi mumkin va u jarayonni o'tkazilish aniq sharoitiga bog'liqdir. 3.23-rasmda tasvirlangan diagrammada kalsiy sulfatni amaliy gidratatsiya darajasining ekstraksiya usuli (rejimi)—fosfat kislotaning konsentratsiyasi va haroratiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Egri shiziq (2) dan pastki sohada kalsiy sulfat gips shaklida, egri shiziq (1) dan yuqorida angidrit shaklida, ular orasidagi sohada esa yarimgidrat shaldida ajraladi.



3.23-rasm. Harorat va eritmadagi P2O5 miqdorining ajratiladigan kalsiy. sulfat cho'kmasining amaliy gidratlanishiga ta'siri.

Shunga mos holda fosfat kislotani ekstraksiyalashning uchta: digidratli, yarimgidratli va angidritli usullari bir-biridan farqlanadi. Digidratli usul keng tarqalgan bo'lib, uni 65—80°C haroratda o'tkaziladi va tarkibida 30—32 %gacha P2O5 bo'lgan kislota olinadi. 90—105°C haroratda amalga oshiriladigan yarimgidratli usulda 50 % gacha P2O5 bo'lgan kislota ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Ekstraksiyalashning kombinatsiyalashgan yarimgidrat-digidratli usullari yanada kengroq tarqalmoqda, unda dastlab yarimgidrat ho-sil qilinadi, so'ngra, suspenziyani suyultirish va sovitish orqali uni gipsga qayta kristallantiriladi. Bunday usullar xomashyodan unumli foydalangan holda yuqori konsentratsiyali (50 %gacha

P2O5) kislota olish imkoniyatini yaratadi. Angidridli rejim yuqori haroratda jihozlarning korroziyalanish xavfi katta bo'lganligi va kalsiy sulfatning mayda kristallaridan fosfat kislota va yuvishi eritmaning o'tishi qiyinligi tufayli filtrlanishning yomonlashishi sababli hozircha qo'llanilmaydi. Bu qiyinchiliklarni bartaraf etish bo'yicha izlanishlar o'tkazilmoqda.

Ekstraksiyalashda hosil bo'ladigan kalsiy sulfat kristallarining shakli va o'lchami - cho'kma qatlamining filtrlash xossasini belgi-lab beradi, shunday ekan, uning fosfat kislotadan yuvilish samara-dorligi haroratga va kislota konsentratsiyasiga, to'yinishning pasay-ish darajasi va sharoitiga bog'liqdir. Ular ham, shuningdek, eritmadagi Ca²⁺ va SO₄²⁻ ionlarining nisbatiga va magniy, aluminiy, ftor birikmalari kabi qo'shimchalarning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Ca²⁺ ionlari ortiqcha bo'lganda gips uzunligi 20-80 mkm bo'lgan yupqa ignasimon shaklda ajraladi; SO₄²⁻ ionlari ortiqcha bo'lganda esa aksincha, gips kristallarining o'lchami eniga 100 mkm. gacha va bo'yiga bir necha yuz mikrometrgacha yetadi.

Yirik kristalli bir jinsli gips cho'kmasini olish uchun suyuq fazadagi SO₃:CaO molar nisbati imkoniyat darajasida 1,5—4,0 oralig'ida bo'lishi lozim. Yarimgidrat kristallantirilishida u stexiometrik nisbatga yaqin bo'lishi kerak, angidritda esa 10—15 ga teng bo'dadi. Ko'rsatib o'tilgan modifikatsiyalarga mos holda eritmadagi SO₃ 1,5-2,5; 0,8-1,2 %; 2,5-4,5 % bo'lishi optimal hisoblanadi. Gips-ning kristallanishini iloji boricha kam to'yingan eritmadan kristallanishini ta'minlash lozim. Bu shart-sharoitlar suspenziyaning intensiv aralashtirilishini, uning retsirkulatsiyasini (boshlang'ish komponentlarni kiritish qismiga qaytarish), sulfat va aylanma fosfat kislotalarni oldindan aralashtirishni va boshqa yo'l-yo'riqlarni amalga oshirish yo'li bilan ta'minlanadi. Ekstraksiyalashning digidratli usulida esa aksincha, ixcham sharsimon kristallar bo'laklari hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan yuqori to'yinuvchanlik ushlab turiladi.

Kalsiy sulfatning kristallanishiga eritmadagi qo'shimchalar ham ta'sir etadi. Kristallanishga eritmada (AlFn)(3-n)⁺ turidagi komp-leks ionlar hosil qiluvchi aluminiy va ftor birikmalari kabi qo'shimchalar yanada ko'proq ta'sir qiladi; (AlFn)(3-n)⁺ kompleks ionlari kristallarning ma'lum tomonlariga so'rilib, izometrik yassi

gips kristallari va oltiqirrali yarimgidrat prizmalari ajralib chiqishiga sabab bo'ladi.

Suspenziyaning suyuq fazasida sulfatlar miqdorini optimal darajada ushlab turish mahsulot kislotasiga yuqori darajadagi P_2O_5 o'tishiga erishishda muhim sharoit hisoblanadi. Sulfatlar konsentratsiyasining pasayishi natijasida fosfat minerallarining parchalanish darajasi va tezligi kamayadi, shu bilan birgalikda SO_4^{2-} va HPO_4^{2-} ionlarining radiuslari yaqin bo'lganligi sababli kalsiy sulfat kristall panjarasiga kalsiy fosfatlarning o'rinishi (« P_2O_5 egallash») ortadi. Erkin sulfat kislota konsentratsiyasining ortishi P_2O_5 egallashni kamaytiradi, ammo fosfat zarrachalari sirtida diffuziyalanish va parchalanishni pasaytiruvchi kalsiy sulfatning quyqali mustahkam qatlami hosil qilib kristallanishiga olib keladi. Shuning uchun amaliyotda parchalanishga ulgurmay qoladigan xomashyo, P_2O_5 egallash va cho'kmani vakuum-filtrda to'la yuvmaslik hisobidan minimal yo'qotilishga erishish uchun yo'naltirilgan optimal sulfatli tartib (rejim) tanlanadi.

Ekstraksiyalashning optimal sharoitida fosfat minerallarining parchalanish tezligi yetarlicha yuqori bo'ladi, jarayonning davomiyligi esa kristallanish tezligi va kalsiy sulfat kristallarining o'sishi orqali aniqlanadi. Amalda ekstraksiyalash davomiyligi xomashyo turi va jarayon tartibiga qarab 4-8 soatni tashkil etadi. Bu yetarlicha yirik (albatta, cho'ktirishning optimal sharoitiga amal qilin-ganda), filtrda oson ajraluvchi kristallar hosil bo'lishini ta'minlaydi va reagentlarni qisqa muddatda qo'shish natijasida yuzaga keluvchi jarayon ko'rsatkichlarga salbiy ta'sir etuvchi omillardan yiroq bo'lishga olib keladi. Jarayon davom etishining kerakli vaqti, te-gishlixa reaksiyon hajm (ekstraktor) tanlash va u orqali reaksiyon massa (suspenziya)ning sekinlik bilan, ammo shiddatli aralash-tirilgan holda o'tishi hisobiga ta'minlanadi. Reaksiyon hajm sifatida bir, ikki va undan ortiq sondagi reaktorlar ishlatiladi. Masalan, aralashtirgichlar bilan ta'minlangan va to'siqlar bilan ajratilgan bir necha bo'linmalardan iborat to'g'ri burchakli katta rezervuar shaklidagi bir bankali ekstraktor; bo'linmalarga ajratilgan yoki to'siqsiz 2—8 silindrik ekstraktorlardan iborat pog'onali qurilma (kaskad) kabilardan foydalaniladi.

Ekstraktorlar, aralashtirgichlar, o'tkazuvchi quvurlar, nasoslar va boshqa jihozlar qaynoq fosfat kislota ta'siri (korroziyasi) dan va suspenziyani aralashishi hisobiga yuzaga keladigan ishqalanish ta'sirida yemirilish (eroziya)dan himoya qilingan bo'lishi lozim.

Fosfatli xomashyo, sulfat va aylanma fosfat kislota me'yorlashtiruvchi qurilmalar va nasoslar yordamida ekstraktorning birinchi bo'linmasiga uzatiladi. Dastlabki aralashmada fosfat kislota ham bo'lganligi sababli:



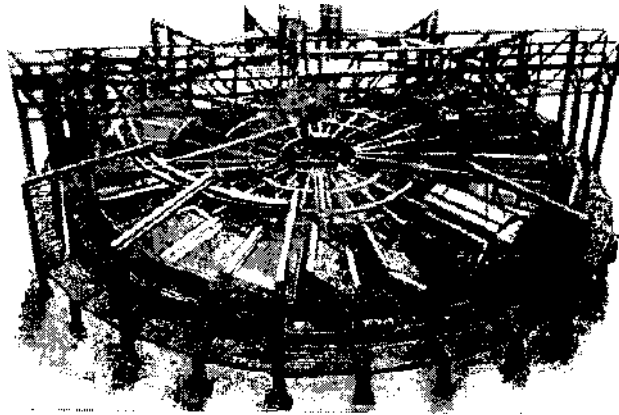
tenglama bilan ifodalanuvchi reaksiya ham sodir bo'lishi mumkin. Hosil bo'ladigan monokalsiyfosfat sulfat kislota bilan qayta ishlaniib, kalsiy sulfat kristallantiriladi. Ekstraktorning birinchi bo'linmasiga, shuningdek, oxirgi yoki undan oldingi bo'linmadan suspenziyaning birtalay qismi qaytariladi — bu esa to'yinishning kamayishini va kalsiy sulfatning kristallanish sharoiti yaxshilanishini ta'minlaydi. Ekstraktorning gazli bo'shlig'idan xomashyoni parchalanishi natijasida ajraladigan ftorli gazlar absorbsion sistemaga so'rib olinadi, u yerda H_2SiF_6 ning suvli eritmasi bilan tutib qoli-nadi.

Ekstraktorning oxirgi bo'linmasidan kalsiy sulfatning fosfat kislotali suspenziyasidagi komponentlarni ajratish uchun filtrlashga yuboriladi. Fosfogipsni reaksiyon massa suyuq fazasidan ajratish natijasida — asosiy filtrat, fosfogipsni suv bilan yuvish natijasida esa - yuvindi filtrat hosil qilinadi. Asosiy filtratning bir qismi tayyor mahsulot sifatida chiqariladi, qolgan qismi esa yuvindi filtrat bilan aralashtiriladi va aylanadigan eritma tarzida ekstraktorga qaytariladi. Yuvish soniga bog'liq holda turli konsentratsiyadagi bir necha filtratlar hosil bo'ladi. Yuvish soni bo'yicha filtrlash sxemasi nomlanadi, masalan, uch-to'rt filtratli va h.k.

Fosfogipsning ajratilishi va yuvilishi barabanli lentali, aylanuvchi konveyer-tarnovli (karuselli) va boshqa vakuum-filtrlarda amalga oshiriladi. Filtrlarga qo'yiladigan asosiy talab bu fosfat kislotadan cho'kmani yaxshi yuvib olishni ta'minlashdir.

Ko'pincha katta quvatdagi ekstraksiyon sistemalarda tarnovli karusel vakuum-filtrlar qo'llaniladi (3.24-rasm). U alohida-alohida

24 tarnovdan iborat va ularning tag qismiga filtrlovchi to'qima yotqizilgan bo'ladi. Tarnov uzunligi 1,9 m. ni, eni ichki bo'lmasida 0,9 m. ni, tashqi bo'lmasida esa 1,2 m. ni va chuqurligi 0,2 m. ni tashkil etadi. Tarnovlar aylanma rels bo'yicha harakatlanadigan g'ildirakli aravachalarga o'rnatilgan bo'ladi.



3.24-rasm. Tarnovli karusel vakuum- filtr.

Ikkita - biri tarnov bilan birgalikda aylanuvchi harakatchan va ikkinchisi tegishli vakuum-yig'gichlardagi qo'zg'almas golovkalar yordamida filtratlar so'rib olinadi. Har bir tarnov filtrlash va yuvish doirasi (zonasi)dan o'tgandan so'ng, fosfogips qatlamini to'kish uchun avtomatik suratda ag'dariladi. Filtrlovchi to'qima yuviladi va havo bilan quritiladi. So'ngra tarnov yana ishchi holatga keladi va asosiy filtrlash doirasiga ko'chadi. Filtrlash yuzasi 40-100 m² ga teng. Bu filtrning afzalliklaridan biri - cho'kmani minimal miqdordagi suv bilan yuvish mumkin.

Vakuum-filtrlarda fosfogipsni ajratishda 1 m² filtrlash yuzasidan bir soat ichida 500-800 kg gips cho'kmasi yoki 1000-1400 kg yarimgidrat ajratiladi (quruq massa hisobida). Fosfogipsning gigroskopik namligi 35-40 %ni tashkil etadi. Olinadigan (quruq) fosfogipsning miqdori fosfatning navi va kalsiy sulfatning gidratlanish darajasiga bog'liq holatda qayta ishlanadigan tabiiy fosfat massasining 120-160 %ini tashkil etadi. Apatitning qayta ishlanishida kalsiy sulfat yarimgidratining unumi 140 %ni, digidratining unumi

esa 160 %ni tashkil qiladi. Yuvilgan sulfatli cho'kma filtrlash sexidan «quruq» holatda transportyor, avtomashina va boshqalar yordamida yo'qotiladi yoki suv bilan qorishtirilib nasos yordamida chiqindi hovuzlariga haydaladi.

Qoratog', shuningdek, ayniqsa, Qizilqum fosforitlari tarkibida magniy, aluminiy va temir birikmalari singari qo'shimchalar ko'p bo'lganligi uchun ekstraksiyalash jarayonida bir talay qiyinchiliklar kelib chiqadi, ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlari bir-muncha pasayadi va chiqindi fosfogipsning solishtirma hajmi ko'payadi.

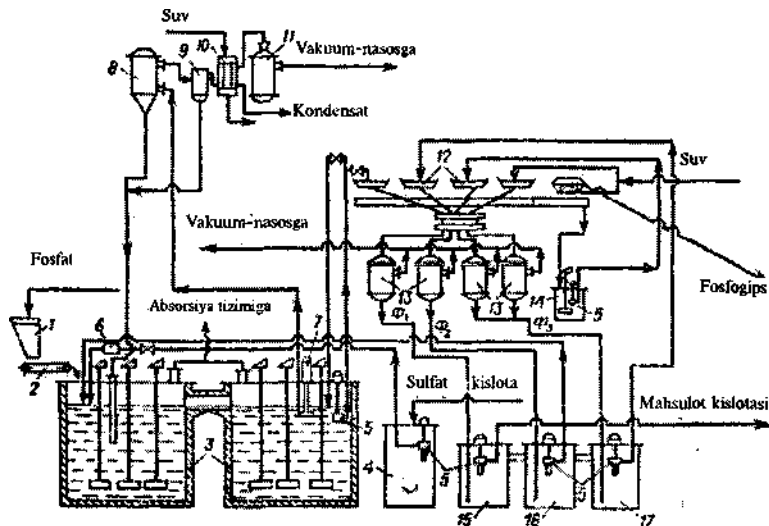
Hozirgi paytda butun dunyo sanoatlari amaliyotida sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonining kalsiy sulfatni cho'ktirish tartibi va texnologik sxemalar alohida bo'g'inlarining uskunali jihozlanishi: boshlang'ich reagentlarni me'yoriy kiritish, reaksiyon suspenziya olish, lining haroratini boshqarish, ajralib chiqadigan ftorli gazlarni zararsizlantirish, suspenziyani ajratish va sulfatli cho'kmani yuvish, uni chiqindixonaga yo'qotish bilan farqlanuvchi bir necha o'nlab variantlari ishlab chiqarishga tatbiq etilgan.

3.5.2. Ekstraksion fosfat kislota olishning digidratli usuli

Jahon amaliyotida (shu bilan birgalikda bizning mamlakatimizda ham) ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish nisbatan sodda va ishonchli bo'lganligi sababli ko'pchilik hollarda digidratli usulga asoslangan. O'zbekistondagi «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi (Olmaliq) va Samarqand kimyo zavodi texnologik sistemasi har bir navbatining loyiha quvati 136 ming t/yil P₂O₅ ga teng. Bu ishlab chiqarish korxonasida Qoratog' va Qizilqum fosforitlaridan ekstraksion fosfat kislota va undan ammosfos olinadi.

Shunday quvat bilan EFK ishlab chiqarishda temir-betonli korpus bilan niqoblangan to'g'ri burchakli o'n seksiyali ekstraktor (ishshi hajmi 740 m³) yoki ikki bankali (biridan ikkinchisiga suyuqlik o'z-o'zicha oqib tushuvchi va bir-biriga bog'langan ikki silindrik reaktor), aktiv filtrlash sirt yuzasi 80 m² (umumiy sirt yuzasi — 100 m²) bo'lgan tarnovli karusel vakuum-filtr va qo'shimcha jihozlar majmuasidan iborat texnologik tizimdan foydalaniladi. Ekstraktorlarining hajmi 1500 m³ dan katta va filtr sirt yuzasi

135 m² bo'lgan kushli sistemalar ham ishlatiladi. Ekstraksiya tizimini bundan ham kattalashtirish g'oyalari mavjuddir.



3.25-rasm. Digidratul usulda ekstraksiya fosfat kislotasi ishlab chiqarish sxemasi:
1 - fosfatli xomashyo uchun bunker; 2 — og'irlik o'lchov me'yorigishi; 3 — ikki bankali ekstraktor; 4 — sulfat kislotasi saqlagich; 5 — botirma nasoslar; 6 — sulfat kislotasi saqlagich; 7 — sirkulatsiyali botirma nasos; 8 — bug'latgich; 9 — tomchi ushlagich; 10 — kondensator; 11 — barbotajli neytrallagich; 12 — karusel vakuum-filtrining tarnovlari; 13 — separatorlar; 14 — filtrli to'qima regeneratsiyasidan hosil bo'luvchi suspenziyaning oraliq yig'gichi; 15, 16, 17 — birinchi (asosiy) filtrat uchun (15), aylanma fosfat kislotasi uchun (16), yuvindi filtrat uchun (17) barometrik yig'gichlar.

3.25-rasmda apatit konsentratidan fosfat kislotasi (28-32 % P₂O₅) ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan (shunga o'xshash sxema bo'yicha Qoratog' fosforitidan 20-22 % P₂O₅ konsentratli kislotasi olinadi). Fosfatning parchalanishi ~900 m³ hajmli ekstraktorda (to'ldirilish koeffitsiyenti 0,8) amalga oshiriladi. Ekstraktor ZI-35 markadagi xromnikel molibdenli po'lat (yoki kislotabardosh materiallar bilan himoyalangan St.3) dan tayyorlangan ikkita (diametri 13 m, balandligi 5,3 m bo'lgan) silindrik reaktordan tarkib topgan. Har bir reaktorga bitta markaziy propellerli (yo'naltiruvchi apparatning kuraklarini burab quvati o'zgartiriladigan

gidravlik trubinali) va sakkizta trubinali aralashtirgichlar o'rnatilgan bo'ladi. Birinchi reaktorga bunker (1)dan og'irlik o'lchov me'yorigishi (2) orqali uzluksiz suratda apatit konsentratini kiritiladi. Xuddi shu yerga muntazam ravishda barometrik yig'gich (16)dan botirma nasoslar yordamida aylanma fosfat kislotasi, vakuum-bug'latgichli qurilmadan keladigan sirkulatsiyali suspenziya [sirkulatsiyaning qaytarilishi (8-H₂):1 nisbatda bo'ladi] va sulfat kislotasi yuboriladi (sulfat kislotaning bir qismi yoki to'la ikkinchi reaktorga ham berilishi mumkin).

Ekstraktordagi suspenziyaning suyuq va qattiq fazalari nisbati, ya'ni S:Q = (1,7-1,25): 1 da ushlab turiladi. Suspenziya birinchi reaktordan ikkinchisiga oqib tushadi, u yerdan uning asosiy qismi kuchli botirma nasoslar (7) (quvati 600 m³/s bo'lgan ikkita nasos) yordamida vakuum-bug'latgich (8)ga beriladi. Vakuum-bug'latgich rezervuardan iborat bo'lib, u yerda vakuum-nasos yordamida pasaytirilgan bosim ushlab turiladi. Shu tufayli unga tushadigan suyuqlik go'yoki qizdirilgandagi kabi qaynaydi, natijada esa undan ma'lum miqdordagi suv bug'lanadi. Bu esa haroratning 3—5°C ga kamayishiga olib keladi (haroratning keskin kamayishi mumkin emas). Vakuum-bug'latgichdan chiqadigan gazlar tomchi ushlagich (9) orqali ustki kondensator (10)ga o'tkaziladi, u yerda suv bug'i kondensatsiyalanadi va ftor birikmalarining ma'lum bir qismi ushlab qolinadi. Gazlarni ftordan tozalashning oxirgi bosqichi bar-botaj neytrallagich (11)da amalga oshiriladi.

Mahsulot sifatidagi suspenziya tarnovli karusel filtrga kelib tushadi, u yerda uch filtratli sxema bo'yicha gips ajratiladi va yuviladi. Aktiv sirt yuzasi 80 m² bo'lgan filtr kattaligi: uzunasi — 3,27 m, ichki eni — 0,97 m, tashqi — 1,92 m, chuqurligi — 0,2 m bo'lgan tarnovdan iborat. Filtrlovchi material sifatida fosfat kislotaga chidamli bo'lgan — lavsanli va boshqa sintetik to'qimalar ishlatiladi.

Gaz-suyuqlik aralashma separator (13)larda ajratiladi, ularda vakuum-nasoslar yordami bilan 65-85 kPa li vakuum sharoiti ushlab turiladi. Birinchi filtrat F₁ tayyor mahsulot yig'gichi (15) ga yuboriladi, uning bir qismi aylanma kislotaning barometrik yig'gichi (16) ga quyilish orqali o'tadi. U yerga, shuningdek, cho'kmani uchinchi filtrat F₃ bilan yuvishdan hosil bo'lgan ikkinchi filtrat F₂

ham tushadi. Filtrat F3 — suspenziya cho'kmasining filtrli to'qi-mani regeneratsiyalash (yig'gich 14) dan olingan eritma va qaynoq (60-70°C) toza suv bilan yuvilishi natijasida hosil bo'ladi (yig'gich 17). Yuvilgan gips tarnovdan chiqindixonaga, agarda suspenziya shaklida chiqarilsa yig'gichga yoki «quruq» holda chiqarilsa, trans-portyor lentasiga uzatiladi. Filtratlardagi P2O5 miqdori — boshlang'ich xomashyo sifatida apatit konsentrati ishlatilganda: Fi da - 28-32 %, F2 da - 22-25%, F3 da esa - 5-10 %; fosforit floto-konsentrati ishlatilganda esa: Fi da — 21—22%, F2 da — 14-15 %, F3 da esa - 5-7 % bo'ladi.

Ekstraksiya uchun 93 %li sulfat kislota ishlatish afzaldir. Bunda texnologik jarayondagi suv balansi yaxshilanadi — gipsning yuvilishini ko'p miqdordagi suv bilan amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Natijada, chiqindixonaga chiqariluvchi fosfogips bilan yo'qotiladigan fosfat kislota va zararsizlantirish lozim bo'lgan oqova suvlar miqdori kamayadi.

Kislota konsentratsiyasining oshirilishi olinadigan fosfat kislotadagi P2O5 miqdorini o'zgartirmaydi, uning konsentratsiyasi yuqorida ta'kidlanganidek, gips kristallanishining optimal sharoiti orqali oldindan belgilanadi. Yanada kattaroq konsentratsiyali sulfat kislota ishlatilganda issiqlik ajralishi (suyultirish issiqligini ortishi hisobiga) keskin ortadi, ammo uni esa sistemadan ajratib olish talab etiladi.

Digidratli usulda fosfat kislota olishda fosfat xomashyosi tarkibidagi barcha ftorning (asosan SiF4 tarzida) 3-5%igina gazli faza bilan ajraladi (~80 %i mahsulot kislotasiga, 15—17%i esa fosfogipsga o'tadi). Sovitish usuli va ventillatorning uzatishga bog'liq holda ekstraktordan ajratib olinadigan gaz tarkibidagi ftoridlar konsentratsiyasi, ftor hisobida 0,2-2,5 g/m³ ni tashkil etadi. Ekstraksiya sexida o'rnatilgan absorbsiya sistemalari, asosan, chiqindi gaz-larini tozalash uchun mo'ljallangan, bunda hosil bo'ladigan H2SiF6 ning kuchsiz eritmalari neytrallash stansiyalariga yuboriladi yoki fosfogipsni yuvish uchun ishlatiladi.

Tabiiy fosfatlardan ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish ko'rsatkichlari analitik ma'lumotlar bo'yicha aniqlanadi: P2O5 ning texnologik unumi (kunum,%), ya'ni P2O5 ning xomashyodan fosfat kislotaga o'tish darajasi apatitni qayta ishlashda — 95—96 % ni va turli fosforitlar uchun - 71-94 %ni tashkil qiladi. U P2O5 ning

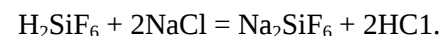
eritmaga ajralish koeffitsiyenti (K_{ajr} , %)dan 2-3 %ga kichikdir. Buni fosfogipsni fosfat kislotadan yuvilishining to'la bo'lmasligi bilan izohlanadi: yuvilish koeffitsiyenti ($K_y^{i,}$, %) odatda 97— 99 %ni tashkil etadi. Vaholanki:

$$Kunum = K_{ajr} \cdot Ky^{i,} \cdot 100 \text{ ga teng.}$$

Ekstraksiyalashning digidratli usulida kislotaga P2O5 ning mahsulotli (xo'jalik) unumi 93—95 %ni tashkil etadi, shunga mos ravishda 1 t P2O5 li mahsulotga 2,73-2,65 t apatit (1075-1045 kg P2O5) va 2,48—2,45 t (CaO ni bog'lash uchun stexiometrik me'yordagi, ya'ni 1 t apatitga 0,915 t) 100 %li sulfat kislota sarflanadi. Fosforitlarni qayta ishlashdagi sarf koeffitsiyentlari apatitlarni qayta ishlashdagiga nisbatan: fosfat bo'yicha 1,5-2,3 marta; fosfat tarkibidagi P2O5 bo'yicha 1,02-1,27 marta; sulfat kislota bo'yicha 1,2-1,7 marta kattaroqdir. Xomashyo xarajatlari ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining 70-80 %ni tashkil etadi.

Apatitdan digidratli usulda olinadigan ekstraksion fosfat kislota tarkibida: 25-32 % P2O5; 1,8-2,8 % SO3; 0,1-0,4 % CaO; 0,3-0,4 % Al2O3; 0,3-0,5 % Fe2O3; 1,7-2 % F bo'ladi.

Ekstraksion fosfat kislota tarkibidagi ftor asosan H2SiF6 shaklida bo'ladi. Kislotani ftordan tozalash, H2SiF6 ni natriy, kaliy, bariy tuzlari bilan cho'ktirish orqali o'tkazilishi mumkin. Odatda, 1 l fosfat kislotaga 30-40 g NaCl qo'shiladi.



Reaksiya bo'yicha hosil bo'ladigan kam eruvchan natriy kremneftorid cho'kmaga tushadi va dastlab tindirilib, so'ngra sentrifugalash va filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi. Shunday qilib, 75-85 %gacha ftorni ajratiladi va fosfat kislotadagi uning miqdori 0,2—0,3 %gacha kamayadi. Natriy xlorid bilan ftorsizlantirilgan fosfat kislota, ayniqsa, harorat oshirilganda jihozlarning kuchli korroziyalanishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun kislotani bug'latish yo'li bilan konsentrlashga zarurat tug'ilganda, ftorsizlantirish soda yoki natriy fosfat yordamida amalga oshiriladi.

Fosfogips tarkibida ozgina miqdorda yuvilmagan fosfat kislota bo'ladi va shuning uchun uni ishlab chiqarishga yaqin hududlardagina mineral o'g'it sifatida foydalanilishi mumkin, chunki ozuqa elementi juda kam bo'lganligi uchun bir joydan ikkinchi joyga tashish iqtisodiy samarasizdir. Fosfogips sho'rxok tuproqlarni gipslashtirishda yoki shuvoq alebastrlari va boshqa quyma qurilish buyumlari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin. Uning sementli shixta tarkibida termik parchalanishi natijasida sementli klinker va sulfitli gazlarga aylantirilishi mumkin. Sulfit angidrididan sulfat kislota olinadi va shu usul bilan fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislotani regeneratsiyalanishi mumkin. Fosfogips, shuningdek, ammoniy sulfat olishda sulfat anioni manbai (sulfat kislota o'rniga) vazifasini bajarishi mumkin. Ishlatiladigan joyga fosfogipsni tashishni yaxshilash uchun (va qishki vaqtda tashish paytida muzlab qolmasligi uchun) jo'natishdan oldin uni 3 %dan kam bo'lgan namlikkacha quritilishi va quritishda hosil bo'ladigan guvalasimon materialni kukunsimon holatgacha maydalanishi lozim. Hozircha O'zbekistonda va boshqa chet mamlakatlarda ham fosfogipsdan yirik masshtabda foydalanish yo'lga qo'yilmagan — u ishlab chiqarishning to'planayotgan chiqindisi hisoblanadi. Chunki fosfogipsqa qaraganda, tabiatda keng tarqalgan kalsiy sulfatni qayta ishlash ancha soddadir. Vaqti kelib, bu sanoat chiqindisi ham — kerakli ishlab chiqarish korxonalari uchun eng zarur va qimmatli xomashyo manbasiga aylanishi mumkin.

Qoratog' (Qizilqum) fosforitlaridan ekstraksion fosfat kislota olishdagi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari apatit konsentratini qayta ishlashdagiga nisbatan yomondir: olinadigan kislota konsentrat-siyasi past (21—22 % P_2O_5), uning tarkibida ko'p miqdordagi qo'shimchalar bo'lganligi uchun qisman netrallangan bo'ladi, nisbatan ko'p miqdordagi chiqindi — fosfogips hosil bo'ladi. CO_2 ajralishidan reaksiya massaning ko'piklanishi hisobiga ekstraktor hajmidan to'la foydalanilmaydi, bu esa sistemaning unumdorligini pasaytiradi. Ko'pik hosil bo'lishini kamaytirishga xomashyodagi karbonatlarni oldindan parchalash — rudani kuydirish yoki fosforit unini ekstraktorga uzatishdan oldin ozgina miqdordagi kislota bilan namlash orqali erishiladi.

Fosforit flotokonsentratlardan digidratli usulda olinadigan ekstraksion fosfat kislota tarkibida: 20-22 % P_2O_5 ; 2,2-3,5% SO_3 ; 0,2-0,4 % CaO ; 1,8-2,0 % MgO ; 0,4-1,2% Al_2O_3 ; 0,4-0,8% Fe_2O_3 ; 1,4-2,1 % F bo'ladi.

3.5.3. Ekstraksion fosfat kislota olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli

Yarimgidratli usullar ekstraksiyalash jaryonida to'g'ridan-to'g'ri konsentrlangan fosfat kislota olish yo'llari bo'yicha izlanishlar natijasida yaratildi. Ularning amaliyotda tatbiq etilishi shuni ko'rsatadiki, bunda ular ham afzallikka (reaktor va filtrlash qurilmalarining yuqori intensivlikka egaligi, mahsulot kislotasi konsentrat-siyasining 35-48 % P_2O_5 gacha ortishi, sulfatli cho'kma chiqindisining kamayishi), ham yetarlicha kamchilikka (reaksiya muhit agressivligining ortishi, P_2O_5 va ftor yo'qotilishining ortishi, no-stabil yarimgidrat cho'kmasining qisman gidratlanishi natijasida filtr tagligiga yopishib qolgan cho'kmaning o'sishi hisobiga filtrning yirtilib ishdan chiqishi va h.k.) egadirlar. Bu kamchiliklar birin-ketin bartaraf etilmoqda va jahon amaliyotidagi yarimgidratli usulning o'rnini yanada kengaymoqda.

Fosfat kislotani ekstraksiyalashning yarimgidratli jarayoni bir necha sxemalar bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Ulardan birida barcha reagentlarni reaktorning birinchi bo'linmasiga kiritish bilan xuddi yuqorida bayon etilgan digidratli usuldagidek jarayon amalga oshiriladi. Yarimgidratning cho'kishi suyuq faza tarkibida 35-38 % P_2O_5 va 1-1,5 % SO_3 , harorat 95-105°C bo'lganda sodir bo'ladi. Boshqa xil variantda esa apatitni oldindan 3-4 karra ko'p miqdordagi konsentrlangan (45-48 % P_2O_5) fosfat kislota (birinchi filtrat va aylanma suspenziya) bilan 95-102°C da parchalanadi; olingan monokalsiyfosfat bo'lgan suspenziya, so'ngra 92-93 %li sulfat kislota bilan qayta ishlanadi. Apatitni parchalash va yarimgidratni kristallantirish bosqichlarining jihozli bo'linishi natijasida xomashyodan yuqori darajada (97—98,5 %) foydalanishga erishiladi va tarkibida: 0,2-0,4 % CaO ; 0,5-0,8 % SO_3 ; 1-1,2 % $(Fe,Al)_2O_3$; 1-1,1 % F yoki 0,2-0,3 % F (suspenziya suyuq

fazasini soda yordamida ftorsizlantirish orqali) bo'lgan konsentrlangan (45-48 % P_2O_5) mahsulot kislotasi olinadi.

Yarimgidratli jaryonlarda nostabil kalsiy sulfat cho'kmasini suv bilan yuvish va sexdan yo'qotishni ta'minlash kerak. Ammo uni digidratga o'tkazish, hattoki suvli suspenziyaga ma'lum miqdordagi stabilizatorlar [masalan, $Ca(OH)_2$] qo'shilganda ham sekin kecha-di. Bu esa uning uzatilishini suvli suspenziya holatida quvurli gidrouzatgichlarda uzatilishini talab etadi. Suyuq fazadagi P_2O_5 konsentratsiyasi va reaktordagi harorat nisbatan yuqori bo'lganligi uchun, digidratli jarayonga nisbatan yarimgidratli jarayonlarda ajraladigan gazli fazadagi ftorning miqdori ko'p bo'ladi va 15-50 % ni tashkil qiladi; uning tutib qolinishi va boshqa maqsadlarda foydalanilishini ta'minlash lozim bo'ladi. Umuman olganda, yarimgidratli jarayonlardagi P_2O_5 ning texnologik unumi digidratliga nisbatan 1—2 %ga kam bo'ladi, shunga mos holda mahsulotli unum ham kamayadi.

Keyingi paytlarda jahon amaliyotida yarimgidrat-digidratli jarayonlar keng tarqalmoqda. Ularda fosfat rudasi yarimgidrat hosil qilib parchalanadi, so'ngra u gidratlanadi, ya'ni digidratga qayta kristallantiriladi. Bu esa kislotaga yuqori unum bilan P_2O_5 ning (98-99 %) o'tishini va keyingi maqsadlarda ishlatish imkoniyatini oshiruvchi, tarkibida juda kam miqdordagi suvda eruvchan P_2O_5 bo'lgan gips hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bunday jarayonning yutug'i shundaki, unda nisbatan yirik zarrachali xomashyolami kislotaga o'tadigan P_2O_5 unumini pasaytirmagan holda qayta ishlash imkoniyati yaratiladi. Chunki yarimgidratning digidratga qayta kristallanish jarayonida ham sulfatli qobiq bilan ajralib qolgan fosfat zarrachalarining parchalanishi davom etadi.

Yuqori haroratni ushlab turish yo'li bilan yarimgidratning sekin gidratlanishiga qaratilgan yarimgidratli usuldan farqli ravishda, kombinatsiyalashgan jarayonda, tarkibida kam miqdordagi P_2O_5 ushlab qoladigan yirik kristalli ($200^{\wedge}$ -500x404-80 mkm) gipsning ajralishiga erishilgan holda gidratlanish sharoiti har tomonlama boshqariladi. Kombinatsiyalashgan jarayonning birinchi variantiga: 90-95°C da fosforitning sulfat va aylanma fosfat kislotalar bilan aralashishidagi yarimgidratning cho'ktirilish, suspenziyaning 50-60°C gacha sovutilish va gipsning kristallanishida kristall markazlari

hosil qiluvchi qo'shimchalar, sulfat kislotasi va Al^{3+} bilan birgalikda kristall o'sishini so'ndiruvchi ftorid-ionlarini bog'lash maqsadida aktiv kremniy dioksid qo'shish yo'li bilan yarimgidratning gidratlantirish jarayonlari kiradi. Gidratlanish vaqti 5-16 s ga teng, yuvilgandan so'ng cho'kmaning tarkibida 1 mol $CaSO_4$ ga to'g'ri keladigan 1,8-1,9 mol H_2O , 0,3 % umumiy P_2O_5 (digidratli jarayonda esa 0,5-1,5 %) va hammasi 0,02-0,08 % bo'lgan suvda eruvchan P_2O_5 bo'ladi. Yarimgidratning cho'ktirilishi va uning gidratlanishi deyarli bir xil tarkibdagi eritmalarida amalga oshiriladi va bayon etilgan usul tarkibida 32 % P_2O_5 dan ko'p bo'lmagan konsentratsiyali fosfat kilota olish imkoniyatini yaratadi. 1 t P_2O_5 hisobida mahsulot ishlab chiqarish uchun 2,95 t fosforit ($1,03$ t P_2O_5), 2,72 t H_2SO_4 , 0,25 t bug', 160 kVt-s elektroenergiya sarflanadi.

Oxirgi yillarda bundanda takomillashgan — mahsulot kislotasini oraliq bosqichda ajratib olishga asoslangan yarimgidrat-digidratli usullari yaratildi. Yarimgidratning cho'ktirilishi 90-100°C haroratda 45-50% P_2O_5 bo'lgan eritmalarida amalga oshiriladi, mahsulot sifatidagi konsentrlangan kislotasi ajratib olgan holda suspenziya filtrlanadi, sentrifugalanadi yoki tindiriladi; cho'kmani, tarkibida: 10-25 % P_2O_5 va 5-10 % H_2SO_4 bo'lgan eritma bilan qayta bo'tqa holatiga keltiriladi va 55-65°C haroratda yarimgidratning gidratlanishi amalga oshiriladi; uni jarayonga qaytariluvchi suyuq fazadan ajratiladi. Oraliq filtrlash bilan amalga oshiriladigan yarimgidrat-digidratli usullar (yarimgidrat-filtr-digidratli usul) ning afzalligi shundaki, bunda: yuqori konsentratsiyali kislotasi olinadi; yirik zarrachali xomashyolami ham ishlatish mumkin, bu esa ruda tayyor-lash kapital mablag'lari va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi; nisbatan toza fosfogips hosil bo'lganligi uchun undan xom-ashyo sifatida foydalanish imkoniyatlari kengayadi. Bularning hammasi ikkinchi filtrlash xarajatlarini to'la qoplaydi.

Yarimgidratli va pougidrat-digidratli usullarda konsentrlangan (35—50 % P_2O_5) fosfat kislotasi ishlab chiqarishdagi ftorli gazlarning absorbsiyasi SiF_4 ning nisbatan oz miqdordagi HF bilan aralashmasidan mahsulot sifatidagi geksaftorsilikat kislotasi olish orqali amalga oshiriladi. Bu holdagi gazlarda ftorning konsentratsiyasi 2-10 g/m² ga yetadi, uni ajratib olish mexanik absorberlarda,

suzuvchi sharli absorberlarda, shar to'ldirgichli absorberlarda yoki Venturi absorberlarida amalga oshirilishi mumkin. Venturi absorberlari tuzilishi bo'yicha yuqori tezlikdagi gazlarni (20—30 m/s) tozalashda ishlatilishi mumkin, kam gidravlik qarshilikka ega va shuning uchun keng ko'lamda qo'llaniladi.

Lekin shuni ham ta'kidlash lozimki, tabiiy fosfatlarni ekstraktsion fosfat kislotasi va boshqa mahsulotlarga qayta ishlaydigan sa-noatlardagi gazlarni ftor birikmalaridan tozalashda ishlatiladigan sistemalar yer shari sirtidagi havoda CHMK (chegaralangan me'yordagi konsentratsiya) talablariga javob bermaydi va gazlarni atmosferada yoyilib ketishi hisobiga konsentratsiyasini kamaytirilishi uchun juda uzun (180 m. gacha) mo'rili quvurlar ishlatiladi. Nisbatan murakkab absorbsion tizimli qurilmalar esa ishlab chiqarishni 1,3-1,5 marta qimmatlashishiga olib keladi. Atmosferaga chiqariladigan zaharli chiqindilarni kamaytirish gaz aylanma sikllarini, ya'ni chiqadigan gazlarni asosiy ishlab chiqarish jarayo-niga qaytarilishini ta'minlash orqali ham erishilishi mumkin. Masalan, ekstraktsion fosfat kislotasi sexida absorbsion qurilmadan chiqadigan gaz, ya'ni 60 mg/m³ gacha qoldiq ftor bo'lgan nam havo ekstraktorga qaytarilishi mumkin, u yerda u qaynoq reaksiya suspenziya bilan to'qnashadi va ekstraktordagi talab etiladigan darajadagi haroratni ushlab turadi, bug'lanadigan suv hisobiga qiziydi va to'yinadi. Shu yo'l bilan ekstraktordagi ortiqcha reaksiya issiqligi ham chiqarib olinadi. So'ngra, 1 m³ quruq havo hisobiga ~3 g ftor to'g'ri keladigan anchagina namlangan gaz yana absorbsion sistemaga keladi, u yerda undan ftor birikmalarining asosiy massasi va suv bug'i ajratib olinadi, sovutilgan geksaftorsilikat kislotasi bilan absorbsiyalashga uzatilishi hisobiga uning harorati yana pasayadi.

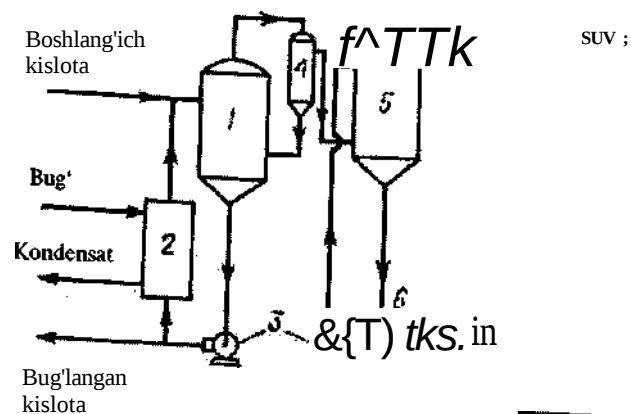
3.5.4. Fosfat kislotani konsentrlash

Qo'shaloq superfosfat, ammofos, nitroammofoska ishlab chiqarish uchun 45-55% P₂O₅ bo'lgan fosfat kislotasi, ammoniy polifosfatlari va suyuq o'g'itlar olish uchun esa - 72-83% P₂O₅ li fosfat kislotalari talab etiladi. Bunday hollarda ekstraktsion fosfat kislotasi bug'latiladi. Ma'lumki, har qanday (98 %li H₃PO₄ gacha) konsen-

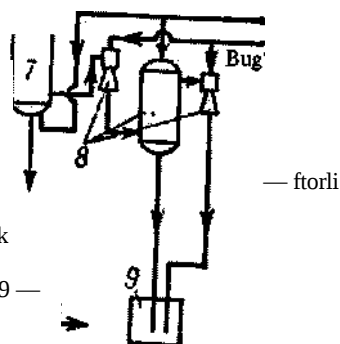
tratsiyadagi toza fosfat kislotaning bug'i faqat suvdan iborat, nazarida olganda uni bug'latish orqali yuqori konsentratsiyali eritmalarini olish mumkin. Amalda esa jihozlar materiallarining korroziyalanishi hisobiga bug'latish qiyinchilik tug'diradi. Harorat va kislotasi konsentratsiyasining ortishi bilan korroziyalanish tezlashadi. Bundan tashqari, konsentratsiya ortishi bilan kislotasi tarkibidagi qo'shimchalar, eruvchanlikning keskin kamayishi hisobiga cho'kmaga tushadi (quyqa hosil qiladi). Cho'kmali qoldiq (quyqa)lar qizdiriluvchi yuzaning ichki sirtiga o'tirib qolib, issiqlik almashinuvini yomonlashtiradi.

Loyiha quvati yiliga 110 ming t P₂O₅ bo'lgan ekstraktsiyali sistemalarda kislotani 28-30 dan 52-55% P₂O₅ gacha konsentrlash uchun odatda, bir korpusli bug' bilan isitiladigan (130°C) qizdiruvchi kamerali 3-4 ta vakuum-bug'latgichli apparatlar o'rnatilgan (3.26-rasm). Vakuum-nasos yordamida apparat ichida ~0,09 Mlla li vakuum hosil qilinadi. Bu esa bug'latishni nisbatan past (80-90°C) haroratda amalga oshirish imkoniyatini beradi. Apparat korpusi gummirlangan, qizdiruvchi kamera grafitli (kislotasi va bug' harakatlanadigan yo'llari bo'lgan grafitli bloklardan iborat, issiqlik almashinuv yuzasi maydoni ~158 m² ga teng) bo'ladi. Qizdiriluvchining cho'kmali quyqa hosil qilib qolishini oldini olish maqsadida, uzluksiz ravishda kuchsiz kislotasi qo'shish orqali konsentrlangan kislotaning majburiy intensiv sirkulatsiyasi (sirkulatsiya-ning qaytarilishi 100-150 marta) amalga oshiriladi. Shu tufayli sirkulatsiyali eritma konsentratsiyasi aralashishdan so'ng ham kam o'zgaradi. Bunday kislotadagi qo'shimchalarning eruvchanligi boshlang'ich kislotadagiga qaraganda anchagina kam bo'ladi. Shuning uchun aralashtirilgan vaqtda kuchsiz kislotadagi qo'shimchalar kristallanadi. Ularni tindirgichdayoq ajratib olish va so'ngra bug'latuvchi apparatga yo'llash maqsadga muvofiqdir. Bug'latilgan kislotani sirkulatsiyali konturidan muntazam chiqarib turiladi.

Qizdiruvchi kameraning ichki yuzasiga kalsiy sulfat va ftor-silikatlardan iborat qo'shimchalar o'tirib qoladi. Bu har uch kunda toza suv bilan yuvib turishni talab etadi. Nisbatan ko'proq vaqt ishlatilganda quyqa bu yuzani yanada to'laroq egallab oladi, uni mexanik usullar bilan tozalanadi va so'ngra H₂SiF₆ ning 4-5 %li eritmasi bilan yuviladi.



3.26-rasm. Fosfat kislotani konsentrlash uchun vakuum-bug'latgichli qurilma sxemasi: 1 — bug'latuvchi apparat (bug'latgich) korpusi; 2 — qizdiruvchi kamera; 3 — sirkulatsiya nasosi; 4 — tomchi ushlagich; 5 — gazlar absorber (yuvish minorasi); 6 — H_2SiF_6 — eritmasining barometrik yig'gichi; 7 — yuza kondensatori; 8 — ikki bosqichli ejektorli (so'rg'ich) qurilma; 9 — barometrik bak.



Ekstraksiyon fosfat kislotaning konsentratsiyasi ortishi bilan unda erigan geksaftorsilikat kislotaning bug' bosimi ham ortadi. Shu tufayli fosfat kislotani 52-57 % P_2O_5 gacha bug'latishda boshlang'ich kislotadagi ftorning 80-90 %i ($2\text{HP}^{7+}\text{SiF}_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) gazli fazaga ajralib chiqadi; mah-sulot kislotasidagi ftorning miqdori 0,5—0,8 %gacha kamayadi. Shuningdek, bug'latgishdan chiqadigan gazlar tarkibida ko'p miqdordagi suv bug'i bo'ladi, uni ftoridlar absorbsiyasida kondensatsiyalanishini kamaytirish uchun absorbsiyalash jarayoni qaynoq ($60-70^\circ\text{C}$) H_2SiF_6 eritmali bilan amalga oshiriladi; ftordan tozalangan suv bug'i barometrik kondensator o'rnatilgan ikki bosqishli bug'ejektorli (bug' so'ruvchi) qurilmalar yordamida so'rib olinadi.

Apatitdan olingan bug'latilgan kislota $1650-1750 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega, uning tarkibida: 52-54 % P_2O_5 ; 3,4-4,2 % SO_3 ; 1,2-1,3 % $(\text{Fe,Al})_2\text{O}_3$; 0,1-0,4 % SiO_2 ; 0,5-0,8 % F bo'ladi.

Ekstraksiyon fosfat kislotani bug'latish uchun barbotajli konsentratorlar — kislota bardosh materialli kameralar ham ishlatiladi,

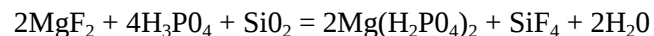
ular da bug'latish kislotaning yuza qatlami orqali yoqilgan qaynoq gaz berish orqali amalga oshiriladi. Bu yerda issiqlik uzatuvchi yuza bo'lmaydi, issiqlik almashinish qaynoq gaz bilan kislotaning to'g'ridan-to'g'ri to'qnashishidan amalga oshadi; bunda hosil bo'ladigan cho'kma muallaq holatda qoladi va apparatdan kislota bilan birgalikda chiqadi, so'ngra uni tindirish orqali tozalanadi. Kameraga o'txona gazlari 650-900°C haroratda beriladi. Ayniqsa, tabiiy gaz yondiriladigan grafitli botirma yondirgishU konsentratorlar intensiv ishlaydi. Barbotajli konsentrator va botirma yon-dir-gichli apparatlarda gaz o'zi bilan birga anchagina miqdordagi fosfat kislota bug'ini olib chiqadi, uni esa elektrofiltrlarda tutib qolish lozim bo'ladi. Tarkibida 8,5-9 g/m³ fto (elektrofiltrga kirishdan oldin havo bilan aralashishi hisobiga — 3 g/m³) bo'lgan chiqindi gazlarini tozalashdan ko'p miqdordagi P₂O₅ bo'lgan H₂SiF₆ eritmasi olinadi; ularni ishlatish qiyinchilik tug'diradi. Tuman hosil bo'lishi — P₂O₅ yo'qotilishi orshiradi, bundan tash-qari, tevarak atrof-muhit ifloslanishiga sabab bo'ladi.

Bunday jihozlar ko'proq superfosfat kislotalar olish uchun qo'llaniladi. Bu holda bug'latishga tarkibida 54-55 % P₂O₅ bo'lgan

eritmalar (vakuum-bug'latgichdan so'ng) beriladi. Bunday maqsad-lar uchun qizdiruvchi kameraga yuqori bosimdagi bug' (~3 MPa) uzatiladigan vakuum-bug'latgichli apparatlar ham ishlatilishi mum-kin.

Hozirgi paytda barbotajli konsentratorlar o'rnida yanada takomillashgan, yuqori darajada issiqlikdan foydalanuvchi, aeroliftli apparatlar qo'llanilmoqda. Ular ichki qismi grafitli quvur bilan muhofazalangan vertikal po'lat quvurdan iborat. Uning bug'latila-digan kislota kiritiladigan pastki qismidan qaynoq gaz og'imi yubo-riladi, hosil bo'ladigan gaz-suyuqlikli aralashma yuqori qismidan chiqariladi. Suyuqlik ajratilgandan keyin va issiqligidan bug'la-tiladigan kislota isitishda foydalanilgandan so'ng, chiqindi gazi, absorbsiya qurilmalarida kislota tumani, SiF₄ va HF dan tozalanadi. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish uchun mo'ljal-langan, tarkibida 68-70% P₂O₅ bo'lgan kislota olish uchun kon-tsentrashni ikkita ketma-ket bosqichda: 1-chisida 52-54 dan 64 %gacha, 2-chisida esa 68-70% P₂O₅ gacha o'tkaziladi.

Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) bo'lgan boyitilmagan (24-25% P₂O₅) Qoratog' fosforitlaridan ekstraksiyalash jarayonida 20-22% P₂O₅ li fosfat kislotaga olinadi. Odatdagi usullarda 37-38% P₂O₅ gacha bug'latilishi va 30-40°C dan past haroratgacha sovi-tilishi natijasida u quyilib boradi va oquvchanligini yo'qotadi. Bu esa undan ftorsizlantirilgan o'g'itlar, qo'shaloq superfosfat, suyuq kompleks o'g'itlar olish imkoniyatlarini yo'qotadi. O'tgan asrning 80-yillariga qadar burring sababini kislotadagi MgSiF₆ ning parchalanishi natijasida gaz holatdagi SiF₄ va MgF₂ ning kolloid eritmasi hosil bo'lishi orqali izohlashga urinilgan. Go'yoki eritma sovitilganda MgF₂ ning to'yinishi hisobiga sistema qovushqoq, kam harakatchan massa (gel) ga aylanadi. Yana shuni ko'rsatib o'tila-diki, ko'p komponentli tuz sistemalari eruvchanliklarini o'rganish orqali, bug'latiladigan kislotaga kam aktiv kremniy dioksid (ma-salan, kremnegel) qo'shilganda fosfat kislotaga bilan MgF₂ ning kimyoviy ta'sirlashuvi yengillashadi, yuqori haroratda reaksiya:



tenglama bilan sodir bo'lib, kislotadagi ftor SiF₄ tarzida yo'qotiladi va yaxshi eriydigan monomagniyfosfat hosil bo'ladi, deb nazariy jihatdan asoslashga urinilgan. Lekin bu urinishlar ishlab chiqarishda o'z yechimini topmadi.

O'zbekiston kimyogarlarining qator yillar davomida Qoratog' fosforitidan sulfat kislotali ekstraksiyalashdan olingan fosfat kislotasini konsentrlash, uning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish yuzasidan o'tkazgan tadqiqotlari natijasida tarkibida magniy birikmalari bo'lgan fosfat kislotalarining konsentrlanishida quyilib qolish sabablari ham nazariy, ham amaliy jihatdan asoslandi va bu borada ijobiy natijalarga erishildi.

Namangan muhandislik-pedagogika instituti professori, texnika fanlari doktori Q. Gafurovning olib borgan zahmatli mehnatlari natijasida, tarkibida magniy bo'lgan EFK laming konsentrlash jarayonida quyilib qolish sabablari ham ilmiy, ham amaliy jihatdan asoslab berildi. Nafaqat quyilish sabablari, balki bunday kislotani konsentrlashda quyilib qolishini oldini olish yo'llari ham oshilib, amaliy jihatdan sinovdan muvaffaqiyatli o'tkazildi.

20°C haroratdagi suvda va NH₄NO₃ (kimyoviy toza - k.t.) ning 1% li suvli eritmasida MgHP0₄ (k.t.) va MgF₂ (k.t.) laming izotermik eruvchanligini o'rganish - MgHP0₄ (k.t.) va MgF₂ laming suvdagi eruvchanligi muvofiq ravishda 1,392 va 0,117 % (MgO bo'yicha 0,464 va 0,0755 %), ammoniy nitrat eritmasidagi eruvchanligi esa muvofiq ravishda 9,99% va 0,248% (MgO bo'yicha 3,330 va 0,160 %) bo'lishini aniqlash imkoniyatini yaratdi. Shunday ekan, 1,0 %li ammiakli selitra eritmasida magniy tuzlarining eruvchanligi MgHP0₄ uchun etti marta, MgF₂ uchun ikki marta ortadi.

20°C haroratda 0,1, 0,5 va 1,0 molyarli ammiakli selitra eritmalarida MgF₂ ning eruvchanligini o'rganish natijasida MgF₂ ning eruvchanligi konsentratsiyaning ortishi bilan deyarli o'zgarmasligi aniqlandi. Masalan, 0,1 molarli ammiakli selitra eritmasida MgF₂ ning eruvchanligi 0,2478 % (0,1598 % MgO, ya'ni 0,040 mol MgF₂) ni, 0,5 molyarli eritmada 0,2694 % (0,17388 % MgO, ya'ni 0,0435 mol MgF₂) ni va 1,0 molyar eritmada esa 0,2695 % (0,1753 % MgO, ya'ni 0,0435 mol MgF₂) ni tashkil etadi.

MgSO₄~H₃PO₄—NH₄NO₃—H₂O sistemasini o'rganish natijasida 0-60% P₂O₅ konsentratsiyali intervalda MgSO₄*7H₂O ning eruvchanligi MgSO₄—H₃PO₄—H₂O sistemasidagiga nisbatan 2-1,5 %ga ortishi aniqlandi.

Tarkibida magniy bo'lgan fosforitlarni fosfat kislotaga sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonida magniy birikmalarining to'la ekstraksion fosfat kislotaga tarkibiga o'tishi kuzatiladi. Bunday EFK ni bug'latish jarayonida eritmadagi barcha tuzlarning to'yinishi bilan bir qatorda dastlab magniy ionlarining sulfat ionlari bilan birikib MgSO₄, so'ngra shu bilan bir vaqtda uning gidratlanishi hisobiga MgSO₄—H₂O dan toki MgSO₄*7H₂O gacha bo'lgan gidratlanish jarayoni sodir bo'ladi. Bu esa EFK ning quyilib qolishi va oquvchanligini yo'qotishiga sabab bo'luvchi omillardan biridir. Bundan tashqari, eritmaning quyilishiga EFK tarkibidagi boshqa kation va anionlardan iborat qo'shimchalar ham o'z ta'sirini ma'lum darajada ko'rsatadi.

Shuning uchun ekstraksion fosfat kislotani bug'latishda kislotani quyilib qolishiga olib keladigan undagi qiyin eruvchan qo'shimchalarni eritish maqsadida va ekstraksion fosfat kislotani konsen-

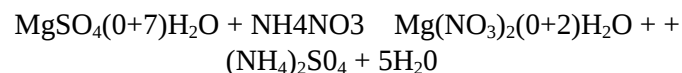
trlashda wring qovushqog'ligini kamaytiruvchi agent sifatida ammoniy nitrat ishlatilgan.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksion fosfat kislotalarni bug'latishdan oldin uning tarkibidagi magniyning miqdoriga muvofiq holda:

$$mNH_{iNO} = 0,5 + 0,25 - i^{\wedge},$$

bu yerda, m — EFK ga qo'shiladigan ammoniy nitratning og'rlik miqdori; n — EFK dagi MgO ning og'rlik miqdori; 0,5 — doimiy son formula bo'yisha ammoniy nitrat qo'shiladi va eritmani 50-55 % P₂O₅ gacha bug'latiladi.

Ammoniy nitrat ekstraksion fosfat kislotani bug'latish jarayo-nida va hosil qilingan konsentrlangan kislotalarda ularning fizik-kimyoviy xossalriga ijobiy ta'sir ko'rsatishini 3.10-jadvaldagi ma'lumotlarda ko'rish mumkin. Eritmadagi MgSO₄·(1±7)H₂O ammoniy nitrat bilan ta'sirlashadi:



Bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotalarning tavsifi

3.10-jadval

Tarkibiy %			Zichligi, g/sm ³ (20°C da)	Q	ftorsizlanish darajasi, %	100 g kislotalardan suv ajratib olish, g
P ₂ O ₅	F	N	ovushqoqligi, spz (20°C da)			
Ammoniy nitrat qo'shimchasiz						
22,7	1,80	-	1,273	4,27		
28,4	2,16	-	1,365	9,10	4,0	20,5
36,75	2,35	-	1,500	19,00	19,1	38,5
41,24	1,48	-	1,717	125,00	54,5	45,5
47,78	1,47	-		174,00	61,5	52,5
55,5	0,62	-	1,726			
22,51	1,78	0,35		225,00	36,1	59,0
37,14	1,82	0,54	Ammoniy nitrat qo'shimchasi bilan			
57,5	0,36	-	1,273	4,27		
55,44	0,70	0,83	1,503	17,2	38,0	39,5
0,88	0,78	1,780	1,918	4427,00	92,2	60,5
			1,840	367,0	87,1	99,5
			255,0	78,4	56,0	

EFK ni bug'latish jarayonida suvning kamayishi hisobiga, Le-shatele prinsipiga muvofiq, reaksiya muvozanat o'ng tomonga siljiydi. Natijada, yaxshi fizik-kimyoviy va reologik xossaga ega bo'lgan, hattoki uzoq vaqt minusli haroratlarda turib qolganda ham quyilib qolmaydigan oquvchan kislota olinadi. Olingan kislota tarkibidagi ftorning miqdorini 0,3 %gacha pasaytirish mumkin, natijada, bunday kislotalardan ftorsizlangan yuqori konsentratsiyali o'g'itlar olinish usullari yuzaga shiqdi. Magniyli ekstraksiya fosfat kislotalarni bug'latish yo'li bilan (30-35 % P_2O_5 gacha) kon-sentrlash orqali esa qo'shaloq superfosfatlar turidagi o'g'itlar olish imkoniyatini yaratdi. Bunday usullarda (50-55 % P_2O_5 gacha) konsentrlangan kislota tarkibida turli tuzlarning to'yingan eritma holatida bo'lishi, uning hattoki 50-55 % P_2O_5 li eritmalarida (apatitli kislotalardan farqli ravishda) polifosfat kislotalarning mavjud bo'lishini ta'minlaydi, bu esa ulardan polifosfatli va suyuq sus-penziyal kompleks o'g'itlar olish imkoniyatini oshib berdi.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiya fosfat kislota bug'latishdan oldin kationitli magniysizlantirish usuli ham ishlab chiqilgan. Bu usulda tarkibida» 20 % P_2O_5 , 2-3 % MgO va boshqa qo'-shimchalar

bo'lgan ekstraksiya fosfat kislota ion almashinish yo'li bilan tozalanadi, hosil qilingan kislota talab etilgan (60-70 % $P_2C>5$) konsentratsiyagacha bug'latiladi, ular asosida ammoniy poli-fosfatlari va boshqa suyuq hamda qattiq shakldagi o'g'itlar olinadi.

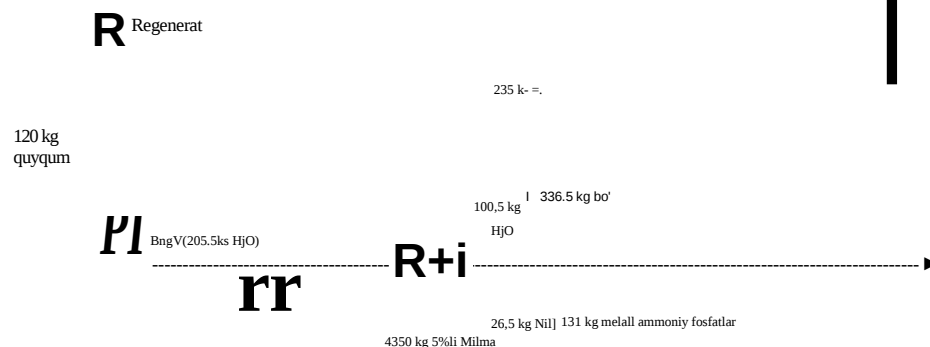
Ekstraksiya fosfat kislota odatdagi kationitli tozalashda kislota eritmasi kationitdan o'tkaziladi, so'ngra ifloslangan kationitni suv bilan yuviladi va kuchli mineral - sulfat, nitrat, xlorid kislotalar bilan regeneratsiyalanadi; regeneratsiyalangan kationit suv bilan yana yuviladi va unda yana ekstraksiya fosfat kislota tozalash mumkin bo'ladi. Bu usul kationitni tozalash bilan bog'liq ko'p bosqichli jarayon bo'lganligi sababli jarayon davomiyligining uzun-ligi, ishlab chiqarish samaradorligining pastligi, yo'qotiladigan fosfat kislota (tozalanadigan kislota 5% gacha) siklga qaytarilmasligi kabi yetarlicha kamchilikka egadir. Bundan tashqari, regeneratsiyalashdan hosil bo'ladigan eritmani neytrallashtirish va ularni chiqindixonalarda saqlash kabi muammolarni keltirib shiqaradi.

Shuning uchun kationitni yopiq sikldagi regeneratsiyalash yo'li bilan ekstraksiya fosfat kislota kationitli tozalash orqali sama-

radar usulga erishilgan. Buning uchun ammiakli shakldagi ionitlar ishlatiladi. Bunda kationitni regeneratsiyalash uchun $\text{NH}_3\text{P}_2\text{O}_5$ massa nisbati 0,3-0,42, ko'pincha 0,36 ga teng bo'lgan ammoniy fosfatlarining 5 %li suvli eritmaları ishlatiladi. Bu usulda regeneratsiyalashdan oldingi va keyingi kationitni yuvish jarayonlari o'tkazilmaydi, bu esa ishlab chiqarish intensivligini oshiradi va fosfat kislotasi yo'qotilishini kamaytiradi.

Kationitli usulda ekstraksiyon fosfat kislotani tozalash jarayoni bosqichlari bo'yicha materiallar oqimi 3.27-rasmda tasvirlangan.

1400 kg EFK ($21\text{P}_2\text{O}_5$) 1268 kg tozalangan EFK
970 kg EFK bug'lanishiga



3.27-rasm. Tindirish va ion almashinish bosqichlari bo'yicha materiallar harakati:
1 — tindirgich; 2 — PAA tayyorlash uchun idish; 3 va 4 — ionitli kolonnalar;
5 — regeneratsiyalovchi eritma tayyorlash uchun idish; 6 — ajratuvchi qurilma;
7 — aralashtirgich; 8 — donadorlagich-quritgich.

Wish (1) da poliakrilamid (PAA) ning 0,1% li suvli eritmasi tayyorlanadi. Bu eritma ekstraksiyon fosfat kislotadagi qattiq zarra-chalarni, cho'k'irish uchun (EFK dagi qattiq fazaning 0,03 % me'-yonda) tindirgich (1) ga uzatiladi. Ionitli kolonnalar (3) va (4) ning K⁺, NH_4^+ , H_2PO_4^- ikkinchisi regeneratsiyalanayotgan bo'lad, Tindirilgan EFK ionitli kolonna (3) yoki (4) ga uzatiladi va u yerda EFK kationlardan tozalanadi. Tozalangan EFKning bir

qismi regeneratsiyalovchi eritma hosil qilish uchun idish (5) ga, qolgan qismi esa mahsulot sifatida bug'latish jarayoniga yuboriladi. Ekstraksiyon fosfat kislotasi idish (5) da gaz holatdagi ammiak bilan neytrallanadi va suv bilan suyultirib turiladi. Hosil qilingan ammoniy fosfatlarining 5 %li eritmasi regeneratsiyalanadigan ionitli kolonnaga uzatiladi va u yerda ionitning ishchi holatini qayta tiklaydi. Ionitli kolonnadan chiqadigan regenerat ajratish qurilmasi (6) ga uzatiladi va u erda qattiq va suyuq faza ajratiladi. Regenerat suyuq fazasining asosiy qismi regeneratsiyalovchi eritmaga qo'shiladi, qattiq fazasi esa bir qism suyuq faza bilan birgalikda aralashtirgich (7) orqali donadorlagich-quritgich (8) da donadorlash va quritish uchun yuboriladi. Bunda tarkibida ko'p qismi magniy-ammoniyfosfat bo'lgan sitratli eruvchan magniyli o'g'it qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Bu usulning afzalligi, birinchidan, ionitlarni regeneratsiya jarayoni ichki siklda amalga oshiriladi; ikkinchidan, ishlab chiqarishda chiqindi bo'lmaydi; ushunchidan, EFK tozalangandan va kationitni regeneratsiyalangandan so'ng ionitni suv bilan yuvishning hojati yo'qdir; to'rtinchidan tozalangan EFK ni bug'latish yo'li bilan nisbatan yuqori konsentratsiyali (60-70 % P_2O_5) kislotasi olish mumkin.

Shunday qilib, tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotalarning konsentrlashdan tortib, toki murakkab o'g'itlar olish-gacha bo'lgan muammolar amaliy jihatdan o'z yechimini topdi.

3.6. Qo'shaloq superfosfat

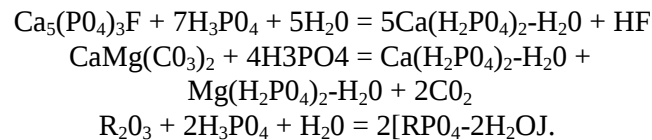
Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotasi bilan parchalash natijasida oddiy superfosfatdan, asosan fosfatli birikmalar (monokalsiyfosfat va ma'lum miqdordagi erkin fosfat kislotasi) bo'lishligi bilan farqlanadigan qo'shaloq superfosfat olinadi. Qo'shaloq superfosfatdagi kalsiy sulfat qo'shimchasi — fosfatning, tarkibida sulfation bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotasi bilan parchalanishi yoki ruda tarkibida sulfatlarni bo'lishi hisobidan ishtirok etishi mumkin. Chunki qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun, odatda ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatiladi, lekin tabiiy fosfatning bir qismi fosfat kislotasi olish uchun sulfat kislotasi bilan, qolgan qismi esa tayyor mahsulot olish uchun fosfat kislotasi bilan parchalanadi.

Qo'shaloq superfosfat (uni chet ellarda, ba'zan, uchlik superfosfat nomi bilan yuritiladi) tarkibidagi P_2O_5 ning miqdori oddiy superfosfatdagiga nisbatan 2-3 marta ko'p va uning tarkibida: P_2O_5 o'zl.=42-50% (xomashyo sifatiga bog'liq holda); P_2O_5 umum. = 45-56 %; P_2O_5 s.e. = 38-42 % va P_2O_5 erkin = 1,5-5 % bo'ladi.

Qo'shaloq superfosfat konsentrlangan fosfat kislotasi (52-54 % P_2O_5) ishlatilgan holda kamerali (oddiy superfosfatga o'xshash) usulda va 28-36 % P_2O_5 li kislotasi qo'llagan holda og'imli (kame-rasiz) usullarda olinadi. Kamerali superfosfat omborga tashlangan holda etiltiladi. Oqimli usulda esa birdaniga donadorlangan (om-borli yetiltirishsiz) mahsulot olinadi. Kamera-oqimli usul ham mavjud bo'lib, unda oson parchalanadigan fosforit unidan olingan kamerali superfosfat yetiltirish bosqichsiz to'g'ridan-to'g'ri dona-dorlash va quritishga uzatiladi.

3.6.1. Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

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



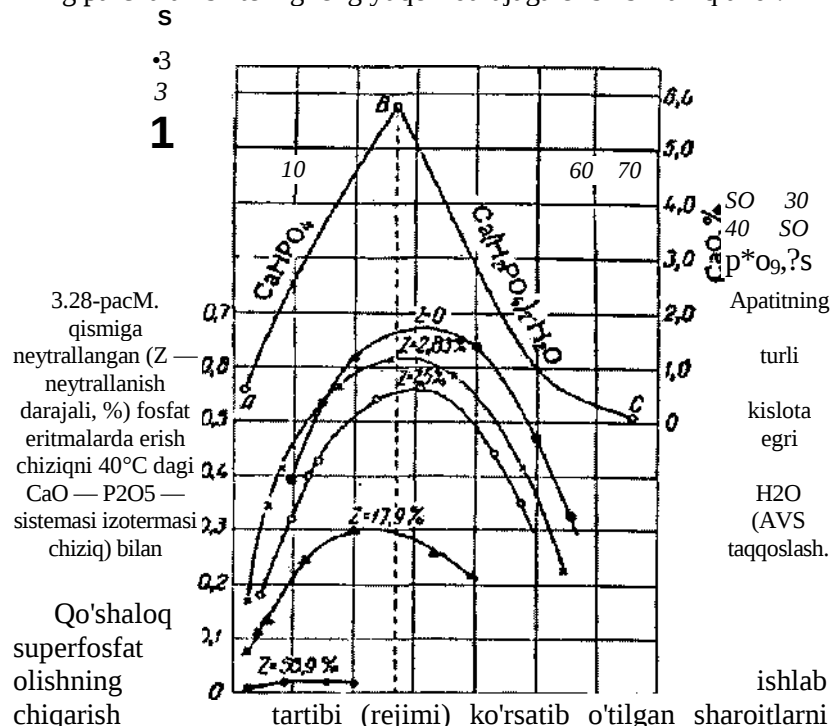
Ma'lum xomashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik me'yori — ko'rsatilgan reaksiyalarni va boshlang'ich ekstraksiya fosfat kislotasi eritmasidagi neytrallovchi (CaO , MgO , P_2O_3) va kislotali (H_2SO_4) qo'shimchalarning boiishini e'tiborga olgan holda hisoblanadi. Qo'shaloq superfosfat olishni ikki asosiy bosqichga ajratish mumkin. Birinchi bosqichda fosfat va fosfat kislotaning uzluksiz aralashtirilishidan harakatchan suspenziyada ta'sirlashuv jarayoni sodir bo'ladi, undagi suyuq faza tarkibida fosfat kislotasi, moko-kalsiyfosfat va boshqa eruvchan reaksiya mahsulotlari bo'ladi. learning suyuq fazadagi konsentratsiyasi jarayonning haroratiga, fosfat kislotaning konsentratsiyasi va sarflanish me'yoriga bog'liqdir.

Boshlang'ich paytda tez, ammo fosfat kislotaning neytrallanishi hisobiga muntazam sekinlashadigan parchalanishning bu bosqichi suyuq fazaning kalsiy fosfatlari bilan to'yinishi natijasida to'xtaydi. Ishlab chiqarish sharoitida uning davomiyligi bir necha sekunddan (kamera-oqimli usulda) 3-10 minutgacha (kamerali jarayonda) va hattoki 1-1,5 soatgacha (oqimli usulda) cho'zilishi mumkin.

Fosfat parchalanishining ikkinchi bosqichi monokalsiyfosfatning kristallanishi bilan bir vaqtda sodir bo'ladi, buning natijasida reaksiya massa suyuq va qattiq fazalarining tarkibi doimo o'zgarib turadi. Fosfat zarrachalari sirtini qisman qamrab oladigan kristallarning ajralishi, fosfat zarrachalari sirtiga N^+ ionlarining kirishini qiyinlashtiradi va parchalanish jarayonini keskin pasaytiradi. Suspenziyaning suyuq fazasi monokalsiyfosfat va dikalsiyfosfat bilan to'yingan taqdirda, parchalanish reaksiyasi to'xtaydi. Tarkibida fosfat kislotasi bo'lgan va reaksiya mahsulotlari bilan to'yinmagan eritmalarda fosfatlarning erish tezligi — fosfat zarrachalari sirtidan ajralib chiqadigan nisbatan kam harakatchan kalsiy ionlarining suyuq fazada diffuziyanishi bilan belgilanadi. Bunday mulohaza uchun CaO — P_2O_5 — N_2O sistemasidagi eruvchanlik va apatitning erish egri shizqlariga mos ma'lumotlar asos bo'ladi (3.28-rasm).

Oz darajadagi neytrallanish, ya'ni jarayonning birinchi bosqichida apatitning maksimum erish tezligi eruvchanlik diagrammasidagi V nuqtaga tutashgan holatiga to'g'ri keladi. V nuqtada, fosfat zarrachalari sirtida hosil bo'ladigan to'yingan eritmada Ca^{2+} ionlarining konsentratsiyasi eng katta qiymatli, shunday ekan, eritmada bu ionlar diffuziyasining haraktalantiruvchi kuchi ham katta bo'ladi. Shuning uchun jarayonning birinchi bosqichida yuqori parchalanish darajasiga erishish uchun shunday boshlang'ich konsentratsiyali fosfat kislotasi qo'llanilishi maqsadga muvofiq, u $Ca(H_2P_2O_4)_2 \cdot H_2O$ va $CaHPO_4$ lar bilan muvozanatdagi nuqtaga mos keluvchi tarkibga yaqin bo'lgan to'yingan eritma hosil bo'lishiga olib kelishi kerak. Masalan, 75°C da suyuq faza to'yinish paytida apatitning maksimal parchalanishi uchun — fosfat kislotadagi P_2O_5 ning boshlang'ich miqdori 33,6% ga ega bo'lishi lozim. Hattoki, bu holda ham kislotasi me'yori stexiometriya bo'yicha 110% bo'lishiga qaramay, apatitning parchalanish darajasi — 36,5% ga teng bo'ladi. Ma'lumki, tayyor mahsulotdagi fosfatning yuqori

darajadagi parchalanish darajasiga erishish, jarayonning ikkinchi bosqichini amalga oshirish sharoiti orqali aniqlanadi. Shunga muvofiq holda, 30-75°C harorat oralig'ida tarkibida 46-47% P_2O_5 boigan monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi eritmalarda apatitning parchalanish tezligi eng yuqori darajaga erishishi aniqlandi.



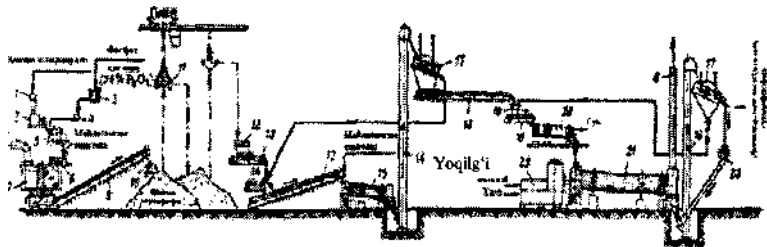
kislota javob beradi. Birinchi bosqich oxirida 75-100°C da undagi xomashyoning maksimal (muvozanatli) parchalanish darajasini 10% ga ko'tarish mumkin emas va parchalanish tezligi ham nisbatan kam boiadi. Qachonki, ikkinchi bosqichda apatitning parchalanish koefitsiyenti ~60% ga yetsa, suyuq fazaning tarkibi maksimal parchalanish tezligiga muvofiq keladi, superfosfat suspenziyasi qota boshlaydi va reaksiya keskin pasayadi. Bundan keyingi parchalanishi, omborda, samerali superfosfatning uzoq vaqt (15-30 sutka) yotishida sodir boiadi. Bu vaqtda yetiltirishning optimal harorati 40-60°C ni tashkil yetadi, uning pasayishi yoki ortishi apatitning keyingi parchalanishini sekinlashtiradi. Dolomitli Qoratog', Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini kamerali jarayonda 45-50% P_2O_5 boigan kislota bilan parchalanadi. Ular apatit konsentratiga nisbatan tez va toia parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil boiadigan CO_2 hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali qobiqning buzilishi ta'minlanadi.

Kamerasiz usullarda fosforitlar 50-100°C haroratdagi 28-40% P_2O_5 boigan fosfat kislota bilan qayta ishlanadi, bu ko'p darajada jarayonning birinchi bosqichi uchun optimal sharoitga muvofiq keladi. Ammo fosfat kislotaning bunday kichik boshlang'ich konsentratsiyasi parchalanishning ikkinchi bosqichi uchun noqulay boiib, u $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaHPO_4$ bilan yoki $CaHPO_4$ bilan muvozanatdagi eritmalarda amalda sodir boimaydi. Jarayon reaksiyon massaning quritilishida yakunlanadi. Undan suvning yo'qotilishi sistemaning monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi doirasiga o'tish va apatitning keyingi parchalanishini ta'minlash imkonini beradi. Quritish jarayonida reaksiyon massadagi monokalsiyfosfat kristallanadi va suyuq fazaning neytrallanish darajasi kamayadi, uning aktivligi esa ortadi. Shuning uchun birinchi bosqichda parchalanish darajasi kichik boisada, jarayon oxirida xomashyoning yuqori parchalanish darajasiga erishiladi.

3.6.2. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish

3.29-rasmda kamerali usul bilan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi tasvirlangan. Bu usul jarayonlar ketma-ketligi

bo'yicha ham, ishlatiladigan jihozlar bo'yicha ham oddiy superfosfatning ishlab chiqarishdagi kamerali usuliga o'xshaydi. Apatit konsentrati va konsentrlangan fosfat kislotasi aralashtirgichga uzluksiz berib turiladi, hosil bo'ladigan suspenziyaga ozgina miqdorda (apatit massasining 3% gacha) maydalangan ohaktosh kukuni qo'shiladi. Shu hisobiga kamerada shakllanadigan superfosfat massasi (ohaktoshning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan karbonat anhidrid hisobiga) g'ovaklashib qoladi va kameradan osonlik bilan frezer yordamida tushiriladi. Massaning turish vaqti aralashtirgichda 3-6 minutni, kamerada 1-1,5 soatni, harorati esa aralashtirgichda 70-80°C ni, kamerada 90-100°C ni tashkil qiladi. Hozirda qo'llanilayotgan (7,1m diametrli) kameralarga reagentlarning bir soatdagi sarfi: apatit 12-13 t ni, fosfat kislotasi (52-54% P₂O₅) 22-24 t ni, ohaktosh 0,4 t ni tashkil etadi. Kameraidagi massani shakllantirish balandligi 1,2-2 m, ga teng. Fosfat kislotaga konsentrlangan sulfat kislotasi ham qo'shilishi mumkin; bu esa (mahsulot birligiga nisbatan) fosfat kislotasi solishtirma sarfini kamaytirish imkonini beradi, undagi P₂O₅ ni qisman (51-52 %gacha) kamaytiradi.



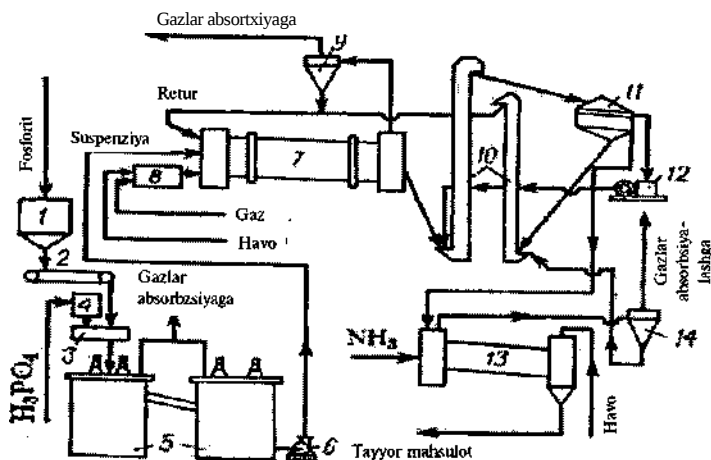
3.29-rasm. Apatit konsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi: 1 - bunker; 2 - me'yorlashtirgich; 3 — quyish baki; 4 — sarflagich; 5 — aralashtirgich; 6 — suspenziyani ohaktosh kukuni bilan shnekli aralashtirgich; 7 — superfosfat kamerasi; 8 — absorberlarga ftorli gazlarni o'tkazish uchun gaz o'tkazgich quvur; 9 — kamerali superfosfatning lentali konveyeri; 10 — kamerali superfosfatni yoyib taslilagich; 11 — greyferli (kovshli) aralashtirgich; 12 — qo'shaloq superfosfat uchun bunker; 13 — lentali konveyer; 14 — dezintegrator; 15 - neytrallashtirish barabani; 16 - elevator; 17 - elak; 18 - neytrallashtirish superfosfat uchun bunker; 19 - lentali ta'minlagich; 20 - donadorlagich; 21 - quritish barabani; 22 — yog'lig'i yondirgich; 23 — tegirmon.

Kamerada apatit konsentratining parchalanish darajasi 70 %dan oshmaydi.

Kamerali qo'shaloq superfosfatni omborli yetiltirishda ham xuddi oddiy superfosfatdagi kabi ishlar amalga oshiriladi, bunda parchalanish darajasi 77-80 %gacha ko'tariladi. So'ngra uning erkin kislotaliligini kamaytirish uchun ohaktosh kukuni va boshqa qo'shimchalar bilan neytrallanadi va donadorlanadi. Kamerali usulda (100 kg apatitga 110 kg P₂O₅ hisobidan fosfat kislotasi me'yori bo'yicha) olingan qo'shaloq superfosfat tarkibida 43—44% o'zlashadigan P₂O₅ bo'ladi. 1 t o'zlashadigan P₂O₅ hisobidagi donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun 320—330 kg (P₂O₅ hisobida) apatit va 810-820 kg (P₂O₅ hisobida) fosfat kislotasi sarflanadi.

Kamerali usulda bug'latilgan ekstraksiya fosfat kislotasi qo'llanilishi talab etiladi. Uning kamchiligi, xuddi oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi kabi, mahsulotning uzoq vaqt omborda yetiltilishidir; bu esa — yirik omborli inshootlarga, mehnat sarflariga, mahsulotni bir necha bor davriy aralashtirishdagi energiyaga va atmosfera havosining ftorli gazlar bilan ifloslanishiga ketadigan xarajatlarning ortishi bilan bog'liq.

Anchagina darajada ftoresizlantirib bug'latilgan ekstraksiya fosfat kislotaning ishlatilishiga asoslangan kamerali va kamera-oqimli usulda qo'shaloq superfosfat olishdagi ftorli birikmalarning ajralishi unchalik ko'p emas. Masalan, apatit (~3% ftor bo'lgan) va bug'latilgan fosfat kislotasi (52-54% P₂O₅ va 0,6-0,8% F) dan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishda ftoarning 22-32%i (aralashtirgich, kamera va omborda 12—15%i, donachalarni quritish, ajratish, maydalash va sovitishda esa 10—15%i) gazli fazaga ajraladi, qolgan 70—80%i esa tayyor mahsulotda qoladi. Aralashtirgich va kameradan chiqariladigan gazlardagi ftoarning konsentratsiyasi (asosan, SiF₄ tarzida) hammasi bo'lib 0,15—0,2 g/m³ ni tashkil etadi. Donachalarni quritishda ajraladigan gazlar (2HF+SiF₄ aralashmasi) tarkibida ko'p miqdorda chang bo'ladi. Shuning uchun SiF₄ ning absorbsiyasidan olinadigan H⁺SiF₃ ning kuchsiz eritmasi mahsulot sifatida bo'lmaydi. Jarayonni o'tkazish va donadorlash bo'linmalaridagi absorbsiya tarmoqlarining qurilmalari oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi tarmoqlar bilan bir xilda bo'ladi.



3.30-rasm. Fosforit uni va bug'latilmagan ekstraksiyon fosfat kislotadan donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemasi:
1 — fosforit uchun bunker; 2 — lentali o'lchov me'yorlashtirgichi; 3 — aralashtirgich;
4 — fosfat kislotasi me'yorlashtirgichi; 5 — reaktorlar; 6 — nasoslar;
7 — BDQ apparati; 8 — yog'lig'i yondirgich; 9,14 — siklon (chang tutgich) lar;
10 — elevatorlar; 11 — elak; 12 — tegirmon; 13 — ammoniyashtirgich; 14 — siklon.

Hozirgi paytda qo'shaloq superfosfatning oqimli sxema bo'yicha boradigan usullari ko'proq qo'llanilmoqda. 3.30-rasmda apatit konsentratidan olingan ekstraksiyon fosfat kislotasi va oson parchalanadigan kingisepp fosforiti asosida qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemalaridan biri tasvirlangan. Fosforit bunker (1) dan lentali o'lchov me'yorlashtirgichi (2) orqali aralashtirgich (3) ga beriladi. Xuddi shu yerga me'yorlashtirgich (4) orqali fosfat kislotasi (28-36% P_2O_5) kelib tushadi. Yuqori konsentratsiyali kislotaning qovushqog'ligi katta bo'lganligi uchun hosil bo'ladigan suspenziyaning oquvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotasi (52-54% P_2O_5) ishlatilganda, bu kislotani ishlatishdan oldin 34-36% P_2O_5 gacha - jihozlardan chiquvchi gazlarni, undagi qo'shaloq superfosfat changlarini tutib qolish uchun yuvishdan olinadigan absorbsion eritmalar bilan suyultiriladi. Suspenziya aralashtirgichdan uzluksiz ravishda reaktorlar (5) ga tushadi, ularning hajmi undagi reaksiya massani 60-90

minut aralashtirilishini ta'minlaydi. 70-100°C da shuncha vaqt ichida ~50% fosforit parchalanadi, suyuq faza dikalsiyfosfat bilan to'yinadi va keyingi uning aralashtirish hesh qanday ahamiyat kasb etmaydi, chunki reaksiya keskin to'xtaydi.

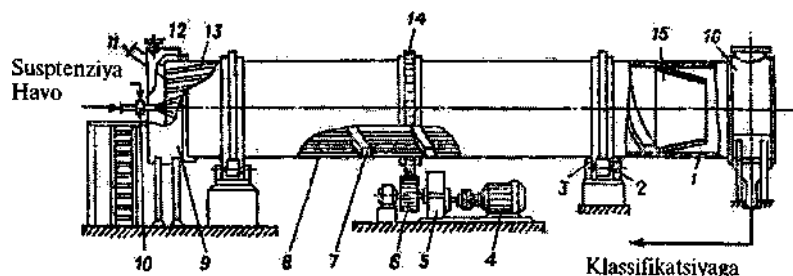
Buning sababini fosforit zarrachalari sirtining juda mayda dikalsiyfosfat kristallari bilan quyqalanishidan deb hisoblashadi. Haroratning ortishi bilan dikalsiyfosfatning eruvchanligi kamayadi, shuning uchun katta intensivlikdagi uning kristallanishi fosforit zarrachalari sirtining shunday qismida sodir bo'ladiki, u yerda suspenziya massasidagiga nisbatan parchalanishning ekzotermikligi hisobiga harorat yuqori bo'ladi. Fosforit sirtidagi quyqali qatlamda, shuningdek, ekstraksiyon fosfat kislotadagi F — ionlaridan hosil bo'ladigan kalsiy fluoridning mayda kristallari ham bo'lishi mumkin.

Suspenziyani donadorlangan mahsulotga aylantirish orqali jarayon yakunlanadi: suspenziya nasos (6) bilan BDQ — barabanli donadorlash-quritgich apparati (7) ga uzatiladi, u yerga esa shuningdek yog'lig'i yondirgich (8) dan o'txona gazlari kiradi.

BDQ apparati ichki va tashqi retur (donachalar o'lchami belgilangan talablarga javob bermaydigan zarrachalar) bilan ishlaydi (3.31-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 tayansh rolidlari (2) ga tayantirilgan. Qisqich rolidlari (3) esa barabanning surilishining oldini oladi. Barabanning aylantirishi elektrodvigatel (4) da hosil qilingan aylanma harakatning reduktor (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 qaytargish shnek (7) o'rnatilgan. Tashqi retur esa quvur (11) dan uzatiladi. Yuklash kamerasi (9) ning oldingi tirqichiga apparatga beriladigan suspenziyani qisilgan havo (0,7-0,8 MFla) bilan sachratish uchun pnevmatik forsunka (10) o'rnatilgan bo'ladi. Bunda suspenziya namligi ~35% bo'lishi lozim.

Issiqlik so'rg'ich yuklash kamerasiga ichki quvur (12) orqali kiradi. Ko'tarib tashlovchi moslama quritilayotgan donachalarning

erkin tushishidan parda hosil qiladi. Bu pardadagi donachalarga changlatilgan suspenziyaning mayda tomchilari yopishadi va uning qurishi natijasida donachalar yiriklashadi. BDQ dan chiquvchi gazning harorati 120-125°C bo'ladi. U changdan dastlab siklon (chang tutgich) da, so'ngra esa absorbsion qurilmada yuvilish orqali tozalanadi.



3.31-rasm. Barabanli donadorlash-quritgicha (BDQ1 — aylanuvchi baraban korpusi; 2 — tayanch rolik; 3 - qisgich rolik; 4 — elektrodivigatel; 5 — reduktor; 6 — tishli g'ildiraklar; 7 - qaytaigich 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.

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

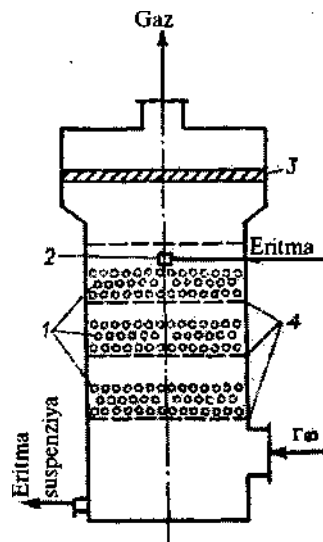
BDQ dan 2-3% namlik bilan chiqadigan quruq donachalar harorati 100-105°C bo'ladi. Sxemada (3.30-rasm) ko'rsatilishicha, ular elevator (10) bilan elak (11) ga uzatiladi, u yerda mahsulotga tegishli fraksiyalar (1-4 mm) ajratiladi. Yirik fraksiyalar tegirmon (12) da maydalangandan so'ng yana elakka qaytariladi, maydasi esa tutib qolingani chang bilan birgalikda BDQ apparatiga tashqi retur sifatida qaytariladi. Retur soni (retur massasining mahsulot massasiga nisbati) 1-2 oralig'ida bo'lishi kerak.

BDQ apparatida suspenziyadan suvning bug'lanishiga qarab undagi suyuq fazada erkin H₃PO₄ konsentratsiyasi ortadi, erigan monokalsiyfosfat konsentratsiyasi kamayadi, shuning uchun H

ionlarining aktivligi oshadi. Bu esa dikalsiyfosfat quyqali qatlaminin qisman erishini ta'minlaydi va fosforit zarrachalarining parchalanishi davom yetadi. Quritilgan qo'shaloq superfosfatda uning parchalanish koeffitsiyenti 80-85% ga yetadi. Quritilgan donador qo'shaloq superfosfatning kislotaliligini kamaytirish uchun donachalar aylanuvchi barabanda bo'r bilan changlatib yoki ammoniylashtirilib neytrallanadi. Barabanli ammoniylagich (13) da ammiak kollektor orqali donachalar qatlami ostiga beriladi. Ammoniylashtirishda ajraladigan issiqlikni yo'qotish uchun barabanga qarama-qarshi tomondan havo oqimi kiritiladi. Ammoniylashtirgichdan chiqadigan mahsulotning harorati 40-45°C bo'ladi. Havo oqimi bilan chiqadigan chang siklon (chang tutgich) (14) da, so'ngra esa absorbsiya qurilmalarida — ftor birikmalari va ammiak-dan yuvishda uchlab qolinadi. (9)-va (14)-siklonlarda ushlab qolingani chang returga qo'shiladi. Ammoniylashtirishdan so'ng mahsulotdagi erkin fosfat kislota 4-5% P₂O₅ (o'zlashadigan P₂O₅ 43-47%) gacha kamayadi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarida suspenziyani quritish jarayonida fosforit va ekstraksiya fosfat kislotadagi ftorning 50-55% i gazli fazaga (HF va SiF₄ aralashmasi tarzida) ajraladi. Chiqadigan gaz miqdorining ko'pligi va ularda chang miqdorining yuqori darajada bo'lishligi ftoridlar absorbsiyasini yetarli darajada qiyinlashtiradi va olinadigan kremneftorid kislotaning sifatini yomonlashtiradi. Chiqindi gazlarini tozalash sistemalariga siklonlar (chaglarni tutib qolish uchun) va absorberlar kiradi. Absorbsiyalashning uch bosqichli sxemasida, odatda, mexanik absorberlar va vetturi absorberlari ishlatiladi. Changli gazlarni tozalashda, shuningdek, SiF₄ ning gidrolizlanishi natijasida kremnegel cho'kmasi ajraladigan hollarda qayta tiklanadigan shar to'ldirgichli absorberlar (3.32-rasm) yoki ko'pik qatlam stabilizatori bo'lgan ko'pikli absorberlar (3.33-rasm) ishlatiladi. Apparatda stabilizator sifatida vertikal plastikadan iborat yuz teshikli panjara qo'llaniladi, shu hisobiga qurilmada gaz tezligini oshirish mumkin bo'ladi. Chiqindi gazlarini to'laroq tozalash maqsadida absorbsiyaning oxirgi bosqichida ohak suti beriladi, bu esa chiqindi gazidagi ftor konsentratsiyasini 2-3 marta kamaytiradi.

Qo'shaloq superfosfatning yuqori harorat ($130-140^{\circ}\text{C}$) dagi qisqa muddat (30-40 minut) li quritilishini amalga oshirish orqali uning ancha shuqur degidratlanishiga erishish mumkin, buning natijasida monokalsiyfosfat kam eriydigan polifosfatlarga aylanadi. Yuqori darajadagi ozuqa elementlari ($60-65\% \text{P}_2\text{O}_5$ umum., $52-56\% \text{P}_2\text{O}_5$ o'zl., $18-32\% \text{P}_2\text{O}_5$ s.e.) bo'lgan bunday o'g'itlar -tuproqdagi fos-for zaxirasini uzoq vaqt saqlab turuvchi sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar qatoriga kiradi.



3.32-rasm. Qayta tiklanadigan shar to'ldirgichli absorber sxemasi: 1 — sharlar qatlami; 2 — forsunka; 3 — tomchi uchlagich; 4 — panjara; 5 — ko'pik qatlami stabilizatorli.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarini sanoatda to'la egallangandan so'ng, kamerali usullarni — omborli yetiltirishdan so'ng, donadorlash va quritishda oqimli sxema usullaridan foydalanilgan holda amalga oshirishga katta e'tibor berila boshladi. Bunday jarayon kamera-oqimli usul deyiladi. Bunda oson parchalanadigan mayda zarrachali fosforit uni ($0,074 \text{ mm}$, dan yirik zarrachalar miqdori 20% dan oshmasligi kerak) va $47-49\% \text{P}_2\text{O}_5$ li fosfat kislota ishlatiladi. Maydalangan kamerali

superfosfat retur bilan aralashtiriladi, donadorlanadi va quritiladi. Quritish jarayonida fosforitning parchalanish darajasi $60-70\%$ dan $80-90\%$ gacha ko'tariladi. Donachalarning mahsulot fraksiyalari ammiak bilan neytrallanadi, sovitiladi va tarkibida: $45-47\%$ umumiy, $42,5-44,5\%$ o'zlashadigan, $37-38\%$ suvda eruvchan, $3-5\%$ erkin P_2O_5 va $1,5-2\%$ azot bo'lgan mahsulot olinadi. $1 \text{ t } \text{P}_2\text{O}_5$ li mahsulot ishlab chiqarish uchun: $824-835 \text{ kg}$ fosfat kislota ($100\% \text{P}_2\text{O}_5$ hisobida), $271-280 \text{ kg}$ fosforit uni ($100\% \text{P}_2\text{O}_5$ hisobida) va $35 \text{ kg } \text{NH}_3$ sarflanadi.

Suyuq fazasining konsentratsiyasi $45-50\% \text{P}_2\text{O}_5$ bo'lgan tabiiy fosfatni $3-5$ karra ortiqcha miqdordagi fosfat kislota bilan parchalashga asoslangan kamerasiz siklik qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish usuli ham ma'lumdir; bunda hosil bo'ladigan monokalsiyfosfat cho'kmasi ajratiladi, neytrallanadi, donadorlanadi va quritiladi, bu tuz bilan to'yingan eritma esa parchalanish bosqichiga qaytariladi, shu bilan bir vaqtda u yerga tarkibida $53-58\% \text{P}_2\text{O}_5$ bo'lgan yangi fosfat kislota ham qo'shiladi. Bu usullar xomashyo-ni parchalanish darajasini juda yuqori daraja ($98-99\%$) ga yetish imkoniyatini beradi, ammo 1 t o'zlashadigan R_2O_5 li mahsulot olishga sarflanadigan fosfat kislotaning, oldingi bayon etilgan usullardagiga nisbatan anchagina, kattaligi bilan ajralib turadi; bundan tashqari, suspenziyada filtrlanish xususiyatiga ega bo'lgan o'lchamdagi kristallarni hosil qilish qiyin kechadi. Shuning uchun bayon etilgan bu usul ishlab chiqarishga tatbiq etilmagan.

Boyitilgan fosforitlarni ($28\% \text{P}_2\text{O}_5$) polifosfat kislota ($73-77\% \text{P}_2\text{O}_5$) parchalash orqali tarkibida orto- va polifosfatlar aralashmasi bo'lgan tez qotuvchi massa olish mumkin. Uni yetiltirishda, ayniq-sa, yuqori haroratda, kondensirlangan fosfatlarning monokalsiy-fosfatga aylanishi hisobiga qisman gidrolizlanish sodir bo'ladi. Mahsulot ammoniylashtirilgandan so'ng, tarkibida: $47-49\% \text{P}_2\text{O}_5$ o'zl, (shu bilan birgalikda uning 90% i P_2O_5 s.e.) va $3-7\% \text{N}$ bo'lgan polisuperfosfat deb ataluvchi o'g'it olinishi mumkin.

3.6.3. Superfos

Superfos nomi bilan ataladigan uzoq muddat o'zlashadigan yangi turdagi o'g'it ishlab chiqarish usuli ham yaratilgan. Bu ki-

myoviy boyitilgan va kislotalar bilan aktivlangan tarkibida qiyin o'zlashadigan shakldagi P_2O_5 bo'lgan (Qoratog', Qizilqum, Pribaltika, Chilisoyn va bir qancha) fosforitlardan olingan fosforit kukunidir va shuning uchun uni to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatish samarasizdir.

Fosforit unining suvli suspenziyasiga unchalik ko'p bo'lmagan miqdordagi sulfat kislotasi (yoki gaz holatidagi oltingugurt dioksid) qo'shiladi. Muhit $rH < 4$ da karbonatlar — dolomit va kalsit, $rH < 2,5$ da esa fosfat parchalanadi. Kislotalilik muhitini boshqarish orqali fosfatdagi faqatgina qisman P_2O_5 ning, ekvivalent miqdordagi magniy bilan eritmaga o'tishini ta'minlash mumkin. Fosforitni boyitish uchun sulfat kislota dolomit va kalsitdan o'tuvchi Ca^{2+} ionlari bilan neytrallanadi va ozgina miqdordagi kalsiy sulfatga aylanadi, uni fosforit bilan birgalikda suyuq fazadan ajratiladi va undan kationli flotatsiyalash orqali oson yo'qotilishi mumkin.

Kimyoviy boyitilgan va bunda aktivlangan fosforit unidan superfos olish uchun uni fosfat kislota bilan namlash orqali qo'shimcha aktivlanadi, donadorlanadi va quritiladi.

Superfos tarkibida 38-40% P_2O_5 , undan 19-20% suvda eruvchan shaklda bo'ladi va samaradorligi jihatdan qo'shaloq superfosfatga tenglashtiriladi. It P_2O_5 li superfos ishlab chiqarishga kislota sarfi (1-1,3 t H_2SO_4 va 0,355 t P_2O_5 li fosfat kislota) esa It P_2O_5 li qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishga nisbatan ikki marta kamdir. Kimyoviy boyitishda hosil bo'ladigan va tarkibida Mg^{2+} va NRO_4^{2-} ionlari bo'lgan eritmada qimmatli o'g'it hisoblangan magniyammoniyfosfat $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$ ni cho'ktirish uchun am-moniylash amalga oshiriladi. Fosfatli xomashyodagi P_2O_5 dan foydalanish samaradorligi 95% ga yetadi. Jarayon yopiq suv aylanma siklida amalga oshiriladi.

3.7. Qoratog' fosforiti asosidagi qo'shaloq superfosfat

Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) bo'lgan boyitilmagan (24-25% P_2O_5) Qoratog' fosforitlaridan ekstraksiyalash jarayonida 20-22% P_2O_5 li fosfat kislota olinadi. Bunday kislotaning aktivligi kam bo'lganligi uchun unda tabiiy fosfatlarni, parchalanish darajasi qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishdagi texnologik talablar

darajasini bermaydi. Bundan tashqari, hosil bo'ladigan superfosfat suspenziyasi tarkibida suvning solishtirma hajmi ko'p bo'lganligi sababli uni bug'latishga ko'p energiya talab etiladi, bu esa o'ziga xos texnologik muammolarni keltirib chiqaradi.

Ma'lumki, qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning kamerali usulida 52-54% P_2O_5 konsentratsiyali, oqimli usulida esa 28-36% P_2O_5 li ekstraksiyon fosfat kislota ishlatiladi. Odatdagi usullarda Qoratog' (Qizilqum, Kingisepp va boshqa) fosforitdan olingan ekstraksiyon fosfat kislotani to'g'ridan-to'g'ri konsentrlash jarayonida qovuchqoqligi keskin ortadi, uning 37-38% P_2O_5 gacha bug'latilishidan olingan mahsulot kislotasi o'zining salbiy fizik-kimyoviy xossaga ega ekanligini namoyon etadi, ya'ni kislota qovuchqog'ligi katta bo'lib, 30-40°C dan past haroratgacha sovutilishi natijasida u quyilib boradi va oquvchanligini yo'qotadi. Bu esa undan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'it olish imkoniyatlarini yo'qotadi.

Shunday bo'lsada, fosforitlar apatit konsentratiga nisbatan tez va to'la parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan SO_2 hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali Qobiqning buzilishi ta'minlanadi. Hozirgi paytda dolomitli Qoratog', Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini apatitdan olingan ekstraksiyon fosfat kislotada kamerali (45-50% P_2O_5 li kislotada) va oqimli (28-36% P_2O_5 li kislotada) usullar bilan parchalanish jarayonlari o'rganilib, qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish usullari ham ishlab chiqilgan.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotani bug'latish yo'li bilan konsentrlash (50-55% P_2O_5 gacha), buning natijasida olingan kislotani fizik-kimyoviy xossalarini atroflicha o'rganish yuzasidan (NamMPI, «Kimyoviy texnologiya» kafedrası, prof. Q.G'afurov boshchiligidagi) olib borilgan tadqiqotlar samarasi yuksak darajada bo'ldi. Natijada, magniyli (hattoki, yuqori magniyli — boyitilmagan) fosforitlardan olingan ekstraksiyon fosfat kislotada fosforitlarni parchalash yo'li bilan oqimli usulda qo'shaloq superfosfat turidagi (shu jumladan, ftorsizlangan) o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalari yaratilgan va ishlab chiqarishda sinovdan o'tka-zilgan (Olmaliq «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi, 1990-yil, 1000 tonna). Olingan o'g'itlarning agrokimyoviy tekshiruv (O'zbe-kiston paxtachilik ilmiy-tadqiqot instituti, 1990—1995-yillar) natija-

lariga ko'ra, boshqa turdagi konsentrlangan o'g'itlarga nisbatan tarkibida kalsiy tutishligi sababli ustun ekanligi aniqlangan.

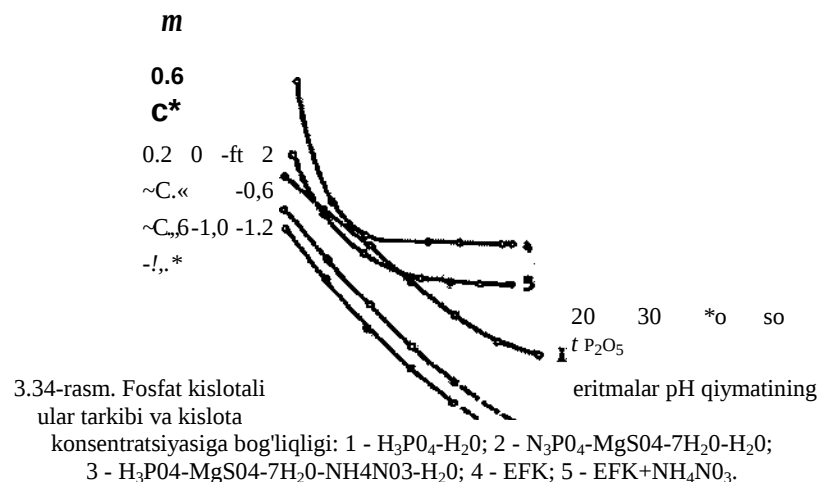
3.7.1. Qorotog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

Tabiiy fosfatlarni kislotali parchalash jarayonida eng muhim texnologik ko'rsatkichlardan biri — parchalanish darajasi qiymatining superfosfat suspenziyasi suyuq fazasining to'yinish darajasiga bog'liq bo'lishligi bilan bir qatorda, kislotali dissotsilangan vodorod ionlarining miqdoriga ham bog'liqdir. Eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi parchalanish jarayonida kislotali kuchini belgilab beradi. U qanchalik katta bo'lsa, tabiiy fosfat ham shunchalik to'liq parchalanadi.

Kislota eritmasining kislotalilik kuchini belgilash uchun yuqorida (3-bob, 3.1.3-bo'limda) ta'kidlab o'tilgan fosfat kislotali eritmalarining termodinamik xossalari va elektr o'tkazuvchanligi bilan birgalikda ulardagi fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va eritma rH qiymatiga ham e'tiborni qaratish lozimdir.

Toza fosfat kislotalarining ($H_3PO_4-N_2O$ sistemasi) 20-50% P_2O_5 konsentratsiyali eritmalarining elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi (3.6-rasm) shuni ko'rsatadiki, 25-45°C haroratda fosfat kislotalarining ~30% P_2O_5 va ~50% P_2O_5 konsentratsiyali eritmalarida fosfatlarni parchalash yuqori samaraga olib keladi, chunki bunda fosfat kislota eritmasining elektr o'tkazuvchanligi nisbatan yuqori bo'ladi. Haroratning 50-70°C ga ko'tarilishi kislota aktivligini mos holda 35-37% P_2O_5 va 50-55% P_2O_5 konsentratsiyali eritma tomonga surilishini ko'rsatadi. Fosfat kislotali eritmaga magniy birikmasi ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ning kiritilishi ($H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-H_2O$ sistemasi) natijasida, eritmaning elektr o'tkazuvchanligi (yoki fosfat kislotali eritmaning aktivligi) keskin kamayadi (3.7-rasm). Bu fosfat kislotali shunday eritmalaridagi fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ($H_3PO_4 + H_2PO_4^-$) da (3.11-jadval) va eritmalarining pH qiymatida ham o'z aksini topadi (3.34-rasm). Magniyli fosfatlarning fosfat kislotali parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan dimagniyfosfatning eruvchanligi

eritma tarkibida fosfatlar (P_2O_5) miqdorining ortishi bilan ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi. Buni $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ dissotsilaniş natijasida hosil bo'ladigan H^+ ionlari monomagniyfosfatning erishi va dissotsilaniş: $MgHPO_4 \rightleftharpoons Mg^{2+} + HPO_4^{2-}$ dan hosil bo'ladigan $HP0_4^{2-}$ ionlarini birlashtirib, $H_2PO_4^-$ ionlariga aylanishi, bu esa $MgHPO_4$ ning dissotsilaniş muvozanatini o'ng tomonga siljitishi va oqibatda dimagniyfosfat eruvchanligi ortishi orqali izohlanadi. Demak, bundan ko'rinadiki, fosfat kislotali eritmalarida magniy kationining ishtirok etishi natijasida $H^+ + HP0_4^{2-} \rightleftharpoons H_2PO_4^-$ muvozanatining o'ng tomonga siljishi hisobiga ular magniyli fosfat kislotali eritmalariga nisbatan neytrallangan bo'ladi.



3.34-rasm. Fosfat kislotali eritmalar pH qiymatining ular tarkibi va kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi: 1 - $H_3PO_4-H_2O$; 2 - $N_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-H_2O$; 3 - $H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-NH_4NO_3-H_2O$; 4 - EFK; 5 - EFK+ NH_4NO_3 .

Magniyli fosfat kislotali eritmalariga belgilangan me'yordagi (3-bob, 3.1.3-bo'lim bo'yicha) ammoniy nitratning qo'shilishi ($H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-NH_4NO_3-H_2O$ sistemasi) bunday eritmalarining 20-35% P_2O_5 konsentratsiyali intervalida elektr o'tkazuvchanligi hamda fosfat kislota birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasining birmuncha ortishiga va pH qiymatining kamayishiga olib keladi. Bu

esa magniyli fosfat kislotalar aktivligining ammoniy nitrat ishtirokida o'rtishini ko'rsatadi. Shu munosabat bilan qoratog' fosforitidan olingan ekstraksiya fosfat kislota (EFK) va unga belgilangan me'yorda ammoniy nitrat qo'shib bug'latilishidan hosil qilingan (EFK+NH₄NO₃ sistemasi) turli konsentratsiyali eritma-laming pH qiymatini (3.34-rasm) va ulardagi fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasini ham aniqlangan (3.11-jadval). Bunda ammoniy nitrat ekstraksiya fosfat kislotalarining pH qiymatini kamaytirishi va shunga mos holda birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasini oshirishi kuzatilgan.

Fosfat kislotali eritmalar va EFK dagi birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va rH qiymati

3.11-jadval

Komponentlar	Fosfat kislotali eritmalar tarkibi, % hisobida						
1	2	3	4	5	6	7	8
H ₃ PO ₄ -H ₂ O							
P ₂ O ₅	20	25	30	35	40	45	50
[H ⁺]	0,2816	0,3125	0,4229	0,4929	0,5638	0,6372	0,7042
PH	0,04	-0,15	-0,36	-0,55	-0,72	-0,72	-0,92
H ₃ PO ₄ -MgSO ₄ -7H ₂ O-H ₂ O							
P ₂ O ₅	20	25	30	35	40	45	47,3
[H ⁺]	0,2758	0,3306	0,4003	0,4554	0,5292	0,6127	0,6492
PH	0,16	-0,41	-0,66	-0,89	-0,08	-1,20 dan kichik	
H ₃ PO ₄ -MgSO ₄ -7H ₂ O-NH ₄ NO ₃ -H ₂ O							
P ₂ O ₅	20	25	30	35	40	45	46,6
[H ⁺]	0,3032	0,3660	0,4161	0,4757	0,5544	0,6127	0,6492
PH	0,24	-0,52	-0,79	-1,00	-1,19	-1,20	
Ekstraksiya fosfat kislota							
P ₂ O ₅	21,50	25,50	29,32	36,84	40,56	45,75	46,85
[H ⁺]	0,2395	0,2844	0,3283	0,3881	0,4349	0,4871	0,4977
PH	0,57	-0,12	-0,21	-0,33	-0,34	-0,34	-0,35
Ekstraksiya fosfat kislota+NH ₄ NO ₃							
P ₂ O ₅	21,18	24,85	29,38	36,21	39,98	43,01	46,44
[H ⁺]	0,2383	0,2808	0,3322	0,3903	0,4389	0,4661	0,5028
PH	0,17	-0,17	-0,40	-0,52	-0,57	-0,57	-0,57

Shuni qiziqarliki, EFK konsentratsiyasi 20% dan 40% P₂O₅ ga o'rtishi bilan eritma pH qiymati 0,57 dan -0,34 ga kamayadi va shunga mos holda fosfat kislota birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasi ortadi, ammo konsentratsiyaning yanada ko'tarilishi natijasida birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasining ortib borishi holda eritmalar rH qiymatlari deyarli o'zgarmasdan qoladi. Bu esa go'yoki pH qiymati eritma kislotaliligini to'la ifodalay olmayotgandek ko'rsatadi. Bunday holat ammoniy nitrat qo'shilgan ekstraksiya fosfat kislotalarining yuqoriroq konsentratsiyali eritmalarida ham kuzatiladi. Bu hodisani «Vichner-Palman effekti» (yoki «suspensiyali effekt») deb ataladigan kolloid eritmalaridagi jarayon orqali tushuntirilishi mumkin. Kolloid eritmalarining yuqori konsentratsiyali eritmalarida «suspensiyali effekt» sodir bo'ladi. Bunda «eritma — suspensiya» muvozanatidagi sistemada suspensiya rH qiymati uning haqiqiy qiymatiga nisbatan katta yoki kichik bo'ladi. Bunda effektiv pH — bu suspensiya muallaq zaryadli zarrachalari o'rtasidagi sistemaning lokallashtirilgan qismi uchun rN qiymatidir. rH=rHs — rHe sifatida aniqlanadigan suspensiyali effekt belgisi — muallaq zarrachalar zaryad qiymatiga muvofiq kelishi lozim. Agar suspensiyadagi muallaq zarrachalar manfiy zaryadli bo'lsa rHs < rHe, muallaq zarrachalar musbat zaryadli bo'lsa rHs > rHe bo'ladi. Suspensiyadagi muallaq zarrachalar zaryadsiz bo'lsa, suspensiyali effekt nolga teng bo'ladi. Demak, magniyli ekstraksiya fosfat kislota eritmalarida rHs > rHe bo'ladi, ya'ni ularda musbat zaryadli zarrachalar dominantlik holatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, magniy ionlari fosfat kislotali eritmalarini bir-muncha neytrallaydi va buning natijasida fosfat kislotalarining aktivligi kamayadi. Magniyli fosfat kislotalarining aktivligi ammoniy nitrat ishtirokida oshiriladi. Lekin ammoniy nitratning belgilangan me'yordan ortiqcha qo'shilishi natijasida eritmaning to'yinishi tezlashadi, bu esa fosfat kislotalarining dissotsilanishini kamaytiradi va natijada, fosfat kislotali eritma aktivligi pasayadi.

Bundan tabiiy fosfatlarni magniyli ekstraksiya fosfat kislota bilan parchalanish jarayonini ammoniy nitrat ishtirokida amalga oshirish maqsadga muvofiqligi ko'rinadi. Buning uchun sulfat kislotali usul bilan olingan 20-21% P₂O₅ li kislota undagi magniy miqdoriga muvofiq holda:

$$m\text{NH}_4\text{NO}_3=0,5+0,25\cdot H, 5n\text{Mgo}$$

formulaga asosan ammoniy nitrat qo'shiladi va kislotani bug'latish yo'li bilan kontsentrlanadi.

3.7.2. Qoratog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'it ishlab chiqarish

Magniyli fosforitlarni undan olingan ekstraksion fosfat kislotasi bilan ammoniy nitrat ishtirokida parchalanish jarayonining optimal sharoitini tanlashda, ya'ni fosfatning eng yuqori parchalanish darajasiga erishish maqsadida jarayonni optimallashtirishning matematik rejalashtirish usuli bo'yicha topilgan quyidagi formuladan foydalaniladi:

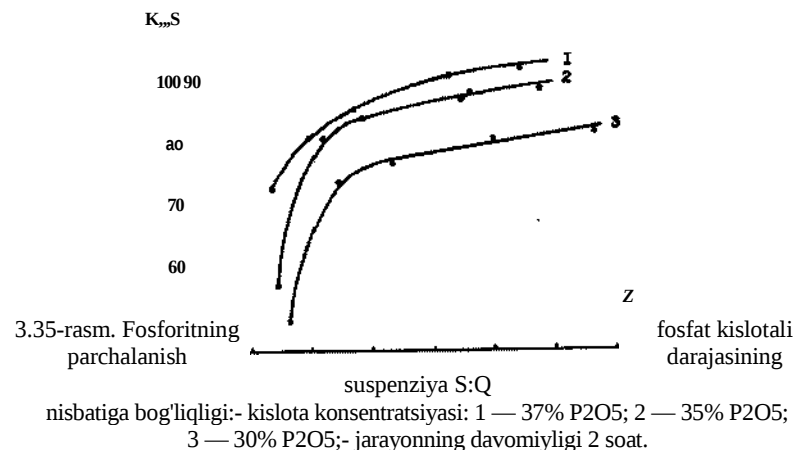
$$=-165,12+1,21Z_1+1,63Z_2+20,2Z_3+0,91Z_4+0,004Z_2^2-5,05Z_3^2-0,005Z_2Z_4$$

formuladan foydalaniladi. Bunda: Y — tabiiy fosfatning aktivlangan EFK da parchalanish darajasi, %; Z_1 — EFK konsentratsiyasi, P_2O_5 hisobida; Z_2 - EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):100 og'.q. fosforit nisbati; Z_3 — EFK ga qo'shiladigan NH_4NO_3 , %; Z_4 — parchalanish vaqti, min.

Dasturlashtirilgan hisoblashni EHM da amalga oshirish orqali tabiiy fosfatning parchalanish darajasi (K_p) ning eng yuqori qiymati ($Y \sim 88-90\%$) ga erishish uchun: EFK konsentratsiyasi $35\%\text{P}_2\text{O}_5$ (Z_1) ni; EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):100 og'.q. fosforit nisbati=170:100 (Z_2) ni; EFK ga qo'shiladigan NH_4NO_3 2% (Z_3) ni; parchalanish vaqti esa 95 min (Z_4) ni tashkil etishi kerak.

Ekstraksion fosfat kislotasi konsentratsiyasi va unda parchalanadigan fosforitning me'yori [EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):fosforit nisbati] - parchalanish natijasida hosil bo'ladigan superfosfat suspenziyasining fizik-kimyoviy xossalari (qovushqoqligi, S:Q fazalar nisbati va boshqalar) ni va jarayonning texnologik ko'rsatkichlari (masalan, parchalanish darajasi) ni belgilab beradi. Shuning uchun texnologik parametrlarni tanlashda kislotasi konsentratsiyasiga mos holdagi fosforit me'yori olinadi, ya'ni qanchalik yuqori konsentratsiyali

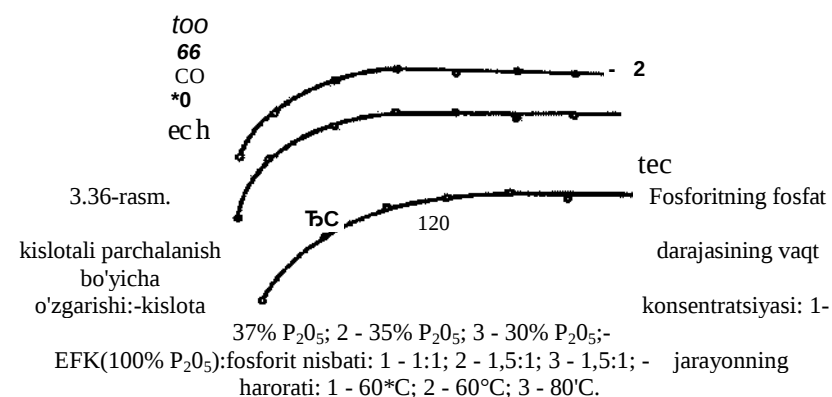
kislotasi ishlatilsa, EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):fosforit nisbati ham shunchalik darajada katta bo'lishi lozimdir (3.35-rasm).



Shuningdek, parchalanish jarayonida parchalanish vaqti ham muhim rol o'ynaydi. Parchalanish jarayonini o'tkazish vaqti ko'p-rog' darajada EFK ($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):fosforit nisbatiga bog'liqdir. Masalan, EFK ($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):fosforit nisbati 1 ga teng bo'lsa, parchalanishni 1,5-2 soat, EFK ($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):fosforit nisbati 1,5 va undan katta bo'lsa, parchalanishni 90-95 minut davom ettirilishi maqsadga muvofiqdir (3.36-rasm). Buning natijasida fosforitning eng ko'p miqdorda parchalanishiga erishiladi. Parchalanish davri-ning ortib borishi bilan ishlab chiqarish intensivligi ham kamayadi.

Tarkibida $\sim 20\%\text{P}_2\text{O}_5$ va $\sim 2,5\%\text{MgO}$ bo'lgan ekstraksion fosfat kislotaga uning massasining 2%i atrofida NH_4NO_3 qo'shib bug'latilishidan hosil qilingan $35-37\%\text{P}_2\text{O}_5$ konsentratsiyali aktivlangan kislotada fosforitning EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$):fosforit=100:100 nisbatida va 60°C haroratda 1,5 soat parchalanishidan tarkibida: P_2O_5 umum.= 37-38%; P_2O_5 o'z.l.=34-36%; P_2O_5 s.e.=32-33,5%; N= $\sim 0,7\%$; F= 1,4-1,6% bo'lgan yaxshi fizik-kimyoviy xossaga (S:Q=2,7-2,8, pH= $\sim 2,5$) ega bo'lgan superfosfat suspenziyasi hosil qilinishi mumkin (optimal sharoit). Bunda fosforitning parchalanish darajasi 76% ga yetadi. Parchalanish jarayonidagi kislotasi me'yorining 1,5

marta oshirilishi [EFK (100%P₂O₅): fosforit=150:100 nisbatida] natijasida parchalanish darajasini 85% gacha ko'tarish mumkin, lekin suspenziyani quritishdan hosil qilinadigan mahsulotda P₂O₅ erkin=~6,7 ga teng bo'lib, standart talablari (P₂O₅ erkin⁵) ga javob bermaydi. Kislotasi konsentratsiyasini 40% P₂O₅ ga va EFK (100%P₂O₅): fosforit nisbatini 2 marta (200:100) oshirish orqali parchalanish darajasini ~90% gacha oshirish mumkin, lekin hosil qilingan bo'tqaning fizik-kimyoviy xossasi [S:Q=~5 (erkin fosfat kislotasi hisobiga), pH=~2] birmuncha yomonlashadi, natijada, ishlab chiqarish intensivligi va samaradorligi pasayadi. Ularni neytrallovchi qo'shimchalar (ammiak gazi, bo'r va b.) ish-tirokida fizik-kimyoviy xossalari yaxshilanishi va undan murakkab azot-fosforli o'g'itlar ishlab chiqarilishi mumkin (keyinroq tanisha-miz).



Optimal sharoitda olingan superfosfat suspenziyasini 100-105°C orqali tarkibida: P₂O₅ umumiy = ~ 48%; P₂O₅ o'z = 46,5%; P₂O₅ se.=42,8%; P₂O₅ erkin=~1,8%; N=~ 1%; F=1,8% bolgan qoshaloq superfosfat turidagi o'g'it olinadi. Uni boshqa

shu kabi o'g'itlardan farqlash uchun qo'shaloq superfosfat Q deb nomlangan (keyinshalik, 6-bobda ammoniylashgan qo'shaloq superfosfat-Q o'g'iti ishlab chiqarish usuli to'g'risida bayon etiladi; qo'shaloq superfosfat-Q ishlab chiqarishning texnologik sxemasi ham xuddi shu bobda berilgan). Mahsulotni quritish natijasida fosforitning parchalanish darajasi ~85% ga yetadi. O'g'itning ftor-sizlanish darajasi esa 45-50% ni tashkil etadi.

Bayon etilgan usulni hozirgi kunda amalda bo'lgan Qoratog' fosforiti asosida ammosfos o'g'iti ishlab chiqarish usuli bilan taqqoslanganda ham iqtisodiy, ham ekologik samara olish mumkin ekanligini ko'rish mumkin. Bu usulda ammosfos ishlab chiqarish usulidagi sulfat kislotasini 20% ga va ammiakning 100% ga iqtisod qilinishi, chiqindi — fosfogips unumini 20% ga kamaytirish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, tabiiy fosfatdan o'g'itga bevosita o'tadigan ftorning 45-50% miqdorini ftor birikmalari holatida ajratib olinishini ta'minlash mumkin. Bu esa, bir tomondan, ishlab chiqariladigan o'g'itning ekologik tozaligini oshirsa, ikkin-chidan, ayrim xalq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim xomashyo bo'lgan ftor birikmalarining qo'shimcha mahsulot sifatida olinishiga erishiladi.

O'g'it tarkibidagi ftor miqdorini, yanada kamaytirilishiga erishish mumkin. Buning uchun bir qism boshlang'ich ekstraksion fosfat kislotasi ammoniy nitrat ishtirokida 50-55% P₂O₅ gacha bug'latiladi, uni boshlang'ich ekstraksion fosfat kislotasining qolgan qismi (unga ham kerakli miqdordagi ammoniy nitrat qo'shilgan) bilan ~37% P₂O₅ li kislotasi hosil qilinishi orqali aralashtiriladi. Hosil qilingan kislotadan olingan qo'shaloq superfosfatning ftor-sizlanish darajasi 70-75% ga yetadi.

3.8. Ozuqali kalsiy fosfatlar

Kimyo sanoatida ishlab chiqariladigan ko'p birikmalar, masa-lan, kalsiy, natriy, ammoniy fosfatlar chorvachilikda keng qo'llaniladi. Ular ba'zi mineral tuzlar bilan birgalikda hayvon hamda parranda ozuqalariga qo'shib beriladi. Tabiiy ozuqalar tarkibida fosfor miqdori kam bo'lganda, bunday fosfatli ozuqa qo'shimchasi hayvonlarning mahsuldorligini oshiradi — qoramollar yaxshi o'sadi

va semiradi, go'shtning sifati yaxshilanadi, sutdagi yog' miqdori ortadi.

Ozuqali fosfatlar o'g'itli fosfatlardan nafaqat ulardagi foydali komponentlar miqdorining ortiqqligi, balki jonivorlar uchun zararli bo'lgan qo'shimchalar — ftor, mishyak, og'ir metallar birikmalari miqdorining chegaralanganligi bilan farqlanadi. Odatda, o'g'itli tuzlardagi, ftordan tashqari, bu qo'shimchalarning miqdori, ozuqali vositalar uchun belgilangan me'yor chegarasidan oshmasligi kerak. Fosfatli xomashyodan o'tadigan ftorning miqdori esa belgilangan me'yordan birmuncha katta bo'ladi, shuning uchun, ba'zi istis-nolarga qaramay, ozuqali fosfatlar vazifasini bajara olmaydi. Ozuqali fosfatlar maxsus tayyorlanadi, bunda ularning olinish usullari tabiiy fosfatlar yoki ularning qayta ishlanish mahsulotlarini ftorsizlantirishga, shuningdek, termik fosfat kislota yoki ftorsizlantirilgan ekstraksion fosfat kislota ishlatilishiga asoslangan. Jonivorlar ozuqali fosfatlarni oson hazm qilishlari uchun ular suvda eriydigan bo'lishi yoki kuchsiz kislotalarda erishi kerak; ular 0,4% li xlorid kislotalda erisa, yaroqli hisoblanadi. Tabiiyki, barcha ozuqali fosfatlar o'g'it sifatida ham ishlatilishi mumkin.

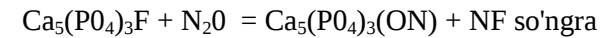
Mamlakatimizda mineral ozuqa sifatida ko'p miqdordagi kalsiy fosfatlari — ftorsizlantirilgan fosfat (trikalsiyfosfat), ozuqali monokalsiyfosfat, ozuqali dikalsiyfosfat (pretsipitat), suyak uni, shuningdek, mono- va dinatritfosfatlar, mono- va diammoniyfosfatlar, karbamid fosfati qo'llaniladi. Odatda, bir sutkada mayda hayvonlar (qo'y, echki va b.) ga 10-20 g, buzoqlarga 50-100 g va qora-mollarga 100-200 g karbamid fosfati yoki shunga ekvivalent miqdordagi boshqa ozuqali fosfatlar beriladi. 1 t karbamid fosfati yoki shunga ekvivalent miqdordagi boshqa ozuqali fosfatlar — sigirlardan sog'ib olinadigan sut miqdorini 8-10 t ga, go'shtni 5-6 s gacha oshirib, 2,5 t oqsil o'rnini bosadi. Hayvonlar ozuqasiga ba'zi birikmalardan juda'oz miqdorida qo'shib berilganda ham yuqori samara beradi. Aminokislotalar, vitaminlar, antibiotiklar va mik-roelementlar shunday birikmalar jumlasidandir.

Suyak uni suyakni oldindan yog'sizlantirishi va suv bug'i bilan organik qoldiqlarni yo'qotilishidan so'ng maydalash orqali olinadi. Suyak uni tarkibida 30% dan kam bo'lmagan P₂O₅ va 40% dan

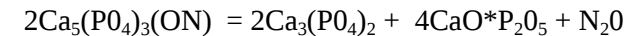
kam bo'lmagan CaO bo'ladi. Ftorning miqdori oldindan chegaralanmaydi.

3.8.1. Ftorsizlangan fosfatlar

Ftorsizlangan fosfatlar, ftorning HF+SiF₄ tarzidagi (tarkibida HF ko'p bo'lgan) aralashmasini gazli fazaga yo'qotilishi bilan bir-galikda olib boriladigan tabiiy fosfatlarni termik qayta ishlash yo'li orqali olinadi. Termik parchalanishda fosfatlar suv bug'i ishtirokida nisbatan tez va to'la ftorsizlanadi. 1400-1550°C da apatitni gid-rotermik qayta ishlash, dastlab, kristall panjaradagi ftorning gid- • roksid guruhi bilan almashishiga:



esa, gidroksigapatitning parchalanishiga:



olib keladi.

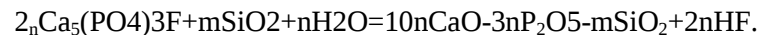
Parchalanish mahsulotlari limon kislotalarda eruvchi a-trikal-siyfosfat va tetrakalsiyfosfatdan iboratdir. Trikalsiyfosfat ikki xil — a va B modifikatsiyada mavjud bo'ladi, ularning bir-biriga aylanish nuqtasi 1180°C ga tengdir. Bu haroratdan pastda o'zlashmaydigan b-modifikatsiya, yuqorida esa o'zlashuvchan (limonli va sitratli eruvchan) amorf a-modifikatsiya turg'un (stabil) bo'ladi. Amorf trikalsiyfosfatning a-shaklini uni tez sovitish (toblash) orqali saqlab qolish mumkin.

Kremnezyom ishtirokida a-shaklning b-shaklga o'tish harorati pasayadi va bu o'tishning tezligi ham shuncha sekinlashadi, nati-jada, mahsulot-hattoki havoda suyuqlanmani sekin sovitilganda ham o'zining qimmatli xossasini yo'qotmaydi. Ftorsizlanish jarayoni esa birmuncha tezlashadi, chunki kremnezyom apatitning kristall tuzilishini buzish xususiyatiga egadir; bunda shixtadagi kremnezyomning miqdoriga bog'liq holda, turli tarkibdagi kalsiy fosfat va silikatlarining qattiq eritmalari — silikofosfatlari hosil bo'ladi. Masalan, gidroksidapatitning parchalanishida kremnezyom:



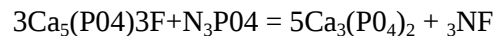
reaksiya bo'yicha ishtirok etadi.

Apatitning kremnezyom ishtirokida gidrotermik parchalanishini umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:



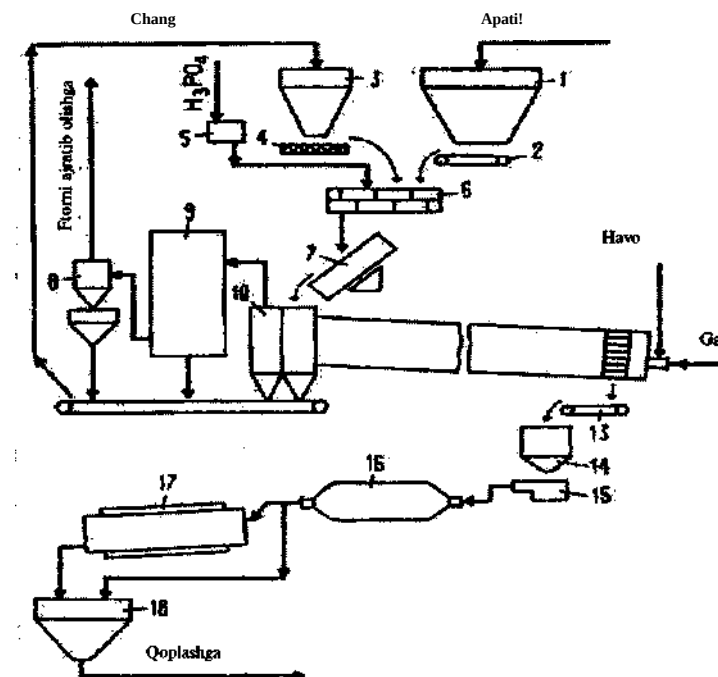
Fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi aylanuvchi barabanlarda, siklonli, konvertorli va boshqa pechlarda amalga oshirilishi mumkin. Vodorod bilan boyitilgan yoqilg'i, masalan, tabiiy gaz yoki mazut ishlatilganda suv bug'ini maxsus uzatilishi talab etil-maydi, chunki yonish mahsulotlarida yetarli miqdordagi (14% dan ko'p) suv bug'i bo'ladi.

Apatit konsentrati va 20-25% (apatit massasiga nisbatan) kremnezyomdan iborat shixta nisbatan past haroratda suyuqlanadi. Shunday tarkibda kremnezyom bo'lgan shixta suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olishda ishlatiladi. Kuydirishda esa sezilarli darajada suyuq faza hosil bo'lishidan qutulish uchun undagi kremnezyom miqdorini oshirish yoki kamaytirish kerak. AQSH da shixtaga umumiy massaning 50% gacha kremnezyom qo'shiladi, ya'ni bir xil miqdordagi fosforit va qum aralashtiriladi. Bunda olingan mahsulot 20% gacha limon kislotada eriydigan P_2O_5 tutadi. MDHda kuydirish bilan fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi kremnezyom (qum) ning oz miqdorda qo'shilishi yoki kremnezyomsiz amalga oshiriladi, ammo ular ftorsizlangan fosfat kislotasi bilan $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5=3$ molar nisbatda (fosfat massasining 4-6%i miqdorida) namlanadi va pechdagi changlanishni kamaytirish uchun donadorlanadi. Fosfat kislotasi ishtirokida jarayonning harorati 1380-1420°C gacha pasayadi. Yuqorida keltirilgan ftorsizlanish reaksiyasidan tashqari:



reaksiya ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning umumiy ko'rinishidir. Reagentlar aralashtirilishidan, dastlab, mono-kalsiyfosfat hosil bo'ladi, so'ngra haroratning ko'tarilishi natijasida, kalsiy meta- va polifosfatlarga aylanadi va ularning o'zaro ta'sirlashuvidan esa

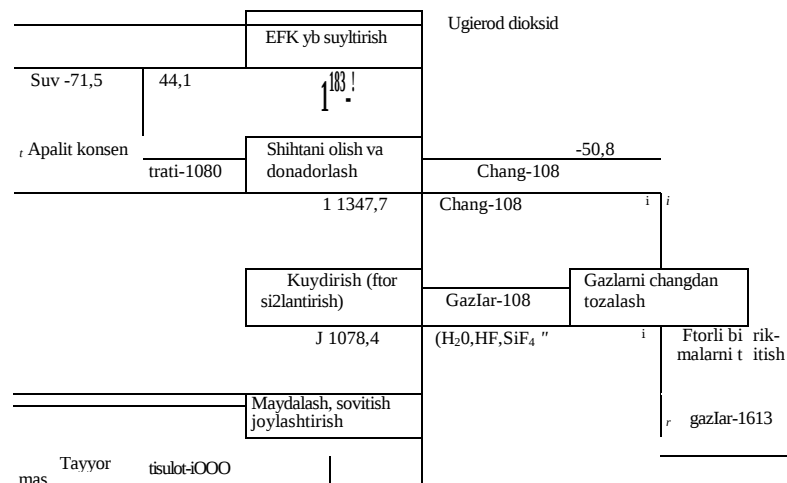
trikalsiyfosfat hosil bo'ladi. Fosfat kislotaning qo'shilishi ftorsizlanishni tezlashtiradi va mahsulotdagi P_2O_5 miqdorini oshiradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlar (masalan, Qoratog' va Qizilqum fosforitlari)ning fosfat kislotasi bilan namlanishi ularning suyuqlanish haroratini oshiradi. Bu shunday fosforitlarni aylanuvchi pechlarda 1250-1300°C haroratda kuydirish orqali ftorsizlantirish imkonini beradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlarni ftorsizlantirishning boshqa usulida ular siklonli yoki konvertorli pechlarda 1500-1600°C da suyuqlantiriladi.



3.37-rasm. Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi:
1 — apatit uchun bunker; 2 — og'irlik o'lchov me'yoralashtirgichi; 3 — chang uchun bunker; 4 — ta'minlagich; 5 — fosfat kislotasi me'yoralashtirgichi; 6 — ikki valli aralashtirgich; 7 — likopchasimon donadorlagich; 8 — siklon (chang tutgich); 9 — issiqlik yutdirish qozoni; 10 — changli kamera; 11 — aylanuvchi pech; 12 — rekuperator; 13 — konveyer; 14 — klinker (qorishma) uchun bunker; 15 — tebranuvchi ta'minlagich; 16 — tegirmon; 17 — sovitish barabani; 18 — tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni (3.37-rasm) quyidagi: apatit va qaytarilgan changni fosfat kislota va suv bilan aralashtirish; shixtani donadorlash; donachalarni kuydirish; mahsulotni maydalash; tayyor mahsulotni sovitish, qoplash va iste'molchiga jo'natish; pechdan chiqadigan o'txona gazlarini issiqlik yutdirish qozonida sovitish (bug' ishlab chiqarish); gazlarni changdan tozalash; o'txona gazlaridagi ftorli birikmalarni ajratib olish va ularni ftorli mahsulotlarga aylantirish bosqichlardan ibo-ratdir. Aylanuvchi pechning diametri 3,6 m va uzunligi 100 m (tayyor mahsulot bo'yicha unumdorligi: loyihali — 6 t/s; erishilgani - 7,3 t/s ga teng).

Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi 1 t tayyor mahsulot ishlab chiqarishning moddiy balansi (kg, da) 3.38-rasmda ko'rsatilgan.



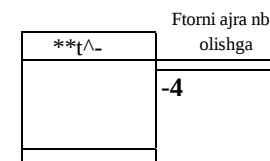
3.38-rasm. Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarishning moddiy balansi.

Fosfatli xomashyoni suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni har biri 150 t/sutka unumdorlikda ishlaydigan energotexnologik agregat (ETA) lar vositasida amalga oshiriladi (3.39-rasm).

Siklonli kameralarga tarkibida 28% dan kam bo'lmagan P₂O₅ va ~15% erimaydigan qoldiq bo'lgan xomashyo beriladi. Erimaydigan qoldiqning ko'rsatilgan me'yordan kam yoki ko'p bo'lishi xomashyo suyuqlanish haroratining ortishiga, buning natijasida esa texnologik jarayonning buzilishiga olib keladi. Siklonning yuqori qismida tabiiy gazni havo og'imida yondiriladi. Kameraga fosforit unini yuklash 7 t/s ni, tabiiy gaz sarfl esa 3000-3200 m³/s ni, qorishmani agregatdan chiqish harorati 1450-1480°C ni, bug' ishlab chiqarish esa 20-30 t/s ni tashkil yetadi. Hozirgi paytda texnologik sistemaning ish unumdorligini oshirish uchun agregatlarda tabiiy gazni havoning texnik kislorod bilan aralashmasida yondiriladi.

ETA dan chiqadigan sovitilgan gazlar changdan tozalash uchun birin-ketin siklonga va elektrofiltarga uzatiladi. Kelgusi apparatlarda tozalangan gazlardan ftorli birikmalar ajratib olinadi.

Chang



3.39-rasm. Siklonli kamerada ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 — fosforit uchun bunker; 2 — ta'minlagich; 3 — energotexnologik agregat;
- 4 — elektrofilt; 5 — tindiruvchi hovuz; 6 — greyferli (kovshli) uzatgich;
- 7 — ftorsizlangan fosfat uchun bunker; 8 — ta'minlagich; 9 - quritish barabani;
- 10 — tegirmon; 11 — tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

Siklonli qorishmadan chiqadigan suyuqlanma mo'l suv oqimida toblanadi. Suyuqlanmani toblash natijasida tarkibida ko'p miqdor-

dagi 0,4% li xlorid kislotada eruvchan P₂O₅ boigan mahsulot olinadi. Suyuqlanmaning qotishi natijasida hosil bo'lgan donachali mahsulotni suvdan ajratilishi tindirgichli hovuzlarda amalga oshiriladi. So'ngra mahsulot ikki bosqichda suvsizlantiriladi. Birinchi bosqichda materialdan suv greyferli (kovshli) kranlarda o'z-o'zidan hovuzga oqib tushishi orqali ajratiladi. Ikkinchi bosqichda esa material baraban quritgichlarda quritiladi. Shundan so'ng mahsulot sharli tegirmonlarda maydalanadi va qog'oz qoplarga joylanadi. Siklonli pech yuqori solishtirma unumdorlikka — 2,5 t/(m³*s) ga ega, ammo unga yog'lig'i va energiya sarfi juda yuqoridir.

Belgilangan Davlat standartlari talablariga muvofiq, oliy va birinchi navdagi ftersizlangan ozuqali fosfatlar ishlab chiqariladi. Ulardagi komponentlar, navlariga mos ravishda: p₂O₅ (0,4% li HCl da eruvchan) - 41 va 28% dan kam emas; CaO — 34 va 30%; F — 0,2% dan ko'p emas; As - 0,0002 va 0,001%; Pb - 0,002 va 0,003%; H₂O - 4% bo'ladi. Zarrachalar oichami 1 mm dan oshmasligi lozim.

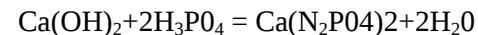
Ftersizlangan fosfatlar, asosan, ozuqali vositalar sifatida ishlatiladi, ammo ulardan uzoq muddat ta'sir etuvchi o'g'itlar sifatida foydalanilishi ham yuqori samara beradi.

3.8.2. Pretsipitat ishlab chiqarish

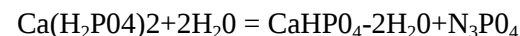
Pretsipitat ohak (ohaktosh) ning fosfat kislotasi bilan ta'sirlashish mahsulotidir. Sitratli eruvchan dikalsiyfosfat SaNRCV2N20 dan iborat fosforli o'g'it pretsipitat deyiladi. «Pretsipitat» so'zi nemischa Prdzipitierung — cho'ktirish ma'nosini anglatadi. Texnik pretsipitat turli darajada boshqa tuzlar: temir va alyuminiy fosfatlari, gips, kalsiy ftoridlari karbonatlari va boshqalar bilan ifloslangan bo'ladi. Texnik pretsipitatdagi P₂O₅(tsit.) miqdori 40% gacha yetadi. Ozuqali pretsipitat (dikalsiyfosfat) da 0,4% li HCl da eruvchi P₂O₅ 43-47% gacha yetadi. U amalda gigroskopik emas, yaxshi fizik xossalarga egadir. Shunga qaramay, pretsipitat sama-rador o'g'it hisoblansada, bu maqsad uchun uni maxsus ishlab shiqarilmaydi, chunki, fosfat kislotani qo'shaloq superfosfat olishda ishlatish ancha yaxshi samara beradi, bunda kislotada fos-foritdagi bir qism P₂O₅ o'g'itga o'tadi, shuning uchun qo'shaloq

superfosfatdagi P₂O₅ ning tannarxi pretsipitatga nisbatan arzon tushadi. O'g'itli pretsipitat suyakni qayta ishlovchi zavodlarda jelatina ishlab chiqarishdagi chiqindi hisoblangan kuchsiz fosfat kislotali eritmalardan olinadi.

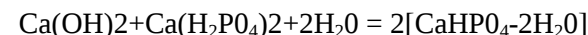
Pretsipitat ishlab chiqarish jarayonida dastlab, ohak yoki ohaktosh fosfat kislotada eritiladi va bunda monokalsiyfosfat hosil bo'ladi.



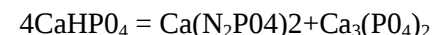
So'ngra fosfat kislotaning neytrallanib borishi natijasida monokalsiyfosfat inkongruent parchalanadi va dikalsiyfosfat cho'kmasi ajralib chiqadi:



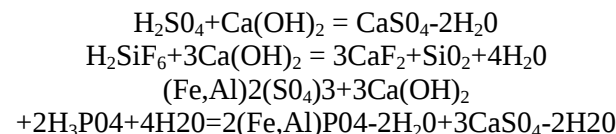
Shuningdek, monokalsiyfosfat ohak yoki ohaktosh bilan ham ta'sirlashadi:



Dikalsiyfosfatdagi CaO:P₂O₅ ning nazariy massa nisbati (0,79 ga teng) dan ortiqcha miqdordagi so'ndirilgan ohak qo'shilganda va shunga muvofiq ravishda eritmaning pH qiymati 6,3 dan ortganda dikalsiyfosfatning parchalanishi sodir bo'ladi:



Fosfat kislotada tarkibidagi qo'shimchalar ham ohak yoki ohaktosh bilan ta'sirlashadi:



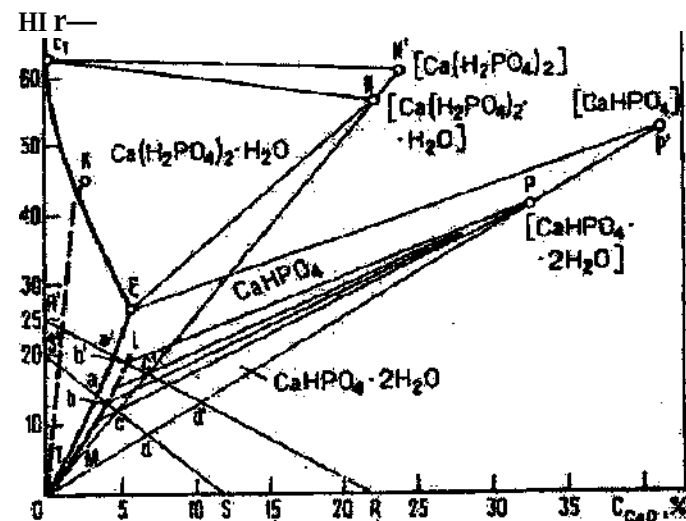
Temir va alyuminiy fosfatlari, kalsiy ftoridi va silikat kislotadan iborat balchiqli cho'kma pretsipitatning filtrlanishini qiyinlashtiradi.

Dikalsiyfosfatning pretsipitlanish jarayoni asosida $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasining holat diagrammasi yotadi. $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasida 36°C dan quyi haroratda sitratli eruvchan dikalsiyfosfat digidrat $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (bruchit), yuqori haroratda esa - suvsiz CaHPO_4 (monetit) stabil (turg'un) bo'ladi. Ammo suvsiz tuz eritmadan faqatgina 60°C dan yuqori haroratdagina ajralib chiqadi, bundan past haroratda esa metastabil faza sifatida muntazam ravishda CaHPO_4 ga aylanib turadigan $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ cho'kadi. $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ga nisbatan suvsiz CaHPO_4 tarkibida P_2O_5 ko'p bo'ladi, ammo CaHPO_4 jonivor va o'simliklarga yomon o'zlashadi. 20% P_2O_5 konsentratsiyali (S' nuqta) fosfat kislotaning tarkibida 12% CaO bo'lgan (S nuqta) ohak suti bilan pretsipitlash va 25% P_2O_5 konsentratsiyali (R' nuqta) kislotani — tarkibida ~22% CaO bo'lgan (R nuqta) va S:Q nisbati 1,5:1 ga teng bo'lgan ohaktosh suspenziyasi bilan pretsipitlash sharoiti 40°C dagi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasi diagrammasida ko'rsatilgan (3.40-rasm). Pretsipitlashda sistema tarkibi SS' va RR' biriktiruvchi shiziqlar bo'ylab o'zgaradi.

Muvozanatdagi sharoitda kislotani to'yingan eritma hosil bo'lguncha neytrallashtirish — erkin H_3PO_4 va $\text{Ca}(\text{N}_2\text{P}_2\text{O}_4)_2$ dan iborat suyuq faza a va a' nuqtalarda, CaNP_2O_4 ga nisbati bo'yicha to'yingan bo'lishi kerak. Amalda esa to'yinish keyinroq, qattiq fazadagi $\text{CaNP}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ eruvchanligining metastabil tarmog'i ML ga to'g'ri keluvchi b va b' nuqtalarda yuzaga keladi. Uning kristallanishi uchun metastabil faza bilan to'yingan eritma hosil bo'lishi kerak. Fosfat kislotani birinchi vodorod ionlarining to'la neytrallanish, ya'ni pretsipitlanishning cho'ktirilishiga sarflanadigan kalsiy oksidning yarim miqdorining erish paytida dikalsiyfosfatning intensiv hosil bo'lishi boshlanadi (S va S' nuqtalar).

60°C dagi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{SiF}_6-\text{H}_2\text{O}$ sistemasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, hosil bo'ladigan CaF_2 ta'siri natijasida dikalsiyfosfatning eruvchanligi keskin kamayadi.

Tarkibida P_2O_5 ga nisbati bo'yicha 15% gacha MgO bo'lgan fosfat kislotani eritmasidan dikalsiyfosfatni cho'ktirish $\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{CaO}-\text{H}_2\text{O}$ sistemasi diagrammasi yordamida ko'rib chiqilishi kerak.

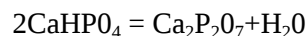


3.40-rasm. Fosfat kislotadan dikalsiy-fosfatni cho'ktirish jarayonining diagrammasi: 40°C dagi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasi izotemasida OE — stabil va ML — metastabil tarmog'i; 60°C dagi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{SiF}_6-\text{H}_2\text{O}$ sistemasida KT — CaHPO_4 ning eruvchanlik tarmog'i.

$\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi muvozanat sharoiti bo'yicha fosfat kislotani ohak bilan ham, ohaktosh bilan ham to'la cho'kishi kerak. Amalda esa pretsipitlanishning oxirida ohaktoshning va ayniqsa, ohakning bir qismi dikalsiyfosfat kristallaridan iborat bo'lgan eritmadagi ionlar o'tishini qiyinlashtiruvchi qobiq bilan o'ralib qoladi va reaksiya keskin sekinlashadi. Fosfat kislotani ohaktosh bilan talab etilgan darajagacha neytrallash mumkin emasligi nafaqat qobiqlanish tufayli, balki fosfat kislotani birinchi vodorod ionlari bog'lanib bo'lgandan keyin reaksiya tezligining pasayishi hisobiga ham bo'ladi. Shuning uchun sanoat sharoitida pretsipitlash dastlab ohaktosh, so'ngra ohak ishlatilgani holda bir necha reaktorlarda o'tkaziladi. Shundan so'ng dikalsiyfosfat filtrda ajratiladi va quritishga yuboriladi. Suspenziyani quritish — uni dekantatsiyalash (filtrlanmasdan) orqali quyiltirilishidan so'ng ham amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayon ikkita bosqichda amalga oshirilishi mumkin.

kin: dastlab qo'shimchalar bilan birgalikda dikalsiyfosfatning bir qismi cho'ktiriladi, u ajratiladi va o'g'itli mahsulot olinadi; qolgan eritmadan toza ozuqali mahsulot olish orqali cho'ktirish davom ettiriladi.

$\text{CaHP0}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni quritishda uning degidratlanishi sodir bo'lishi mumkin, bundagi harorat va tezlik pretsipitlashdagi bosimga, kristallar o'lchamiga va ularning hosil bo'lish sharoitiga bog'liqdir. Agar dikalsiyfosfat atmosfera bosimida 1 soat davomida 100°C haroratda qizdirilsa, u sezilarli darajada suvsizlanadi. Bunda o'zlashadigan P_2O_5 juda oz darajada kamayishi kuzatiladi. 175°C dan yuqori haroratda qizdirilganda dikalsiyfosfatdan suv ajralib chiqadi va kalsiy difosfatga aylanadi:



undagi P_2O_5 esa qiyin ernvchan shaklda bo'ladi.

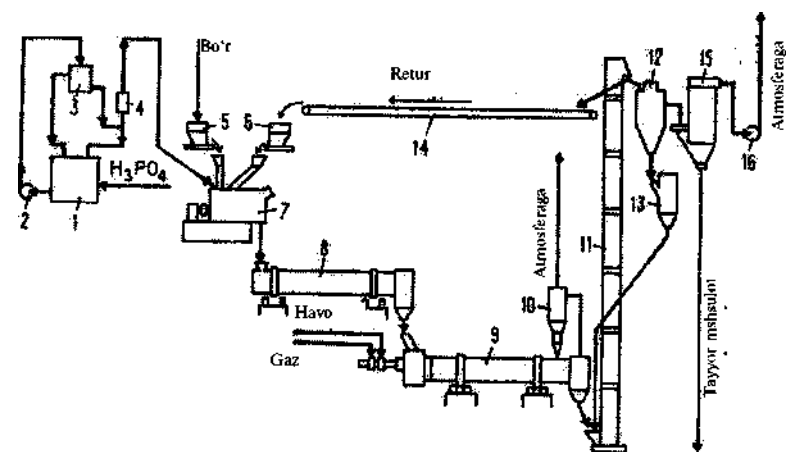
Termik fosfat kislotadan, yoxud bug'latish siklida yoki organik ekstragentlar yordamida zararli qo'shimchalardan oldindan tozalangan ekstraksiyon fosfat kislotadan ozuqabop dikalsiyfosfat ishlab chiqarish afzaldir. Bu holda suspenziyani filtrlash uchun zarurat tug'ilmaydi va konsentrlangan (50-55% P_2O_5 li) fosfat kislota ishlatish mumkin. MDHda ozuqabop dikalsiyfosfat xuddi shunday olinadi.

Texnologik jarayon va pretsipitlash sxemasi, asosan, fosfat kislotali eritmalar konsentratsiyasi orqali belgilanadi.

O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli haroratgacha qizdirilgan fosfat kislota gorizontalaralashtirgichda bo'r va retur bilan $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5=0,7-0,8$ nisbatda aralashtiriladi. Retur soni, ya'ni retur massasining mahsulot massasiga nisbati (0,5-H): 1 ni tashkil etadi. Uch minutli aralashtirishdan so'ng 80% dikalsiyfosfat bo'lgan massa hosil bo'ladi. Aralashma aylanuvchi barabanli reaktorda $45-50^\circ\text{C}$ haroratda 90 minut yetiltiriladi. Shundan so'ng mahsulotda yana 4-6% monokalsiyfosfat va 18% gacha suv qoladi. Uni barabanli quritgichda me'yoriga (3% dan kam H_2O) yetguncha parallel harakatdagi o'txona gazlari (kirishda $550-600^\circ\text{C}$, chiqishda esa $100-110^\circ\text{C}$ harorat) bilan quritiladi va bunda chiqadigan mahsulotning harorati 90°C dan oshmasligi kerak. So'ngra u separa-tordan o'tkaziladi; mayda fraksiyaning bir qismi (retur) aralashtir-

gichga qaytariladi, yirik fraksiya ($>0,5$ mm) esa dezintegratorda maydalanadi. O'lchami $<0,5$ mm. dan kichik zarrachalar yengli filtrga tushadi, u yerda separatordan keladigan havo bilan changlatilib, tayyor mahsulot ajratib olinadi.

Bayon etilgan sxema bo'yicha ozuqabop pretsipitat ham ishlab chiqarilishi mumkin, lekin bunda termik fosfat kislotasi yoki zararli qo'shimchalardan talab etiladigan darajada oldindan tozalangan ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatiladi.



3.41-rasm. O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi: 1 — fosfat kislota yig'gichi; 2 — nasos; 3 — bak; 4 — sarflagich; 5,6 — bo'r va retur uchun bunkerlar; 7 — aralashtirgich; 8 — barabanli reaktor; 9 — barabanli quritgich; 10 — siklon; 11 — elevator; 12 — havoli separator; 13 — separatsiyalangan mahsulot yig'gichi; 14 — retur transportyori; 15 — yengli filtr; 16 — ventilator.

3.8.3. Monokalsiyfosfat

Ozuqabop monokalsiyfosfat kavsh qaytaruvchi hayvonlar uchun yuqori sifatli ozuqa hisoblanadi; shu bilan bir paytda u kislotali reaksiyaga ega boiganligi uchun silosli ozuqalarning konservantlari hisoblanadi. Uni yetarii darajada toza fosfat kislotalari — termik fosfat kislotasi yoki oldindan zararli qo'shimchalardan tozalangan ekstraksiyon fosfat kislotasini apatit konsentrati yoki bo'r bilan neytrallash orqali olinadi. Ekstraksiyon fosfat kislotasini ftsizlantirish soda yordamida amalga oshiriladi. Jarayonni amalga oshirish 3.41-rasmda tasvirlangan sxemada amalga oshirilishi mumkin, lekin bunda bara-

banli reaktor o'rnida ikki o'qli shnekli aralashtirgish qo'llaniladi. Bundan tashqari, hosil qilingan massani quritishda kam eriydigan polifosfatlar hosil bo'lishining oldini olish maqsadida mahsulotni barabanli quritgichdan 15-20 minutda o'tishi ta'minlanadi. So'ngra uni barabanli sovitgichda havo oqimida 30—40°C gacha quritiladi. Qolgan jarayonlar pretsipitatsiya olishdagi kabi amalga oshiriladi. Bu usul bo'yicha tarkibida: 0,4% HCl da eriydigan 50-51% P₂O₅ va 0,2% dan kam F bo'lgan 2-navli mahsulot olinadi.

Yuqori sifatli mahsulot apatit konsentrati yoki Qorotog' fosforiti va termik fosfat kislotadan olingan qo'shaloq superfosfatni termik ftozizlantirilishidan olinadi. Qo'shaloq superfosfatning yuqori kislotaliligi tabiiy fosfatning keyingi parchalanishi bilan bir vaqtda massaning yetarli darajada to'la ftozizlanishini ta'minlaydi. Mahsulot tarkibida: 55% dan ortiq foydali P₂O₅ va 0,2% dan kam F bo'ladi.

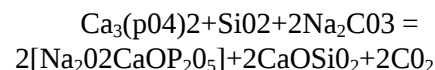
3.9. Termik fosfatlar

Maydalangan tabiiy fosfat, soda va returlar donadorlangan aralashmasini 1100-1200°C da aylanuvchi pechlarda kuydirilib, sovitilib va maydalanib — termofosfatlar, shuningdek, maydalangan tabiiy fosfat, ohaktosh va kvarsitlar aralashmasini marten yoki shaxtali pechlarda 1400-1450°C da kuydirib (qotishma holiga o'tkazilib), donadorlab, tez sovitilib, quritilib va maydalab — fosfatli qotishmalar olinadi. Termofosfat va fosfatli qotishma tarkibida boshlang'ich xomashyo tarkibiga muvofiq holda o'simliklar o'zlashtiradigan 20 dan 42% gacha P₂O₅ bo'ladi. Bunda umumiy P₂O₅ ning 90-98%i o'zlashtiradigan P₂O₅ hissasiga to'g'ri keladi va uni, asosan tuprog'i kislotali (sho'rxok) yerlarga solinadi.

Fosfatlarni termik qayta ishlashda, ayniqsa, yuqorida aytib o'tilgan qo'shimchalar ishtirokida apatitning kristall panjarasi buziladi va dastlab trikalsiyfosfat hosil bo'ladi, so'ngra u o'simliklarga o'zlashtiradigan boshqa birikmalarga aylanadi.

Fosfatlarni ishqorli parchalash texnologik jarayonning soddaligi va fosforli o'g'itlar olishning boshqa usullari uchun zarur bo'lgan kislotalarsiz amalga oshirilishi bilan farqlanadi, bundan tashqari, tarkibida ko'p miqdorda qo'shimchalar, shu jumladan, uch valentli metallar oksidlari bo'lgan quyi sifatli xomashyolardan ularni boyitilmasdan foydalanish imkoniyatini beradi.

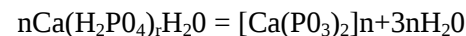
Trikalsiyfosfat, kremniy dioksid va sodadan **iborat aralashmani** kuydirish natijasida natriy-kalsiy fosfat va kalsiy **ortosilikat** hosil bo'ladi:



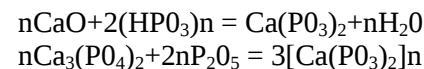
Kalsiy fosfatlari va silikatlari 5CaO·P₂O₅·SiO₂ yoki Na₂O·4CaO·P₂O₅·SiO₂ turidagi silikofosfatlar hosil qiladi; CaO ortiqcha va kam bo'lsa yoki SiO₂ qatnashmasa, tetrakalsiyfosfat 4CaO·P₂O₅ hosil bo'lishi mumkin. Bu barcha birikmalar limon kislotada ham, ammoniy sitratda ham eriydi va shuning uchun ularning tarkibidagi P₂O₅ o'simliklarga o'zlashadi.

Tarkibida fosfor miqdori ko'p bo'lgan cho'yanlardan po'lat olishda hosil bo'ladigan tomasshlak va Marten pechi shlaklari (martenli shlak) o'z tarkibiga ko'ra, termofosfat va fosfatli qotishmalarga o'xshaydi. Ulardan o'g'it ishlab chiqarish qattiq shlaklarni ezish va maydalashga asoslangan. Tomasshlak tarkibida 11-23% P₂O₅ va 38-59% CaO, martenli shlak tarkibida esa 7-14% P₂O₅ bo'ladi. Ular tarkibidagi P₂O₅ limon kislotada va ammoniy sitratda eruvchan bo'ladi.

Xuddi shunday o'g'itlarga kalsiy metafosfat [Ca(P₃)₂] ham kiradi. Toza kalsiy metafosfat tarkibida 71,7% P₂O₅, texnik mahsulotda esa — 65% gacha o'zlashtiradigan P₂O₅ bo'ladi. Ozuqa elementining yuqori konsentratsiyali bo'lishi uning asosiy yutuqlaridan biridir. U ammoniy sitratning neytral eritmasida eriydi, suv ta'sirida esa sekinlik bilan suvda eruvchan monokalsiyfosfatga aylanadi. Kalsiy metafosfatni 275-300°C haroratda kalsiy digidrofosfatni suvsizlantirish orqali ham olinishi mumkin:



Ohak yoxud kalsiy fosfat yoki digidrofosfat bilan 1000-1200°C haroratda P₂O₅ ni (shuningdek, metafosfat kislotani) ta'sirlash-tirilib ham kalsiy metafosfat olinadi:



AQSH da\alsiy metafosfat shaxtali pechlarda ishlab chiqariladi. Pechga fosforit bo'lakchalari solinadi, u orqali pechning asos qismida joylashgan yondirish kamerasida fosforning yonishidan olingan qaynoq gaz o'tkaziladi. Hosil bo'lgan kalsiy metafosfat suyuqlanmasi pechning ostiga oqib tushadi va davriy ravishda pechdan chiqarib turiladi. Uni sovutilganda qotadi, ezish va maydalash orqali mahsulot sifatidagi o'g'it olinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ИоЗНН М.Е. ТехHOJiorHH MMHeparaMX yao6peHHH: yne6-HHK OTH By30B. - JL, XHMHH. 1989. - 352-C.
2. ТехHOJioras (poccpopHtix H KOMiueKCHbix yao6peHHH / Eiofl pea. C.,ZI,3BeHHHHa H A.A.BpoflCKoro. - M.: XHMHH, 1987. — 464-c
3. КОНСТКОВ В.Н. ОосбopcojiepxамHe yao6peHHa. Cnpa-BOHHHK / Iloji; pe^ A.A.CoKOJioBCKoro. - M. XHMHH, 1982. — 400-c.
4. ТаqбypoB K. O6ec(pTopeHHbie yao6peHHH H3 cboccpopHTOB KapaTay. - TaiuKem: OAH, 1992.- 200-c
5. BHiiiHHKOBa A.A. OocdpopHbie ya,о6peHHa H3 KapaTycKHX, ryjiHo6cKHX H apyrax <poc<popuroB. - TaiuKeHT: OAH, 1973. — 235-c.
6. KonbiJieB B.A. ТехHOJioraa ЗKCTpaKuHOHHOH <poc(bopHOH KHorroTbi. - JL.: XHMHH, 1981. - 224-c.
7. KontwoB B.A., ЗаBepTaeBa T.H., AnapeHiiieHKo A.M., BycjaKOBa JI.II. ПpoH3BOflCTBo #BOHHopo cyнеpтpoccpaTa. - M.: XHMHH, 1976. - 196-c.
8. JJBOHHOH cyнеpтбoccpaT: ТехHonopHfl H npHMeHeHHе / M.AIHariKHH, T.H.ЗаBepTHeBa, P.K).ЗHHЮК, B.^Tyjuiep. - JL.: XHMHH, 1987. - 216-c.
9. ТасypoB K. PecypcocSepeaceHHe H noBbimemie SKOJiorH-нecKOH MHCOTM пpo/iyKTOB KHCJOTHOH пepepaCoTKH <poc<po-PHTOB KapaTay: Abpopecb. mc ЛОКТ. ТехH. HayK, - TaiuKeHT, 1990. - 52-c.

10 UlaMiiiH^HOB H. nwiyneHHe yfl o6peHHH THna ^oiteoro cyнеp<poc4>aTa m <boc<popHTOB KapaTay: Asxopecb. AHC. mm. rexH. HayK. - TaiuKeHT, 1994. - 25-c.

11. BeftTc P. OnpeaejieHHe pH: TeopH* H npaKTHKa. - JI ^ KO^HL;T^TA^; WC A-n. OoccpaTH aBy—THMX MeTaJiUioB. - Pnra: ЗHHaTHe, 1987. - 371-c.

IV bob. KALIYLI O'G'ITLAR

Sanoat korxonalarida ishlab chiqariladigan va yer ostidan qazib olinadigan kaliy birikmalarining deyarli barchasi (95% dan ortiq qismi) mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Ular xlorli, sulfatli va boshqa holatda bo'ladi.

Xlorli kaliyli o'g'itlarga: silvinit, kainit, tabiiy rudalarni qayta ishlash konsentrlangan mahsulotlari — kaliy xlorid va ularning konsentrlangan kaliyli mahsulotlar bilan aralashmasi kiradi. Xlorsiz kaliyli o'g'itlarga esa: kaliy sulfat, kaliy va magniy sulfatlarning qo'shaloq tuzi — kaliymagneziya (unda oz miqdordagi kaliy va natriy xloridlari qo'shimchasi bo'ladi); kainitlangbeynit rudalarini flotatsion boyitish yo'li bilan olinadigan kaliy-magniyli konsentrat kiradi.

Kaliyli mahsulotlar va xomashyolarning sifati ulardagi kaliy (K_2O hisobida) miqdori orqali aniqlanadi.

Kaliyli mahsulotlar sanoatining asosiy mahsuloti kaliy xlorid bo'lib, ularning 95% mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Qolgan 5% kaliyning - KOH , K_2CO_3 , KN_3 , KCN va boshqa birikmalariga aylantiriladi. Ular qora va rangli metallurgiyada, qurishda, shisha ishlab chiqarishda, qog'oz, lak-bo'yoq chirm oshlash sanoatlarida, farmatsevtikada va boshqa sohalarda ishlatiladi.

O'g'it sifatida yanchilgan silvinit, aralash o'g'it (kaliy xlorid va yanchilgan silvinit aralashmasi) va kaliy xlorid ishlatiladi. Yanchilgan silvinit tarkibida 22% KCl (14% K_2O) bo'lib, o'lchami 4 mm. dan yirik bo'lgan zarrachalar 20% dan ortmasligi kerak. Aralash o'g'it tarkibidagi K_2O miqdori 40% dan kam bo'lmaydi va H_2O 2% dan oshmasligi lozim. Tarkibida 52,4% KCl (63,1% K_2O) bo'ladigan kaliy xlorid — rangsiz kubsimon kristallardan iborat bo'ladi. Uning zichligi 1990 kg/m^3 bo'lib, $776^\circ C$ da suyuqlanadi. Kaliy xloridning tabiiy minerali — silvin va rudalari tarkibida

qo'shimchalar bo'lganligi sababli rangU bo'ladi. Kaliy xloridning $20^\circ C$ dagi to'yingan eritmasida - 25,6% va $100^\circ C$ dagi to'yingan eritmasida esa - 35,9% KCl bo'ladi.

Texnik kaliy xloridning sifati GOST 4568-83 bo'yicha belgilanadi. Texnik shartlar bo'yicha u mayda kristall, donador va yirik kristalli holatida 1-, 2- va 3-navlarda ishlab chiqariladi. Ularda navlariga muvofiq ravishda 95, 92 va 90% KCl bo'ladi. Mayda kristall holatida ishlab chiqariladigan mahsulotda namlik 1% dan oshmasligi lozim, donador mahsulot namligi esa 0,5% atrofida bo'lishi mumkin. Donador mahsulotda 1-4, mm. li dona-chalarning miqdori 80% (quruq o'g'it ishlab chiqarish uchun esa 90%) bo'lishi, 7 mm. dan yirik donachalar bo'lmasligi va 1 mm. dan mayda donachalarning ulushi 5% dan oshmasligi kerak. Qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida donador, murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishda esa kukun holatidagi kaliy xlorid ishlatiladi.

Kaliy sulfat K_2SO_4 — rangsiz kristall modda bo'lib, rombik (a) va geksagonal (b) shakllarda bo'ladi. Kaliy sulfat a-shaklining b-shaklga o'tish harorati $584^\circ C$ ni tashkil etadi. U $1069^\circ C$ da suyuqlanadi. Kaliy sulfatning $20^\circ C$ dagi to'yingan eritmasida 10,0% va $100^\circ C$ dagi to'yingan eritmasida 19,49% K_2SO_4 bo'ladi. Toza kaliy sulfatda 54,06% K_2O bo'ladi.

Xlorsiz kaliyli o'g'itlar: KCl ni sulfat kislotali qayta ishlashdan olinadigan K_2SO_4 tarkibida 1- va 2-navlariga muvofiq holda 50 va 48% dan kam bo'lmagan K_2O , 2-3% dan ko'p bo'lmagan Cl va 0,1% H_2O bo'ladi; polimineral rudalarni qayta ishlashidan olinadigan K_2SO_4 tarkibida 46% dan kam bo'lmagan K_2O , 4% dan ortiq bo'lmagan natriy birikmalari (Na_2CO_3 hisobida) va 0,5% H_2O bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kalimagneziya — shyonit tarkibida 28% K_2O , 8% MgO , 15% dan ortiq bo'lmagan Cl , donadorlik turiga muvofiq holda 7 va 10% H_2O bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kaliy-magniyli konsentrat — kainitlangbeynit rudalarini flotatsiyali boyitish yo'li bilan olinadi va unda 17,5% K_2O , 9% dan kam bo'lmagan MgO , 20% dan ko'p bo'lmagan Cl va 4% H_2O bo'ladi; kainit rudasi tarkibida $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ bo'lib, unda 9,5% K_2O va 5% dan ko'p bo'lmagan H_2O bor.

4.1. Kaliyli tuzlar xomashyosi

Kaliyli tuzlar olishda kaliyning xloridli va sulfatli tuzlariga boy bo'lgan cho'kindi minerallar va tabiiy tuz eritmalari asosiy xomashyolar hisoblanadi. Kaliy xlorid, asosan silvinit rudasidan olinadi. U silvin KCl va galit $NaCl$ aralashmasidan iboratdir. Yana bir turdagi xomashyo — karnallit $KCl \cdot MgC^{t^{\wedge}O}$ hisoblanadi. Uning tarkibida qo'shimcha sifatida $NaCl$ ham bo'ladi.

Kaliy sulfat ishlab chiqarish xomashyosi sifatida: langbeynit $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, kainit $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, shenit $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ va boshqalar ishlatiladi.

Tarkibida kaliy bo'lgan va suvda erimaydigan yoki qiyin eriydigan minerallari: poligalit $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$, leysit $K_2OAl_2O_3 \cdot 4SiO_2$, alunit $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$, nefelin $[(K,Na)_2OAl_2O_3 \cdot 2SiO_2] \cdot NSiO_2$ va boshqalar kaliyli xomashyo sifatida bevosita ishlatilmasada, ulardan (alunit va nefelin) gleno-zem olishda K_2SO_4 va K_2CO_3 qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Sinnirit — $CaSi_3Og$ va $CaSiO_4$ lar kelajakda ishlatish uchun muhim xomashyolar hisoblanadi.

Kaliyli tuz konlari O'rta Osiyoda (Gaurdak, Karlyuk, Jilan va Tyubegatanda), Uralda (Verxnekamsk va Verxnepechorskda), Belorussiyada (Starobinsk, Kapetkivishsk va Petrikovskda), G'arbiy Ukrainada (Prikarpatyeda) va boshqa joylarda uchraydi. Bu konlardagi zaxiralarning 88% ulushi Verxnekamskga to'g'ri keladi. Chet mamlakatlardagi kaliyli tuz konlari Kanadada, Germaniyada, Isroilda, AQSHda, Ispaniyada va Fransiyada mavjuddir. 1980-yilda Rossiyaning Sibir o'lkasida Nepscoe (silvinit va karnallit) koni ochilgan. Kaliyli tuz konlari zaxirasiga ko'ra, dunyoda MDH mamlakatlari 1-o'rinda, Kanada esa 2-o'rinda turadi.

Verxnekamsk konidagi kaliy-magniyli tuzlar xloridlar shaklida bo'lib, qadimgi Perm dengizining bug'lanishidan hosil bo'lgan. Bu konning maydoni 3500 km^2 bo'lib, qatlamning qalinligi 1000 metrgacha yetadi. Karnallit va silvinit qatlamlari 90-220 metr chuqurlikda, quyi silvinit maydonining qalinligi 7—8 m. dan 40 metrgacha bo'lib, bir-biridan KCl qatlami bilan ajralib turadigan oltita 6-8 metr qalinlikdagi silvinit qatlamlaridan iborat. Ruda tarkibida 17-40% KCl , 0,2-0,3% $MgCl_2$, 1-4,5% erimaydigan qoldiq bo'-

ladi. Yuqori yuza qalinligi 20-115 metr bo'lib, 9 ta qatlamni tashkil qiladi. Bu qatlamlar karnallit, silvinit va kulrang, havorang hamda ko'k gallit aralashmalaridan iboratdir. Silvinit rudasi tarkibida 21-39% KCl , 0,2-1,2% $MgCl_2$, 0,9-6,3% erimaydigan qoldiq, karnallit rudasi tarkibida esa 13,5-20,5% KCl , 14,5-19% $MgCl_2$, 1,4—4,5% erimaydigan qoldiq bo'ladi.

Karpate konidagi kaliy tuzlari sulfat-xloridlar shaklida bo'lib, xloridli qatlamlar silvinit (8—19% K_2O) va boshqa rudalardan iborat. Sulfat-xloridli qatlamlarning 35—36% kainitdan (10—12% K_2O), 20-40% galitdan, 3-7% poligalitdan va 6-15% tuproq materiallaridan iborat. Kainit-langbeynit qatlamlarining 20—30% ini kainit, 10-20% ini langbeynit, 30-40% ini galit, 5-10% ini kazerit $MgSO_4 \cdot H_2O$ va ~20% ini tuproq materiallari tashkil etadi.

Tabiatda kaliy sulfatli konlar kaliy xloridli konlarga nisbatan kamroq uchraydi. Okean suvlarida 0,05% atrofida kaliy ionlari bo'ladi. Ular quruqlikdagi kaliyli tuzlar zaxirasidan o'n milliondan ziyodroq ko'p hisoblanadi. Suv havzalarida dengiz suvlarini bug'latilib kaliy tuzlari olinishi mumkin. Xuddi shu usul bilan yuqori minerallashtirgan O'lik dengiz suvidan kaliy xlorid tuzi olinadi. Ayrim turdagi sanoat korxonalarining chiqindilari kaliyli tuzlarning qo'shimcha manbai hisoblanadi. Masalan, sement ishlab chiqarish zavodlarining elektrofiltrlarida tutib qolingan chang tarkibida 20-30% gacha K_2O (K_2SO_4 va K_2CO_3 shaklida) bo'lishi mumkin. Chunki, shixta tarkibida 0,2-1% K_2O bo'ladi. Rangli metallurgiya korxonalari: magniy metalli ishlab chiqarishda kaliy xlorid elektrolit tarkibida, aluminium metalli ishlab chiqarishda nefklin va alunit xomashyolari tarkibida kaliy bo'ladi. Ularning ikkilamchi mahsuloti sifatida KCl , K_2SO_4 va K_2CO_3 lar ishlab chiqariladi.

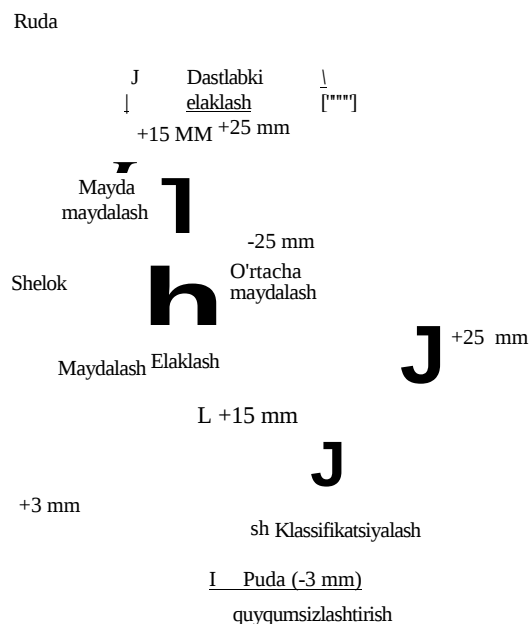
Silvinit va karnallit rudalaridan kaliy xlorid quyidagi usullarda olinadi:

- xomashyoni mexanik usul bilan ishlov berish yoki ko'pincha (80% dan ko'proq) flotatsiyalash usuli bilan KCl olinadi;
- rudadagi tuzlarning erish harorat koeffitsiyentlariga asoslangan bo'lib, eritish va kristallantirish yo'li bilan tuzlar ketma-ket ajratib olinadi. Bu usul issiqlik yoki galurgik (lotincha — «tuz ishi») yoxud kimyoviy usul deyiladi;
- yuqoridagi usullarda sulfatli jinslar ham qayta ishlanadi;

- sho'r suvlardan kaliyli tuzlar turli usullar bilan ajratib olinadi. Masalan, O'lik dengiz sho'r suvlari bug'latuvchi havzalarda konsentrlanadi. Bunda karnallit ajratib olinadi va u qayta ishlanib kaliy xlorid olinadi.

4.1.2. Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan kaliy xlorid olish

Kaliyli tuzlar sanoatida ko'pikli flotatsiya usuli keng qo'llaniladi. Bu usul rudadagi suvda eruvchan minerallarni tuz eritmasida flotatsiyalash (yoki flotagravitatsiyalash) yo'li bilan ajratishga asoslangan. Kaliy rudalari yuzasini teruvchi-reagentlar bilan selektiv gidrofoblash natijasida ular havo pufakchalariga yopishib, ko'pikka chiqadi. Silvinit rudalari asosiy komponent, qo'shimchalar va tuproq materiallari miqdori va zarrachalar o'lchami turlichaligi bilan farqlanadi. Ularni qayta ishlash texnologik sxemalari va qu-rilmalari ham turlicha bo'ladi.



4.1-rasm. Flotatsiyalashga tayyorlanadigan kaliyli rudani boyitish sxemasi.

Ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

1. Rudani maydalash. Boshlang'ich ruda tarkibiga kiruvchi minerallarning mexanik aralashmasi hosil bo'lishini ta'minlovchi zarrachalar o'lchamigacha maydalanadi. Flotatsiyalanadigan silvinit uchun rudani iloji boricha 1-3 mm. li o'lchamda maydalash lozim, yanada maydalanish esa flotatsiyalashda mahsulot bir qismining quyqum bilan yo'qotilishiga va mahsulot sifatini yomonlashishiga olib keladi. Lekin bunda silvin namunasini yuzaga chiqish darajasi iloji boricha 90% dan ortishi kerak. Agar flotatsiyalashga beriladigan donachalar oichami 0,8-1,0 mm. dan kichik bo'lsa, uni mayda donachali va 2 mm. dan kattadan yirik bo'lsa, yirik donachali deyiladi. Silvinitni flotatsiyalashga tayyorlash (4.1-rasm) — quruq holatida amalga oshiriladigan rotorli (valkali, qaytargichli, bolg'ali va b.) tegirmonlarda (zarracha o'lchami 15 mm. gacha), quruq yoki ho'l holatda (ruda komponentlarining to'yingan tuzlari eritmalarida) amalga oshiriladigan sterjenli yoki sharli maydalagichlarda maydalashni o'z ichiga oladi. Har bosqichdagi zarrachalarni saralash uchun tebranuvchi elaklar, do'g'ali elaklar, gidrosiklon va boshqalar ishlatiladi.

2. Maydalangan rudani quyqumdan — flotatsiya jarayoniga va suspenziyani ajratishga xalaqit beradigan mayda dispers tuproq-karbonatli qo'shimchalardan ajratish. Uni flotatsiyalash (asosiy flotatsiya jarayonidan oldingi), gidravlik (tuproq-karbonatli va tuzli minerallarning cho'kish tezligi farqi asosida maydalangan ruda suspenziyasini ajratish), flotatsiyali-gidravlik, gravitatsiyali va boshqa usullarda amalga oshiriladi. Rudadagi quyqum miqdori oz bo'lsa, ularning salbiy ta'sirini, ya'ni flotoreagentlarni quyqum sirtiga absorbsiyalanishini yo'qotish uchun flotatsiyalash jarayonida reagent-depressorlar ishlatiladi.

Namli maydalangan silvinit suspenziyasini quyqumdan ajratish gidrosiklon va gidrosaralagichlarda amalga oshiriladi. Rudadagi zarrachalar o'lchami 3 mm. dan kichik bo'lishini ta'minlash uchun suspenziya (S:Q=6-H0:1) awalo diametri 750 mm bo'lgan gidrosiklonda ajratiladi. Suspenziyadan 75-80% quyqum ajratiladi. U gidroseparator (d=18 m) ga yuboriladi (4.2-rasm). Suspenziya fraksiyaga ajratilgandan so'ng, 0,8 mm. dan kichik zarrachali qumlar qaytadan gidrosiklonga yuboriladi. Suspenziya spiral saralagichga

yuboriladi. Quyqumni quyiltirish va yuvish esa diametri 30 metrli quyiltirgichlarda amalga oshiriladi. Tindirilgan va yuvindi suvlar texnologik siklga qaytariladi. Quyqum chiqarib tashlanadi. Hidrosiklon (2-bosqich) va spiral saralagichdan chiqqan tozalangan xomashyo flotatsiyaga yuboriladi, oqova suvlar esa siklga qaytariladi.

3. Ruda minerallarining flotatsiyali ajratilishi. Silvin zarrachalari yuzasini gidrofoblovchi — teruvchi (kollektorlar) sifatida va havo pufakchalariga ilashishi (yopishishi) ni ta'minlovchi modda sifatida kationaktiv (kationfaol) va noionogen (ionogen bo'lmagan) — apolar yuqori molekulali (S10-S22) organik birikmalar — birlamchi alifatik aminlarning atsetatlari yoki xloridlari va parafinli, naftenli aromatik va geterosiklik uglevodorodlar ishlatiladi. Kationaktiv (oktadetsilamin, fettamin va b.) va noionogen (neftni haydashda olinadi) tergichlar qo'shilganda silvinning yirik (3 mm. gacha) fraksiyalarini ham flotatsiyalash imkonini beradi.

Maydalangan ruda (—3 mm)

Tindirilgan	Didrosiklonda suspenziyani ajratish		
Shelok	Eritma (-0,15 mm) >	Qum [(-0,15 mm) Do'g'ali elakda klassifikatsiyalash	
	Eritma (-0,1 mm)	Gidrosiklonda eritmani ajratish	
	Qum (-0,8 mm)	Qum [(-0,8 mm)]	
Eritma			
Quyqumni quyiltirish va yuvish	Gidrosiklonda ajratish	Spiral klassifikatorda ajratish	
	Eritma	Eritma	
Quyqum chiqindixonaga	Mayda zarrachali ruda (-0,8 mm) flotatsiyalashga	Mayda zarrachali ruda (-3+8 mm) flotatsiyalashga sxemasi.	
4.2-rasm. Silvinit rudasini quyqumsizlantirish s			

Reagent modifikatorlar teruvchilarning minerallar yuzasiga sorbsiyalanishini kamaytiradi, tuproqli quyqumning koagultatsiya va flotatsiyasini ta'minlab, silvin flotatsiyasini faollashtiradi.

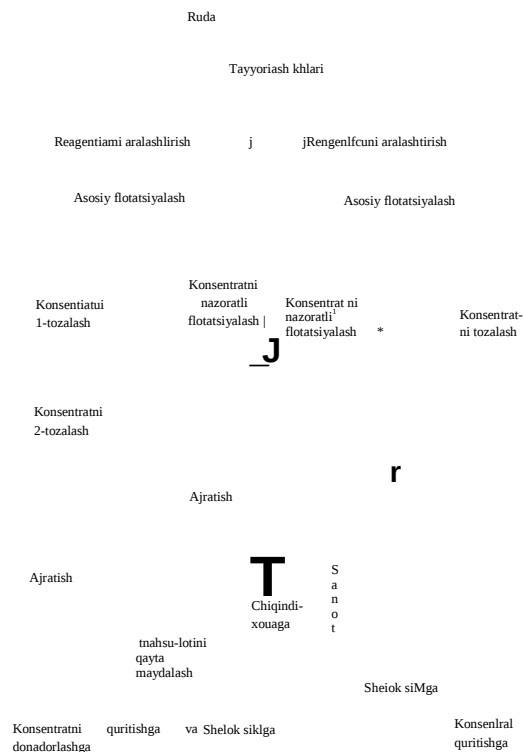
Flokulyant sifatida noorganik (ishqoriy metallarning poli- va metafosfatlari va silikat kislotasining kolloid eritmaları) va organik moddalar (poliakrilamid, karboksimetilsellyuloza, lignosulfonatlar, mochevina formaldegid smolasi va b.) ishlatiladi.

Eritma muhiti (pH) ni optimal holatini ta'minlash uchun esa muhitni boshqaruvchilar — ishqor yoki kislotalar ishlatiladi.

Silvinitni flotatsiyalash maxsus reagentlarsiz — ko'pik hosil qiluvchilarsiz ham amaga oshirilishi mumkin. KCl va $NaCl$ ning to'yingan eritmalaridan havo o'tkazilsa, (barbotaj usuli) o'zi ham ko'piklanish xossasiga ega. Lekin qo'shimcha ko'piklatgichlar (qayrag'och moyi, dioksan va piran qatori spirtlari va boshqalar) havo pufakchalarining dispersUligini oshiradi, turg'oq ko'pik hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bu reagentlar fazalar (suyuq faza — havo va suyuq faza — mineral) chegarasida sorbsiyalanib, mineral zarrachalarning sirtini gidrofoblaydi.

Kaliyli rudalar flotatsiyasining aniq texnologik sxemasi xomashyoning mineralogik va donadorlik tarkibiga bog'liq holda bir-biridan keskin farq qiladi. Yirik donachali (3-4 mm. gacha) mahsulot olinishini ta'minlovchi sxemalarning bir qator afzalliklari bor. Bu sxemalarda maydalash va donadorlash, yuvish va quyqumni saqlash xarajatlarini kamaytirish, quyqum miqdori va mahsulot namligining kamayishi hisobiga KC1 ning ajratib olish darajasini oshirish, o'g'itning agrokimyoviy xossasini oshirish imkoniyatlari yaratiladi. Bunday jarayonlarda yirik (+0,8 mm) va mayda (-0,8 mm) fraksiyali rudalarning alohida-alohida flotatsiya-lanishi amalga oshiriladi.

Yirik va mayda fraksiyali rudalarning alohida-alohida flotatsiyalash sxemasi 4.3-rasmda tasvirlangan. Mayda fraksiyali flotatsiyalashda oldindan mexanik quyqumsizlantirilgan konsentratni ikki marta va chiqindini nazoratli bir marta flotatsiya qilinadi. Bunda kollektor sifatida — qayrag'och moyi amini, depressor sifatida — karboksilmetilsellyuloza ishlatiladi. Oraliq mahsulot qo'shimcha maydalashga yuborilib, yana asosiy flotatsiyaga qaytariladi. Konsentratni sentrifugada ajratilib, «qaynovchi qatlamli» quritgishga yuboriladi.



4.3-rasm. Silvinit mayda va yirik donachali fraksiyalarining alohida-alohida flotatsiyalash sxemasi.

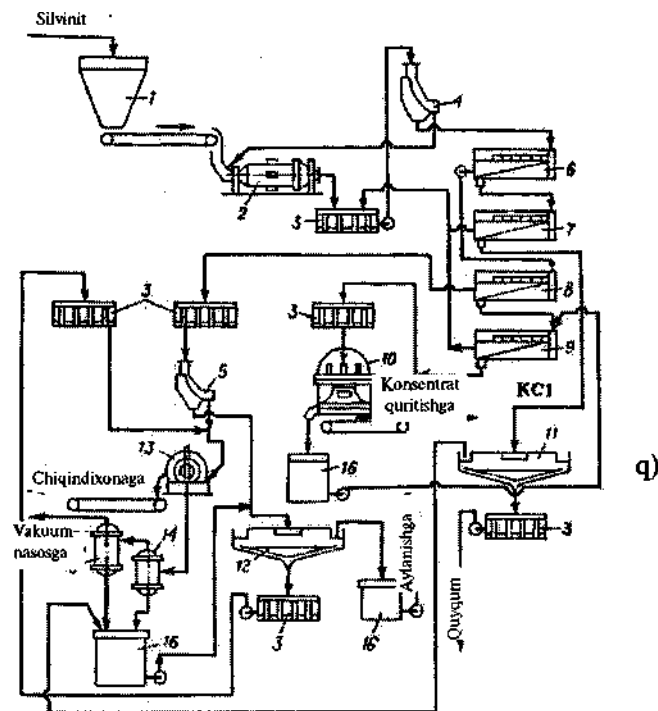
Yirik fraksiyali flotatsiyalashda esa konsentrat bir marta qayta tozalanadi va chiqindini nazoratli flotatsiyalash amalga oshiriladi. Konsentrat vakuum-filtrda ajratib olinib, quritgichga yuboriladi.

4. Suspenziyani quyultirish va filtrlash yo'li bilan ajratish (suv-sizlantirish), nam konsentratni tayyor mahsulotga qayta ishlash (quritish va mayda fraksiyani donadorlash).

Tarkibida quyqum ko'p bo'lmagan (3% gacha) rudalar uchun asosiy va qayta tozalash — flotatsiyalash texnologiyasi qo'llaniladi (4.4-rasm). Bunda reagentlar sifatida FR-2 (uayt-spiritning oksidlanish mahsuloti) temvehi va poliakrilamid flokulyanti ishlatiladi. Quyqumning ko'piklanish mahsulotiga o'tish darajasi 80-90% ni tashkil etadi.

Kamerali mahsulot (silvin va galit zarrachalari) silvin flotatsiyasi sikliga yuboriladi. Qayta tozalash flotatsiyasidan o'tgandan so'ng

tuproqli quyqum quyultiriladi va yuviladi. Biroq flotatsiyalanishda hosil bo'ladigan ko'pik parchalanib, bu jarayonga xalaqit beradi va ma'lum miqdordagi kaliy xloridning suyuq faza bilan chiqib ketib qolishiga (yo'qotilishiga) sabab bo'ladi. Bunda kaliy xloridning yo'qotilishini kamaytirish uchun tashlanadigan galit suspenziyasini 60-70°C haroratgacha qizdirilsa, KCl eriydi. So'ngra chiqindi ajratilib, chiqarib tashlanadi. Eritma esa vakuum-kristalizatorda sovutilib, KCl kristallari ajratib olinadi.



4.4-rasm. Oldindan tuproqli quyqum flotatsiyalangan silvinitdan kaliy xlorid ishlabchiqarishning flotatsiyali usuli sxemasi. 1 — bunker; 2 — tayoqchali tegirmon; 3 - aralashtirgich; 4,5 - do'g'ali elaklar; 6,7,8,9 - quyqumni flotatsiyalash va qayta tozalash, sillvinni asosiy flotatsiyalash, KCl konsentratini qayta tozalashga muvofiq keluvchi flotatsiya mashinalari; 10 -sentrifuga; 11 - quyqumni quyuglashtirgich; 12 - galit chiqindilarini quyultirgich; 13 - galit chiqindisi uchun vakuum-filtr; 14 — vakuum-yig'gich; 15 — resiver; 16 — aylanma eritma yig'gichi.

Bu usul yuqori sifatli rudalarni qayta ishlashga mo'ljallangandir. Agar rudada quyqum miqdori ko'p bo'lsa, suspenziya qovush-qoqligi ortadi, natijada, esa flotoreagent miqdori ko'p sarf bo'ladi, quyqumning yuvilish darajasi pasayadi va KC1 ajratib olish darajasi ham kamayadi. Bunday holda flotatsiyali boyitish KC1 ning galur-gik ajratilishi bilan birga kombinatsiyalanadi. Bulardan tashqari, gravitatsiyali boyitish usullari ham mayjuddir.

4.2. Eritish va alohida kristallantirish usuli bilan kaliy xlorid olish

4.2.1. Silvinitli rudalarni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari

Silvinit tarkibidagi kaliy xlorid bilan natriy xloridni ajratish, ularni har xil haroratdagi eruvchanligiga asoslangan. 0°C da 100°C intervalda natriy xloridning amaliy eruvchanligi haroratga deyarli bog'liq emas. Kaliy xloridning eruvchanligi esa harorat ortishi bilan sezilarli darajada ortadi. 26°C da KC1 bilan NaCl ning eruvchanlik egri chizig'i o'zaro to'qnashadi (4.5-rasm), ya'ni bu haroratda ikkala tuz ham bir xil eruvchanlikka ega bo'ladi. 26°C dan pastda KC1 ning eruvchanligi NaCl ning eruvchanligidan kam, 26°C dan yuqori haroratda esa aksincha bo'ladi. Shunday qilib, kaliy xlorid va natriy xlorid tuzlarining aralashmasi 100°C atroflida eritilganda, eritmadagi kaliy xloridning miqdori NaCl miqdoriga qaraganda deyarli ikki barobar ortiq bo'ladi. Bunday to'yingan eritma (100°C da to'yingan) sovutilganda faqat kaliy xlorid kristallarigina cho'k-maga tushadi.

Sovutilgan eritmadan kaliy xlorid kristallari ajratib olingandan so'ng eritma yana 100°C gacha qizdirilganda, eritma KC1 ga to'yinmagan, NaCl ga esa to'yingan bo'ladi. Bunday eritmaga yana silvinit qo'shib ishlov berilsa, faqat KC1 eritmaga o'tadi. Silvinitga shunday yo'l bilan ishlov berilib, KC1 ni ajratib olish — ishqorlash usuli deb ataladi.

Silvinit rudasini qayta ishlash prinsipial sxemasida quyidagi asosiy bosqichlar amalga oshiriladi:

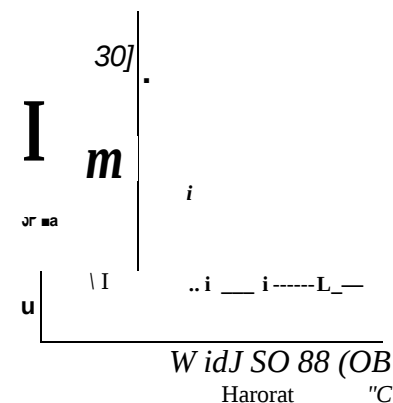
1) maydalangan silvinitni KC1 ning kristallanishidan qolgan eritma bilan ishlanadi; bunda silvinitdan eritmaga KC1 o'tadi, NaCl esa deyarli to'la chiqindida qoladi;

2) issiq *shelokni* cho'kindidan ajratish va qattiq moddalar (tuzli quyqum va b.) dan tindirish; chiqindini va tuproqli quyqumni yuvish;

3) *shelokni* vakuumli sovitish — KC1 ni kristallantirish;

4) KC1 kristallarini eritmadan ajratib olish va quritish;

5) eritmani qizdirish va siklga qaytarish.



4.5-rasm. KC1 va NaCl ning suvda eruvchanligining haroratga bog'liqligi.

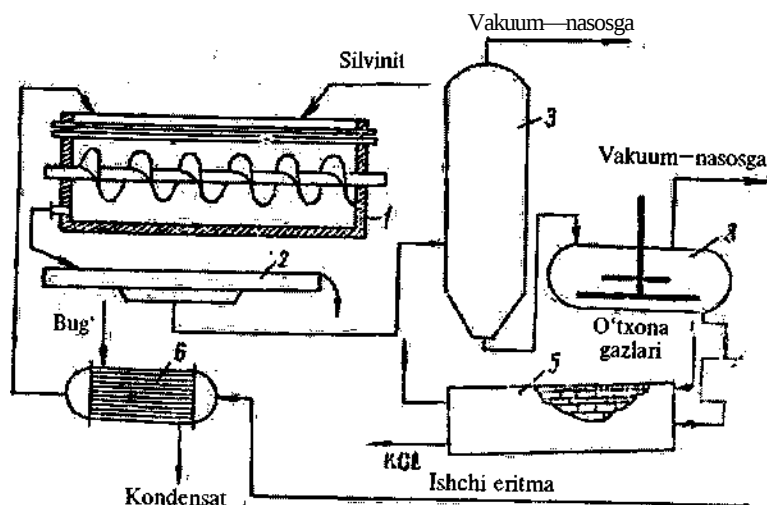
Amalda, asosan ushbu texnologiya qo'llaniladi. Bu usul murakkab tarkibli (ko'p miqdordagi tuproq va magniyli minerallar bo'lganida ham) rudalardan kaliy xloridni ajratib olishda ham qo'llaniladi.

Ko'rsatib o'tilgan jarayon amalda biroz o'zgacharoq kechadi. Issiq *shelok* tarkibi evtonikadan biroz farqlanadi. Uning kaliy xlorid bilan to'yinish darajasi usullarning xususiyatlariga bog'liq *ravishda* 90-96% ni tashkil etadi. Bunda 96% gacha to'yingan *shelokdan* 99,3% KC1 li tuz, 90,6% gacha to'yingan *shelokdan* esa 94,3% li KC1 olinadi. U biroz NaCl qo'shimchasi bilan ifloslanadi.

Shelokni 100°C dan 20°C gacha sirkulatsiyali vakuumli-sovitilishi natijasida nazariy jihatdan 12% suv bug'lanadi va sifatli KC1 ajratib olinadi. Bunda kristallar o'lchami 0,15 mm. dan 2-3 mm. gacha bo'ladi.

4.2.2., Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish prinsipial sxemasi

Eritish va kristallantirish usulida silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi 4.6-rasmda tasvirlangan. Ishlab chiqarish korxonalarida tarkibida: 24-33% KCl , 61-71% $NaCl$ 0,2-0,3% $MgCl_2$, 1,3-1,7% $CaSO_4$ va 1,4-3,2% erimaydigan qoldiq bo'lgan verxnemansk ruda koni xomashyosi ishlatiladi.



4.6-rasm. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi.

O'lchami 5 mm. dan yirik bo'lmagan silvinit donachalari tuz tegirmonidan bunkerga tuchadi. Undan avtomatik tarozili lentali transportyor yordamida uzunligi 21,8 m, diametri 2,76 m bo'lgan shnekli erituvchi (1) ga tushadi. Shnekning aylanish shastotasi 0,13-0,17^{sr1} ga teng. Shnekli erituvchida kerakli darajagacha maydalangan silvinit $NaCl$ bilan to'yingan 107-112°C li eritma bilan ishlanadi. Bu jarayonda erimay qolgan $NaCl$ ni filtr (2) da filtrlash yo'li bilan kaliy xlorid eritmasidan ajratiladi. Eritmadagi KCl gummirlangan po'latdan yasalgan bir necha bosqichli vakuum-kristalizatsion apparatlar (3) da kristalizatsiyalanadi. Bu apparat-

larning birinchisi vertikal, qolganlari esa gorizontal joylashgan bo'lib, ular mexanikaviy aralashtirgichlar bilan jihozlangan. Vakuum darajasi apparatlarda sekin-asta: birinchisida 360 mm, keyingisida esa 740 mm simob ust. ga qadar ortib boradi. Bu apparatlarda suv bug'lanadi, eritma soviy boshlaydi, KCl esa sho'kmaga tusha, boshlaydi. Cho'kmaga tushgan kaliy xlorid kristallari sentrifuga (4) yordamida ajratib olinib, barabanli quritgich (5) da issiq gaz yordamida 1-1,5 % namlikka qadar quritiladi. Quritishda «qaynovchi qatlamli» quritgichlar ham ishlatiladi. «Qaynovchi qatlamli» quritgichlar anchagina samarador hisoblanadi, chunki ularda yoqilg'i 20-30% gacha tejaladi va changsiz mahsulot olinadi.

Sentrifugadan chiqqan eritma esa trubkali isitgichlar (6) da 107°C haroratga qadar qizdirilib, yana apparat (1) ga - yangi solingan silvinitni ishqorlashga beriladi. Bu usul bilan silvinit tarkibidagi kaliy xloridning 90% ajratib olinadi. Filtr (2) da qolgan cho'kmaning 91% $NaCl$ dan va 1,7% esa KCl dan iborat bo'lib, bu ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi; ba'zida u tuz eritmalari, sodali mahsulotlar va shu kabilar olishda ishlatiladi.

1 tonna kaliy xlorid (95% KCl) olish uchun 5 t atrofida silvinit (22% KCl), 1,6 Mj bug', 90 Mj elektroenergiya, 9 m³ suv, 15 kg shartli yoqilg'i (barabanli quritgichda), 180 g birlamchi aminlar, 12 g poliakrilamid sarf bo'ladi.

1 tonna mahsulot bilan birgalikda, tarkibida: 91-95% $NaCl$, 1,2-3,5% KCl , 0,2% gacha $MgCl_2$ 0,6-2% $CaSO_4$ va 4% gacha erimaydigan qoldiq bo'lgan 2,5-3,5 tonna chiqindi (galit), 0,5 t tuproq va tuzli quyqum hosil bo'ladi.

Galit chiqindisi bilan 5% gacha KCl yo'qotilishi mumkin. Ayniqsa, xomashyo tarkibidagi Q5 mm.li fraksiya ko'paysa, quyqum bilan yana 3% atrofida KCl yo'qotiladi. KCl ning umumiy yo'qotilishi 8-10% ga yetib, mahsulot unumi 90-92% ni tashkil etadi. Agar KCl kristallanganidan so'ng, mayda kristallarni eritish uchun tuproqli quyqum yuvilgan suv ishlatilsa, natijada, sirkulat-siyadagi suv miqdori oshadi va uning yuvilishi yaxshilanadi. Bunda mahsulot unumi 95-96% ga yetadi. Bunday usul 10% dan ortiq tuproqli quyqumi bo'lgan silvinit uchun ham yaroqlidir. Quyul-tirilgan quyqumda 75% gacha erimaydigan birikmalar bo'ladi. Bunda tindirilgan oqova suv yuvilgan rudani eritish uchun yuboriladi.

4.3. Kaliy sulfat

Kaliy sulfat olish usullarini ikki guruhga bo'lish mumkin:

1-usul. Bu usul polimineral kaliy sulfatli rudalarni galurgik, flotatsiyali yoki kombinatsiyalangan sxemalarda qayta ishlashga asoslangan.

2-usul. Bu usul natriy, magniy, ammoniy, kalsiyning sulfatli tuzlari, sulfat kislota va boshqalar bilan kaliy xloridning konver-siyalanishiga asoslangan.

Bundan tashqari, ayim kimyoviy jarayonlarda (masalan, alu-nitni qayta ishlashda) qo'shimcha mahsulot sifatida kaliy sulfat hosil bo'ladi.

4.3.1. Polimineral rudalarni qayta ishlash

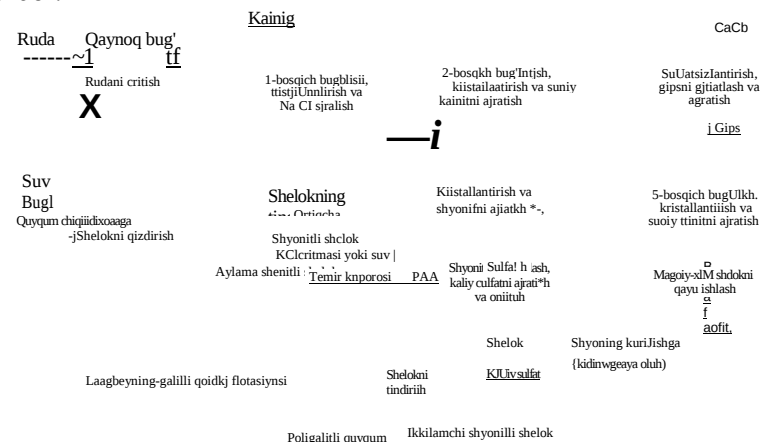
Dunyoda xlorid-sulfatli turdagi eng yirik kaliyli ruda (zaxirasi 2,5 mlrd.t) koni Prikarpatada joylashgan.

Rudaning kimyoviy va mineral tarkibi murakkab bo'lganligi uchun uni qayta ishlash anchagina qiyin kechadi. Bunda Na^+ , K^+ , $\text{Mg}_2^+ \parallel \text{SO}_4^{2-}$, Cl^- , H_2O sistemasida tuzlarning o'zaro eruvchan-ligi hisobga olinib, qayta ishlashni turlicha sxemalarda olib borilishi mumkin.

Sulfatli sxema (4.7-rasm) uch bosqichdan iborat: 1) rudani asosiy mahsulotlar - kaliy sulfat va kalimagneziyaga qayta ishlash; 2) langbeynitli qoldiqni qayta ishlash va flotatsiyalash; 3) shyonit shelokidan kaliy tuzlarini ajratib olish.

Rudani —5 mm. gacha maydalangach (0,1 mm. dan kichik zarrachalar 5% dan ko'p emas), oldindan 70-90°C haroratgacha isitilgan - shyonit kristallantirilishidan so'ng hosil bo'ladigan natriy xloridga to'yingan eritma va quyqumni yuvishdan hosil bo'ladigan oqova bilan qayta ishlanadi. Bunda oson eriydigan (silvinitdan KCl , shyonitdan $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-MgSO}_4\text{-6H}_2\text{O}$, karnallitdan $\text{KCl-MgCl}_2\text{-}\cdot\text{6H}_2\text{O}$, kainitdan $\text{KCl-MgSO}_4\text{-3H}_2\text{O}$, leonitdan $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-MgSO}_4\text{-}\cdot\text{4H}_2\text{O}$ va b.) tuzlar eritmaga o'tadi. Qisman (10-30% yomon eriydigan (langbeynitdan $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-MgSO}_4$ va kazeritdan $\text{MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$) tuzlar ham eritmaga o'tadi. Cho'kindida esa asosan galit NaCl va langbeynit, ozroq miqdorda kazerit, poligalit $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-MgSO}_4\text{-}$

$2\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$, gips $\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$, **angidrit** $\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$ va boshqalar bo'ladi.



4.7-rasm. Prikarpatate sxemasi.

polimineral rudasini qayta ishlash

Quyqum sho'ktirilgandan so'ng issiq shelok birinchi tindir-gichdan vakuum-kristallantirish qurilmasiga shyonitni ajratib olish uchun yuboriladi. NaCl siz toza shyonitni kristallantirish uchun shelokka suv, shyonitni parchalab kaliy sulfat olishda hosil bo'la-digan eritmalar, shuningdek, «sun'iy kainit» deb ataladigan flotatsiyalash bo'linmasidan keladigan langbeynitli shelok qo'shila-di. Shyonitning kristallanishi 20°C da tugallanadi. Olingan sus-penziya quyultiriladi va filtrlanadi. Bir qism eritma rudani eritishga, qolgan qismi esa tozalangan xlormagniyli shelok ishlab chiqarish uchun va kaliyli tuzlarni ajratib olishga ishlatiladi (buni xlormagniyli sikl deyiladi). U quyidagicha kechadi: 1) osh tuzi ajra-tilishi bilan amalga oshiriladigan shelokni bug'latishning birinchi bosqichi; 2) shyonitli siklga yoki rudani eritishga qaytariladigan KCl , NaCl va MgSO_4 aralashmasi — «sun'iy kainit» ni kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug'latishning ikkinchi bosqichi; 3) 25% li CaCl_2 eritmasi bilan kainitli shelokni sulfatsiz-lantirish; 4) «sun'iy kainit» ni kristallantirish bosqichiga qaytariladigan KCl , NaCl va MgCl_2 aralashmasi — «sun'iy karnallit» ni

kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug'latishning uchinchi bosqichi. Tarkibida $MgCl_2$ bo'lgan tozalangan shelok — elektrolitik usulda magniy olish uchun ishlatiladigan sintetik kamallitga yoki bishofit $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ ga qayta ishlanadi.

Barcha shyonit yoki lining bir qismi $50^\circ C$ haroratda suv bilan parchalanadi (agar boshlang'ich rudada silvin miqdori yetarli darajada bo'lmasa, parchalanish bosqichida KCl qo'shilishi mumkin). Bunda kaliy sulfat va shyonitni kristallantirilishiga yuboriladigan eritma hosil bo'ladi. Parchalanmagan shyonitni quritilib, mahsulot sifatidagi tarkibida 28-30% K_2O bo'lgan kalimagneziya olinadi.

Rudada lanbeynit miqdori ko'p bo'lsa, cho'kindini qayta ishlash lozim. Buni fiotatsiya yo'li bilan — og'ir suspenziyadan ajratish yoki galitni suv bilan yuvish orqali bajariladi. Galitni suv bilan yuvish oson, ammo ko'p miqdordagi $NaCl$ eritmasini tashlab yuborilishiga to'g'ri keladi.

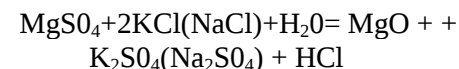
Fiotatsiya yo'li bilan ajratib olingan langbeynit tarkibida ko'p miqdorda poligalit bo'ladi. Uni quritilgach, kaliy-magniyli o'g'it (17,5-19,5% K_2O) sifatida ishlatiladi. Konsentrlangan kaliyli o'g'it olish uchun langbeynit fiotokonsentratni $90^\circ C$ haroratda suvda eritiladi, shelokni (undagi flotoreagentlarni bog'lash uchun) temir kuporosi eritmasi bilan qayta ishlanadi, quyqumdan tindiriladi va *shyonitni* vakuum-kristallantirish uchun yuboriladi. Yana boshqa murakkabroq usulda — langbeynit *sheloki* $20^\circ C$ gacha sovitiladi, kristallangan shyonit ajratib olinadi va asosiy shyonit oqimiga qo'shilib, kaliy sulfat olish uchun suv bilan parchalanish bosqichiga yuboriladi. Poligalit esa chiqindi tarzida chiqadi.

4.3.2. Rudalarni qayta ishlashning boshqa usullari

Kaliyning pohmineral rudalaridan gidrotermik usulda xlorsiz kaliyli o'g'it olinishi mumkin. Bunda ishqoriy metallar xloridlari sulfatlarga konversiyalanadi.

Havo kislorodi, ayniqsa, suv bug'i $800^\circ C$ haroratda konversiyalanishni tezlashtiradi. Magniy xlorid kislorod bilan ta'sirlashganda magniy oksid va xlor, suv bug'i bilan ta'sirlashganda esa magniy oksid va vodorod xlorid hosil bo'ladi. Kainit yoki kaliy

(natriy) xlorid va magniy sulfat aralashmasi qizdirilganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

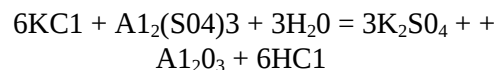


Bunda suv bug'i qanchalik ko'p berilsa, reaksiya shunchalik intensivlashadi. Chiqadigan gaz fazada vodorod xlorid, qoldiqda esa - magniy oksid va kaliy (natriy) sulfat bo'ladi. Agar reaksiya aralashmasiga 20-25% SiO_2 (trepel), MgO va boshqalar qo'shilsa reaksiyaning kechishi osonlashadi. Bu holda massa shoshiluvchan bo'lib, haroratni $800-900^\circ C$ gacha ko'tarish imkoniyati yaratiladi (suyuqlanmaydi). Bu esa bug' bilan massaning reaksiyaga kirishi-shini tezlashtiradi va shixtani tashishni osonlashtiradi. Bu haroratda kaliy xloridni sulfatga aylanish darajasi 90-95% ga yetadi. Bundan yuqori haroratda esa KCl ning uchuvshanligi hisobiga uning yo'qotilishiga olib keladi. Magniy va natriy xloridlarning trepel ishtirokida uchuvchanligi sezilarli darajada emas va asosiy reaksiyani kechishi uchun noqulaylik keltirib chiqarmaydi.

Xuddi shunday jarayon, ammo nisbatan yuqori haroratda magniy sulfat o'rniga gips ishlatilishi orqali ham amalga oshirilishi mumkin. Bu holda shixtaga trepel qo'shish CaO ni $CaO \cdot mSiO_2$ tarzida bog'lash uchun zarurdir.

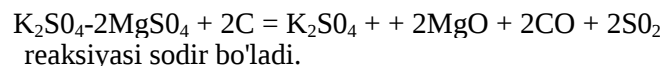
Prikarpatye rudasini gidrotermik ishlov berishdagi konversiya mahsuloti — tarkibida kaliy va natriy sulfatlari bo'lgan suvda eriydigan qismdan va tarkibida trepel, magniy oksid va magniy silikat bo'lgan suvda erimaydigan qismdan iboratdir. Kuydirish mahsulotidagi eruvchi tuzlar — $100-106^\circ C$ haroratda, yuvuvchi suv bilan suyultirilgan qaytuvshi eritma bilan eritiladi. Hosil qilingan *shelok* vakuum-kristallizatorida bosqichli sovitiladi; $100-30^\circ C$ harorat oralig'ida glazerit $3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$ kristallanadi. Uni $20^\circ C$ gacha sovitish natijasida mirabalit $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ kristallantirila-di; mirabalit kristallanishidan qolgan eritma kuydirilgan rudani eritishga yuboriladi. Bu usul bo'yicha tayyor mahsulot sifatida glazerit va natriy sulfat olinadi. Tarkibida 40% K_2O bo'lgan glazerit to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ham yoki kaliy sulfat olish uchun ham ishlatilishi mumkin.

Shunday gidrotermik usulda alunit $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$ dan kaliy sulfat olinishi mumkin. Alunitdan alyuminiy oksid olishda kaliy sulfat qo'shimcha mahsulot hisoblanadi, ammo uning sifati a'lo darajada emas, chunki alunitdagi K_2SO_4 ning nazariy miqdori 23% ga teng, alunitli jinsda esa yanada kam bo'ladi. Suv bug'i ishtirokida $700^\circ C$ haroratda alunit va kaliy xlorid o'rtasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Bunda 1 t K_2O ga 6,8 t 27% li HCl eritmasi to'g'ri keladigan qo'shimcha mahsulot hosil bo'ladi.

$NaCl$ dan tozalab yuvilgan langbeynit tuzi ko'mir yoki koks bilan barabanli qorishtirgichda aralashtirilib (92% langbeynit va 8% ko'mir), $800-900^\circ C$ haroratda shaxtah pechda qayta ishlansa:



Pechdagi massani tarkibida 95% metan bo'lgan tabiiy gaz bilan amalga oshiriladi. Bunda metan SO_2 ni oltingugurtgacha qaytaradi:



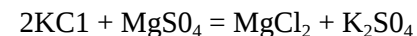
Qattiq fazadagi kaliy sulfat suv bilan eritilib ($100^\circ C$ da), magniy oksidi filtrlashda ajratiladi. Filtrat tindirgichli-kristallizatorlarda sovutilib kaliy sulfat kristali olinadi.

1 t langbeynit tuzidan 100 kg K_2SO_4 (96%), 75 kg MgO (85%) va 20 kg oltingugurt olinadi.

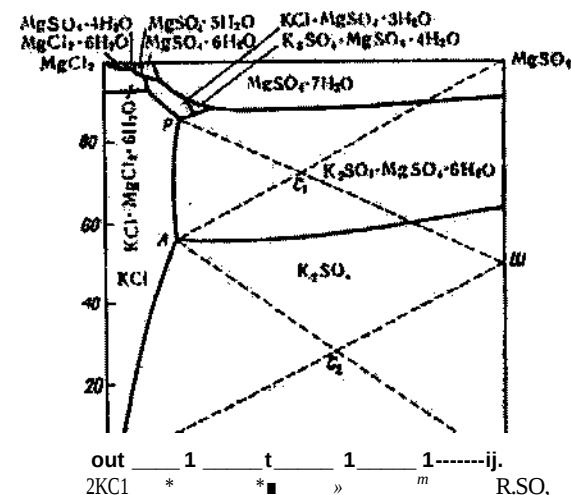
Poligalitni nitrat yoki fosfat kislotalar bilan parchalanib, murakkab o'g'itlar olish usullari ham yaratilgan.

4.3.3. Konversiya usulida kaliy sulfat olish

Kaliy xlorid va magniy sulfat (epsomit $MgSO_4 \cdot 7H_2O$) laming o'zaro ta'sirlashuvidan kaliy sulfat olishni ko'rib shiqamiz. Ularning o'zaro ta'sirlashuvi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



$K^+, Mg^{2+} \parallel SO_4^{2-}, Cl^- (H_2O)$ sistemasining ($25^\circ C$ dagi) izoter-, masi 4.8-ramda ko'rsatilgan.

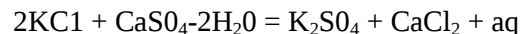


4.8-rasm. $25^\circ C$ dagi $2KCl + MgSO_4$ o $MgCl_2 + K_2SO_4$ suvli sistemasining eruvchanligi.

Jarayon ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda shyonit kristallantriladi. Shyonitning maksimal unumini ta'minlash uchun boshlang'ich aralashma tarkibini ifodalovchi S' nuqta shR chiziqida yotishi kerak. Bu shiziq shyonit polyusi sh dan R nuqtaga qarab yuradi. Uning holati ishlangan (qaytarilgan) eritma tarkibiga to'g'ri keladi. U shyonit, silvin va kainit bilan to'yingan. Eritma R ~ shyonit sheloki — sikldan chiqariladi, shyonit esa kaliy xlorid bilan suv eritmasi muhitida ishlanadi. Bunda kaliy sulfat va eritma A hosil bo'ladi. Eritma A kaliy xlorid, kaliy sulfat va shyonit bilan to'yingan. Bu eritma konversiyaning birinchi bosqichida to'la ishlatiladi va jarayon tutashadi. To'la yopiq siklni amalga oshirish uchun bir qism epsomitni 2-bosqichga yoki KCl ($\sim 1/3$ qismini) birinchi bosqichga berish kerak.

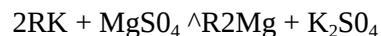
Yuqori sifatli ($\sim 52\% K_2O$) kaliy sulfat olish uchun yuqori sifatli KCl ishlatish kerak.

Organik ekstragent (masalan, monoetanolaminning suvli eritmasi) yordamida kaliy xlorid va gips konversiyalanishi mumkin:



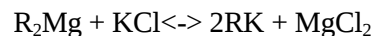
Bu reaksiya suvli eritmada teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Konsentrlangan organik-suvli eritmalarida kaliy sulfatning eruvchanlik ko'paytmasi gipsnikidan kichik bo'lganligi uchun bu reaksiya qizdirilmagan holda 20°C da amalga oshadi.

Ion almashinish usuli bilan ham kaliy sulfat olish mumkin. 90°C haroratdagi magniy sulfat eritmasi K⁺-kationitdan o'tkazilsa:



sodir bo'ladi. Eritma 10°C gacha sovutilganda K₂SO₄ kristallanadi.

Kationit regeneratsiyasi KC1 ishtirokida amalga oshiriladi:



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. TexHOJiorHH KaJiHHHbix yao6peHHH / ИОЛ, pe/j. B.B.IeHKOB-CKoro. — МННХ: BbiineHiiiaa uiKOJia, 1978. — 304-c.
2. ТНТКОВ С.Н., МаМефлОВ А.Н., CanoBbeB E.Н. 06orameHHe KaJiHHHbix pyfl. — М.: Hejrpa, 1982. — 216-c.
3. ИОЗНН М.Е. TexHOJiorHH МННepajibHbix yao6peHHH: YHe6HHK зУИВ By30B. — Л.: ХНМНН, 1989. — 263-295-c.
4. КаиКапоВ О.Н., СОКОЛОВ Н.Н. TexHOJioraa KaJiHHHbix yao6peHHH. — Л., ХНМНН, 1978. — 248-c.
5. ТpaGoBeHKO B.A. ИпоHЗBOлCTBO 6ecxnopHbix KaJiHHHbix yji;o6peHHH. — Л.: ХНМНН, 1980. — 256-c.
6. AjieKcanapoBHH X.M. OCHOBN npHMeHeHHH peapeHTOB npH 4>JioTauHH KaJiHHHbix pyfl. — МННХ: HayKa H TexHHKa, 1973. — 296-c

Vbob. MIKROO'G'ITLAR

5.1. Mikroelementlar

D.I.Mendeleyev davriy sistemasidagi elementlarning 80% i mikroelementlar hisoblanib, ular yer qobig'i, o'simliklar va hayvonlar organizmida (quruq modda hisobida) 0,01% dan oshmaydi.

Ayrim og'ir metallar (simob, qo'rg'oshin kabi) o'simlik va tirik organizmlar uchun zararli bo'lib, qolgan elementlar esa ularning rivojlanishiga ijobiy ta'sir etadi. Asosiy ozuqa moddasi mikroelement bo'lgan mineral o'g'itlar mikroo'g'itlar deyiladi.

Organizmlarning yetarli rivojlanishi uchun tirik organizmlar mikroelementlarni ozuqadan, o'simliklar esa tuproqdan o'zlash-tiradi. Tuproqqa esa mikroorganizmlar tuproq hosil qiluvchi tog' jinslari, tabiiy suvlar va kosmik changlar orqali tushadi. Bundan tashqari, sun'iy usulda mikroo'g'itlar beriladi.

Tadqiqotchi E.V.Bobko, MABelousov, O.F.Tueva, M.Ya.Shkolnik, U.E.Brenshli va K.Uoringtonlar o'simliklar uchun ahamiyatli bo'lgan mikroelementlarning xossalarini (1927-1934-yillarda) o'rganishgan. Ularning mulohazalari 5.1-jadvalda keltirilgan.

Mikroelementlarning o'simliklarga ta'siri

5.1-jadval

Zarur	Zararli	Tushunarsiz	Ahamiyanti
Bor kobalt mis marganes molibden rux	Mishyak xrom nikel qo'rg'oshin boriy selen xlor	Litiy stronsiy rubidiy rادی yod natriy	Kumush, qakay, oltin, surma, berilliy, titan, vismut, vanadiy, kadmий, volfram, sieziy, brom, simob va boshqalar

Brenchli va Uoringtonlar o'simliklarga mikroelementlar o'ziga xos ta'sir etishini aniqlashgan. Ular (1927-yil) tekshirgan 52 ta element o'simliklarga ta'sirida homing o'rnini bosa olmasligini aniqlashgan.

G.I.Bertran (1905-yil), X.Agyulon (1910-yil), A.A.Xalizev (1934-yil) va boshqalar organizmlarda sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarda mikroelementlar katalizatorlik vazifasini bajaradi deb e'tirofetlashgan.

M.Ya.Shkolnik (1939-yil) va E.V.Bobkolar (1935 yil) esa mikroelementlar organizmlardagi biokimyoviy jarayonlarda faqatgina katalitik ta'sir etibgina qolmay, balki ular plazmaning fizik-kimyoviy xossalari, sirt tarangligiga, difFuziyaga, osmosga, kol-loidlarning ko'payishiga, adsorbsiyaga va modda almashinuv jara-yonlarida oksidlanish-qaytarilish potentsiallar ayirmasini hosil qilishda ham ta'siri borligini ta'kidlab o'tishgan. M.Ya.Shkolnik: «hayotiy jarayonlarga kuchli ta'sir etish xossalari bilan mikroelementlar fermentlarni eslatadi. Bu xossalari bilan mikroelementlarni murakkab organik katalizatorlar—fermentlar tarkibiga kiradi deb faraz qilishimizga asos yaratadi» — deb yozgan. Mikroelementlar tirik organizmlarda turlicha ta'sir mexanizmiga egadir.

So'nggi yillarda biokimyoviy jarayonlardagi metalloorganik kompleks birikmalarning ahamiyati aniqlana boshlandi. Mikroelementlarning fiziologik ahamiyatini va o'simliklarga o'zlashishini o'rganish ularning kompleks birikmalar hosil qilish qobiliyatini hisobga olishni taqozo etadi. Ularning ayrimlari, masalan Fe, Cu, Co, Mn, Zn atomlarida d-valent pog'onachalari to'yinmagan elementlar hisoblanadi. Bu esa ularning o'zgaruvchan valentli bo'lishini va kompleks birikmalar hosil qilishda ishtirok eta olishini ta'minlaydi. Ular juda ko'p turdagi organik birikmalar bilan turli xildagi kompleks birikmalar hosil qiladi. Organik komplekslar bilan uyg'unlikdagi mikroelementlarning fiziologik faolligi ularning ion holidagiga nisbatan ming va million martalab kuchayib ketadi.

E.P.Troitskiy (1952-yil) mikroelementlarning o'simliklardagi birikmalarining asosiy shakli ichki komplekslar: alanin, gemoxromogen, xlorofill va boshqalar hosil qilishi deb hisoblaydi. U mikroelementlarni katalizatorlar deb tushunish ular mohiyatini aniqroq

va to'laroq ocha olmasligini, ichki kompleks birikmalar esa reaksiyalarni tezlatibgina qolmay, balki ular reaksiya zanjirini ma'lum yo'nalishi bilan borishida «dirijyorlar» hisoblanishini tushuntiradi.

Keyingi paytlarda tuproqda temir va boshqa mikroelementlarning yetishmasligi tufayli sodir bo'ladigan xlorozaga qarshi xelatlar va kompleksonlar deb ataladigan ichki kompleks birikmalar qoilanilishining kashf etilishi natijasida metalloorganik komplekslarga katta e'tibor berila boshlandi.

Yakobzon o'simliklardagi xlorozaning oldini olishda xelatlar yoki kompleksonlardan foydalanishga katta ahamiyat bergan. U EDTA (etilendiaminotetratsirkakislolaning dinatriyli tuzi) ga katta ahamiyat bergan. Bu birikma deyarli barcha kompleks hosil qiluvchi metallar bilan komplekslar hosil qiladi. Bunday komplekslar har qanday muhitli tuproqlarda yaxshi eruvchan xossaga egadir. Hozirda Cu-EDTA, Mo-EDTA, Mn-EDTA va Zn-EDTA kabi sintetik xelatlar tayyorlash va ularni amalda qo'llash usullari yaratilgan.

Hayotiy muhim ahamiyatga ega bo'lgan o'n to'rtta mikro-element aniqlangan. Ularga bor, marganes, mis, rux, kobalt, mo-libden va boshqalar kiradi. Mikroelementlar organizmdagi fermentlar, vitaminlar, garmonlar, pigmentlar va boshqalar bilan birgalikda organizmlarning hayotiy jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi. Ular biokimyoviy o'zgarishlarda qatnashib, o'simlik organizmida ferment sistemalar orqali sodir bo'ladigan fiziologik funksiyalarga ta'sir etadi. Mikroelementlar biokimyoviy jarayonlardagi katalizatorlik funksiyasini bajaruvchi fermentlarni faollashtiradi. Masalan, ular organizmlardagi modda almashinuv jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi, fotosintez jarayonida nurdan foydalanishni kuchaytiradi, oqsil sintezini tezlashtiradi. Ayrim mikroelementlar o'simliklarning u yoki bu foydali xossalari aktivlashtiradi, ya'ni qurg'oqchilik va sovuqqa shidamlilik, urug'lar unib chiqishi va rivojlanishini tez-latish, kasalliklarga bardoshlilikini oshirish kabi xossalari kuchaytiradi. Ularning yetishmasligi esa modda almashinuv jarayonlarining buzilishiga, o'simlik va tirik organizmlarning kasallanishiga olib keladi. Ammo mikroelementlarning ortiqcha miqdori ham fiziologik jarayonlarda salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shuning

uchun mikroelementlardan foydalanishda ularning tuproqdagi miqdori va o'simliklarning ularga bo'lgan talabi aniqlanishi lozim.

Mikroelementlar tuproqqa asosiy o'g'it tarkibida urug'ni ekishdan oldin yoki o'simliklarga sepish orqali yoki urug'larni ular bilan dastlabki aralashtirish orqali beriladi. Mikroelementlarning makroo'g'itlar tarkibida ishlatishning afzalligi shundaki, uning me'yori ochib ketgan holda ham o'simlikka toksik ta'sir xavfi kam bo'ladi.

5.2. Borli o'g'itlar

Borli o'g'itlar eng keng tarqalgan mikroo'g'it hisoblanadi. Borat kislotasi H_3BO_3 va uning tuzlari borli konsentriangan o'g'it hisoblanib, uning tarkibida 99,6-97% 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 nitroammofoskalariga qo'shib ishlatiladi. Bu maqsadlarda, asosan bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ dan foydalaniladi. Mahsulot sifatida ishlatiladigan borning yuqori navida 99,5% va 1-navida esa 94% asosiy modda bo'ladi. Bundan tahqari, 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 oqovalar, 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 qurit-gishda 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 nafa-qat borli o'g'it sifatida, balki magniyli o'g'it sifatida ham foydalaniladi.

5.3. Misli, ruxli, marganesli, molibdenli va kobaltli o'g'itlar

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 metalli ishlab shiqaruvchi korxonalarning 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 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ dan (23,4-24% Cu bo'lgan) foydalaniladi. Uni asosiy o'g'it bilan birgalikda, urug'larga ekishdan oldingi ishlov berishda va unda fungitsidlik xossasi bo'lganligi uchun uning eritmasini o'simliklarga sepishda qo'llaniladi. Urug'larga changlatish (sepish) uchun uni talk bilan (5,6-6,4% Cu hisobida) aralashtiriladi.

Shuningdek, sanoat chiqindilaridan foydalanilgan holda mis kaliyli ($90 \pm 1\%$ KCl , 1+0,2% Cu), misli ammofos (0,3-0,5% Cu) lar ham ishlab chiqariladi.

Ruxli o'g'itlar sifatida ko'pincha rux sulfat $ZnSO_4 \cdot H_2O$ ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida 21,8-22,5% Zn bo'lgan, talk bilan aralashtirilganda esa 8,1-9,9% Zn bo'lgan, shuningdek ruxli poli-mer 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 ammofosga (~1,4% Zn) va karbamidga (1,5-1,7% Zn) ham qo'shish yo'li bilan o'g'itlar ishlab chiqariladi.

Marganesli o'g'itlar sifatida marganes rudalarini boyitishdagi quyqumlar ishlatiladi. Bu quyqumlar quritilgach, uning tarkibidagi MnO_2 miqdori 14% gacha yetadi. Suvda eruvchi o'g'it

sifatida karbonatli marganes rudasini yoki MnO ni sulfat kislotali ishlashdan hosil bo'ladigan $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ ham ishlatiladi. Uni oddiy superfosfatga ham ($1,5 \pm 0,5\%$ Mn) qo'shiladi.

M o l i b d e n i 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 ferroqotishmadan elektrolampochka va boshqa korxonalar chiqindilaridan olinadi. Nitrofoskaga ($0,2 \pm 0,05\%$ Mo), qo'shaloq superfosfatga ($0,2 \pm 0,02\%$ Mo) va oddiy superfosfatga ham ($0,13 \pm 0,03\%$ Mo) qo'shiladi.

K o b a l t i o'g'itlar sulfatli va xloridli holida ishlatiladi. U qo'shaloq superfosfat, nitrofoska va ammofosga ($\sim 0,1\%$ Co hisobida) qo'shiladi. Fosforit unida ham $0,001-0,02\%$ atrofida kobalt bo'ladi. Uning asosiy qismi o'g'it tarkibiga o'tadi.

K o m p l e k s m i k r o o'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-DTPA dan foydalaniladi. Uni temir kompleksonati (temir dietilentriamino-pentaatsetat) deb ham ataladi. Rux, mis, marganes va boshqa metallarning kompleksonatlari ham mikroo'g'itlar sifatida ishlatilishi mumkin. Ular suvda yaxshi eriydi, tuproqdagi mikroorga-nizmlar ta'sirida parchalanib ketmaydi hamda tuproq tarkibidagi o'simlikka o'zlashmayotgan mikro- va makroelement birikmalarini o'zlashadigan holatga keltiradi. Bunday kompleksanoatlarni makroo'g'itlar ishlab chiqarish jarayonida o'g'it tarkibiga ham kiritilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. АНЧОК Н.Н. МКР_{роу}/то6реНН: СnpaBopаHK. - JI. Арпо-нооМННТ, 1990. - 272-с.
2. noaHH M.E. TexHOJиopа* МННepajиbHbix yao6peHHH: yHe6HHK jpw ByaoB. - JI. XHMИJ, 1989. - 352-с.
- 3 СОКОЛОВСКИЙ А.А., YHаHHHTc ЛН. КpaiKHH cnpaBOHHHK no ' МННepajиbHHM yflo6peHHHM. - M. XMHА, 1977. - 376-с.

VI bob. KOMPLEKS MINERAL O'G'ITLAR

Murakkab o'g'itlar

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, KNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ va boshqalar; tarkibiga ikkita (NQP, NQK, PQK) yoki uchta (NQPPQK) ozuqa elementi kiruvchi ikki yoki undan ortiq tuzlar kompozitsiyasi kiradi. Bunday kompozitsiyalar nitrat, fosfat va sulfat kislotalarning am-miak; tabiiy fosfatlar; kaliy, ammoniy va boshqalarning tuzlari bilan o'zaro ta'sirlashuvdan olinadi.

O'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalar 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 murakkab o'g'itlar talab etiladi. Ular N:P₂O₅:K₂O masalari nisbati bilan tavsiflanadi, masalan, 1:1,5:0,5. Bunda ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdori tarzida ham ifodalanishi mumkin, masalan, $\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}=36\%$; ayrim hollarda N:P₂O₅:K₂O ning massa bo'yicha protsent 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; 0:1,5 markali o'g'itlar eng ko'p ishlatiladi.

6.1. Kaliy nitrat 6.1.1. Xossalari

va olinish usullari

Kaliy nitrat (kaliyli selitra) KNO_3 - kristall rangsiz kukun bo'lib, 337°C da suyuqlanadi. Texnik mahsulot sarg'ish rangga ega.

Suyuqlanish haroratidan yuqorida KNO_2 va O_2 ga parchalanadi. 20°C haroratda 100 g suvda 31,5 g, 114°C da esa - 312 g 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% K₂O) bo'lgan ballastsiz (keraksiz qo'shimchasi bo'lma-gan) 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 narhi 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'lma-gan 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.

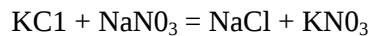
Kaliy nitrat oz bo'lsada turli biokimyoviy jarayonlar natijasida yuzaga keladigan tabiiy mineral tarzida ham uchraydi. Shulardan biri hind selitrisi hisoblanadi. Uning asosiy tarkibi kaliy nitratdan iboratdir.

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 nitrat-lardan kaliy nitrat olishning konversiyali usuli sanoatlarda keng tarqalgandir. Masalan, KCl va $\text{Ca}(\text{NC}>3)_2$ ishlatilganda jarayonni kation almashinuv usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunda kationit davriy ravishda kalsiy nitrat eritmasi bilan (KNO_3 eritmasi olishda) va kaliy xlorid eritmasi bilan (kationitning regeneratsiyasida) ishlov berib turiladi. So'ngra kaliy nitrat eritmasi bug'latiladi, sovitiladi, KNO_3 kristallari sentrifugada ajratiladi va quritiladi.

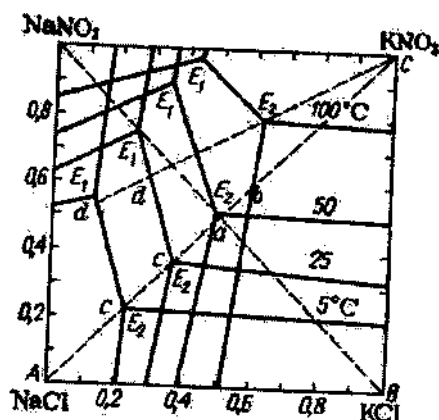
Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish ham o'ziga xos xususiyatga egadir.

6.1.2. Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usuli

Quyidagi almashinish reaksiyasiga asoslangan usul keng tarqalgandir:



5, 25, 50 va 100°C haroratdagi $KCl + NaNO_3 = NaCl + KNO_3$ suvli sistemasida eruvchanlik diagrammasi 6.1-rasmda tasvirlangan. Bundan ko'rinadiki, 5—25°C haroratdagi kaliy tuzlarining eruvchanligi natriy tuzlariga nisbatan kam; 100°C da, aksincha, NaCl ning kristallanish sohasi keskin ortadi. Agar 100°C da KCl va $NaNO_3$ laming ekvimolar aralashmasining eritmasi tayyorlansa, kvadrat diognallari kesishishiga to'g'ri keladigan a nuqta NaCl ning kristallanish sohasida yotadi. Bunday eritmadan 100°C haroratda suv bug'latilganda, eritma to'yinishi natijasida NaCl kristallana boshlaydi va eritma tuzli massasining tarkibi ab shiziq bo'yicha o'zgaradi.



6.1-rasm. 5, 25, 50 va 100°C haroratdagi $KCl + NaNO_3 = NaCl + KNO_3$ suvli sistemasida eruvchanlik izotermasi.

b nuqtada eritma KC1 ga ham to'yinadi. Agar xuddi shu paytda ajraladigan NaCl kristallari ajratilsa va so'ngra eritma, masalan, 5 C ga sovitilsa, bunda b nuqta KNO_3 ning kristallanish sohasida bo lib qoladi. Eritma sovitilganda bu tuz ham sho'kmaga tushadi va qolgan eritma tarkibi bs shiziq bo'yicha o'zgaradi.

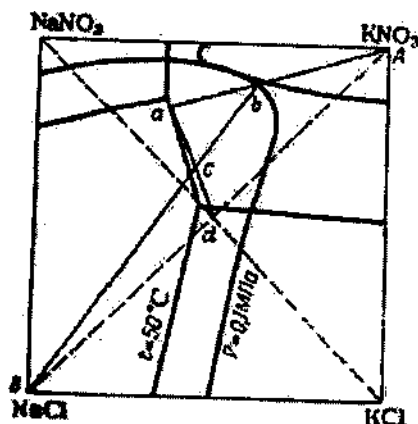
Bunda a va b nuqtalar orasidagi masofa unchalik katta emas, u holda ekvimolekular miqdordagi KCl va $NaNO_3$ bo'lgan eritmadan suvni bug'latishda juda oz miqdordagi $NaCl$ sho'kmaga tusha-

di va eritma tezda KCl bilan ham to'yingan holga keladi. Bu esa eritmani sovitish KNO_3 unumini kamaytiradi. Ajratib olinadigan $NaCl$ miqdorini oshirish va KNO_3 unumini oshirish uchun, diagrammadan ko'rinadiki, boshlang'ich eritmaga ortiqcha $NaNO_3$ qo'shish lozimdir. Agar $NaCl$ ajratib olinishi tugallanishiga eritma uchta tuz — $NaCl$, KCl va KNO_3 bilan to'yinsa (ya'ni uning tuzli massasi E2 nuqta bilan tasvirlangan) eng yuqori unumga erishiladi. Bunda hosil bo'lgan $NaCl$ kristallarini ajratib olingandan so'ng, eritmani sovutilishi natijasida KNO_3 ning kristallanishi eng uzun yo'l E2d bo'yicha sodir bo'ladi va eng yuqori unumda mahsulot olinishi ta'minlanadi.

KCl va NaNO_3 orasidagi almashinishni ta'minlashning eng samarador va tejankor usuli bu — o'zgarmas bosim va o'zgaruvchan haroratda sistemadan suvni bug'latish paytida 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. KNO_3 kristallanishi 50°C da tugallanadigan optimal sikl uchun misol 6.2-rasmda ko'rsatilgan. Izotermik kesishuvda a nuqta — sovitish jarayonida ba kesimda 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°C) natriy xlorid bilan to'yinishi kerak. b eritma qaynayotgan s eritmada suvning bug'lanishi va NaCl ning kristallanishi natijasida olinadi. Bug'latish uchun boshlang'ich eritma s — eritma a ning KCl va NaNO_3 lar ekvimolar aralashmasi bilan aralashtirilishidan olinadi.

Shunday qilib, sikl sab uchburchagi bo'yicha amalga oshiriladi. Siklning tuzli koeffitsiyenti (ya'ni olingan KNO_3 massasining bug'latilgan suv massasiga nisbati) qanchalik katta bo'lsa, bug'latishga shunchalik oz energiya sarflatiadi. KNO_3 kristallanishining oxirgi harorati qanchalik katta bo'lsa, eritmani sovitishga shunchalik oz xarajat ketadi. $50\text{-}25^\circ\text{C}$ oralig'ida joylashgan qaynash nuqtasidan kristallantirishning oxirgi haroratigacha chegarasidagi temperaturali sikl eng tejamkor hisoblanadi. Bunda Bb shiziqli bug'lanish uchun optimal KQ: 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.

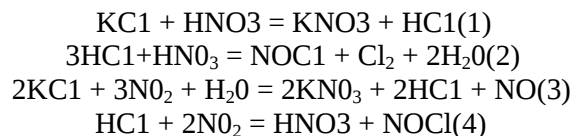


6.2-rasm. Izotermik (50°C) va izobarik (0,1 MPa) kesishuvli diagrammada KCl + NaNO₃ = NaCl + KNO₃ konversiyani optimal sikli.

6.1.3. Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan Kaliy nitrat olish

Jihzlarning yuqori darajada korroziyalanishi va qo'shimcha mahsulotlar — HCl, Cl₂, NOCl ni tutib qolish va ishlatilishidagi qiyinchiliklar sababli sanoatda kam qo'llaniladigan bu usulda kamyob ishqor va ko'p miqdordagi bug' talab etiladi.

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

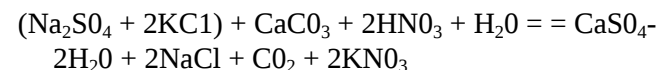


Nisbatan past haroratda (25-60°C) reaksiya (1) chapdan o'ngga boradi. Reaksiya (2) ning qaytarligi oson, past haroratda boshlanadi; 100°C haroratda muvozanat deyarli to'la NOCl va Cl₂ to-monga siljiydi.

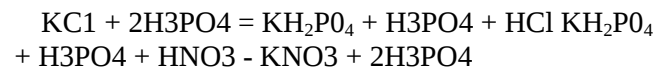
Nitrozil xlorid NOCl va xlorning xosil bo'lishi eritma konsentratsiyasi va haroratning ko'tarilishiga bog'liqdir. 30-40 %li nitrat kislota ishlatilganda va 60°C dan past haroratda azotning nitrozil xlorid tarzida yo'qotilishi unshalik ko'p bo'laaydi va xlor eritmada HCl shaklida to'planadi. Eritma sovutilganda undagi KNO₃ ning anchagina qismi ajralib chiqadi, qolgan eritma siklga qaytarilishi mumkin. Bunda undan vodorod xloridning haydalishi kerak. Haydalgan bug' xlorid kislota tarzida kondensatlanadi.

Reaksiya (1) bo'yicha KNO₃ olishni organik erituvshilar — butil, izoamil spirtlari va boshqalar muhitida amalga oshirilishi ham mumkin, bunda organik erituvchilar regeneratsiyalab turiladi.

KCl va nitrat kislotadan NOCl hosil qilinmagan holda ham KNO₃ olish usullari yaratilgan. Masalan, nisbatan (100°C dan) past haroratda suvli muhitda boradigan quyidagi reaksiya tenglama bilan ifodalanuvchi jarayondan foydalanish taklif etilgan:

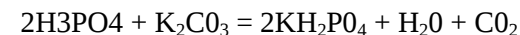


yoki 300-700°C haroratda kaliy xloridni dastlab ortiqcha miqdordagi fosfat kislota (HCl ni haydalishi) bilan parchalash, so'ngra fosfat kislotani jarayonga qaytarish orqali kaliy fosfatni nitratga konversiyalashni amalga oshirish mumkin:



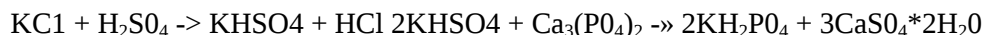
6.2. Kaliy orto- va metafosfatlar

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 ishqorining qimmatligi va kamyoblighi sababli bu usul mineral o'g'itlar sanoatida qo'llanilmaydi.

Kaliy xlorid, sulfat kislota va fosforit asosida ham monoka-liyfosfat olinishi mumkin. Shunday usullardan birida kaliy xlorid 200°C haroratda ortiqcha miqdordagi konsentrlangan sulfat kislota bilan aralashtiriladi — bunda HCl yo'qotiladi va kaliy gidrosul-fatning sulfat kislotadagi suspenziyasi olinadi; unda 70°C haroratda fosforitga ishlov beriladi:



Gips ajratiladi va suv bilan yuviladi, eritma esa 50-60 % KH_2PO_4 gacha bug'latiladi va unga metanol qo'shib, KH_2PO_4 kristallan-tiriladi. Qolgan eritmada metanolni uchirish va tarkibida ~54 % P_2O_5 bo'lgan fosfat kislota hosil qilish uchun distillatsiyalanadi 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 % K_2O ; 46% P_2O_5 ; 0,6 % Al; 0,6 % Fe; 1,5 % F; 3 % SO_4 -bo'ladi.

KH_2PO_4 ni 320°C da degidratatsiyalash natijasida, tarkibida 57-58 % P_2O_5 va ~38% K_2O bo'lgan kaliy metafosfat (KNP_3)n olinadi [nazariy jihatdan (KNP_3)n tarkibida 50,13 % P_2O_5 va 39,87 % K_2O bo'ladi]. Qizdirilgan massani sekin sovitish natijasida suvda erimaydigan shishasimon suyuqlanma olinadi; tez sovitish natijasida esa hosil qilingan mahsulot tarkibidagi bir qism P_2O_5 suvda eruvchan, qolgan qismi esa sitratli eritmada eruvchan bo'ladi. Kaliy metafosfatning suvda eruvchanligi uning fizik xolati (kristall mahsulot — Kurrol tuzi — shishasimon mahsulotga nisba-tan kam eruvchi) va tarkibi bilan aniqlanadi. Degidratlanish to'la bo'lmasa yoki degidratlanish turli xil qo'shimchalar (masalan, ishqoriy-er metallari xloridlari yoki sulfatlari, Fe_2O_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 qol-maydigan o'g'it hisoblanadi; u urug'lar uchun zaharli emas, uning eritmalarini ammoniylashtirilishi natijasida Kaliy va ammoniy fos-fatlarining aralashmasi olinishi mumkin.

Kaliy metafosfat kaliy xloridni fosfat kislota ($\sim 900^{\circ}\text{C}$) yoki fosfor (V)-oksid ($1000-1050^{\circ}\text{C}$) bilan yuqori haroratli parchalash orqali olinishi mumkin; bu jarayonlar yuqori energiya sig'imli va korroziyabardosh jihozlar qo'llanilishi bilan bog'liqdir. $60-70^{\circ}\text{C}$ haroratda kaliy xloridni tarkibida 23% P_2O_5 bo'lgan termik yoki ekstraktsion fosfat kislota parchalash orqali nisbatan arzon usulda kaliy metafosfat ishlab chiqarilishi ham mumkin. Hosil qilingan suspenziya ($\sim 56\% \text{N}_2\text{O}$) quritiladi, so'ngra esa $350-370^{\circ}\text{C}$ da qiz-diriladi. Sovitilishi natijasida tarkibida 54% P_2O_5 (sitratli eritmada eruvchan shakldagi), 35-39 % K_2O va 0,3 % xlor bo'lgan mahsulot olinadi. Gazli fazaga chiqadigan vodorod xloridni tutib qolinishi-natijasida 16-18 %li xlorid kislota hosil qilinadi, uning ishlatilish sohalarini topish muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Yanada yuqoriroq konsentratsiyali xlorid kislota kaliy xloridni bug'latilgan ($\sim 50\% \text{P}_2\text{O}_5$) ekstraktsion fosfat kislota ikki bosqichli parchalash orqali olinadi. Birinchi bosqichda $\sim 300^{\circ}\text{C}$ va ikkinshi bosqichda 700°C haroratda suyuqlanma olinadi, uni sovitish natijasida tarkibida 57% P_2O_5 , 35% K_2O bo'lgan mahsulot olinadi.