

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

M. Nyýazberdiýewa

**Mineral dökünleriň, duzlaryň
we aşgarlaryň himiki
tehnologiýasy dersi boýunça
meseleler toplumy**

(okuw gollanma)

Aşgabat – 2010

Sözbaşy

Bu okuw gollanma “Mineral dökünleriň, duzlaryň we aşgarlaryň himiki tehnologiýasy” dersi boýunça hasaplama işinde gollanma hökmünde ýokary okuw mekdepleriň talyplary üçin niýetlenýär. Gollanmanyň esasy niýeti – talyplara inženerçylyk hasaplamanyň endiklerini öwretmekdir.

Belli bolşy ýaly, tehnologik hasaplamalar prosesleriň amala aşyrylmagynyň fiziki – himiki kadalaryna esaslanyp, olaryň mukdar taýdan düşündirilmegine getirýär. Hasaplamalar reaksiýalaryň çykymyny we prosesleriň tizligini kesgitlemek, maddy we ýylylyk akymalaryň hasabyny, önümçilik düzgüniniň optimizasiýasyny, apparatlaryň ölçeglerini we sanyny, çig malyň harajatyny kesgitlemek we beýlekileri öz içine alýar. Şeýle hasaplamalaryň bir topary, mysal üçin, reaksiýalaryň deňagramlylygynyň nazary hasaplanylşy, tipiki apparatlaryň hasaplamalary umumy tehniki taýýarlykda öwrenildi. Şonuň üçin hödürlenýän okuw gollanmada önümçilik prosesleriň ýa-da olaryň aýratyn elementleriniň maddy we ýylylyk balanslary, şeýle hem tipiki apparatlara degişli bolmadyk bir näçesiniň hasaplamalary getirilýär. Hasaplamalar “Mineral dökünleriň, duzlaryň we aşgarlaryň himiki tehnologiýasy” dersiň okuw maksatnamasyna degişlilikde düzüldi. Okuw gollanma M. E. Pozinyň “Расчеты по технологии неорганических веществ” we beýleki okuw gollanmalaryň esasynda ýazylýdy.

I. Bap Organiki däl maddalaryň himiki tehnologiýasynda geçirilýän hasaplamalar.

I.1 Gaty materiallaryň düzümi we häsiýetnamasy.

Gaty maddalaryň we olaryň garyndylarynyň düzümini erginler üçin ulanylýan konsentrasiýalaryň birliklerinde hem kesgitlemek bolýar. Ýöne şol ýagdaýda göwrüm-massada, mol-göwrümde we göwrüm birliklerde aňlatmak oňaýly bolmaýar; şonuň üçin olary ulanmaýarlar.

Adatça gaty materiallaryň düzümini konsentrasiýalaryň şeýle birliklerinde aňladýarlar:

massa gatnaşyklarda (mas / mas) ýa-da ;

massa görterimlerde;

mol – massalarda (mol sanynyň massa birligine);

mollarda ;

atomlarda, ekwiwalentlerde.

Çig materiallaryň düzümini gury maddalara görä we tersine öwürmegi şeýle geçirýärler.

Belläli:

Pç we Pç1 - çig materiallyň aýratyn düzümi bölekleriniň saklanyş görterimi;

ç - berlen materiallyň çiglylygy, %.

Pç1 - çig materialda düzümi bölekleriniň umumy jemi, analiz boýunça, %

Pgur - gury materialyň aýratyn düzümi bölekleriniň gözlenýän ululygy, %.

Hasaplama üçin deňlemeler:

$$P_{gur} = \frac{100 P_{ç1}}{100 - ç}$$

$$P_{gur} = \frac{1002 \cdot P_{ç1}}{(100-ç) P_{ç1}}$$

$$P_{\text{ç}} = \frac{P_{\text{gur}}}{100 - \text{ç}} \cdot 100$$

I.1.1 Mesele

Gipsde (iki suwly kalsiý sulfatynda) suwuň we kalsiý sulfatynyň mukdaryny kesgitlemeli.

Çözüdi:

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – nyň 172 deň bolan molekulýar massasyny 100 % diýip kabul edýäris.

Suwly gipsde saklanýar, %:

$$\text{H}_2\text{O} \quad \frac{2 \cdot 18}{172} \cdot 100 = 20.93$$

$$\text{CaSO}_4 \quad \frac{136}{172} \cdot 100 = 79.07$$

I.1.2 Mesele

Natriý alýuminatynyň (Na Al_2) O_2 düzümine 1 kmoldan Na_2O we Al_2O_3 girýär. Natriý alýuminatynda Na_2O -nyň we Al_2O_3 massa görterimini kesgitlemeli:

Çözüdi:

Natriý alýuminatyň düzümi bölekleriniň molekulýar massalary:

$$\begin{array}{l} \text{Na}_2\text{O} - 62, \quad \text{Al}_2\text{O}_3 - 102 \\ \text{Na}_2\text{O} \quad \frac{62}{62+102} \cdot 100 = \frac{62}{164} \cdot 100 = 37,8 \, \% \\ \text{Al}_2\text{O}_3 \quad \frac{102}{62+102} \cdot 100 = \frac{102}{164} \cdot 100 = 62,2 \, \% \end{array}$$

I.1.3 Mesele

Apatit – nefelin magdanynda (analiz boýunça) P_2O_5 -ň 20,6 % we Al_2O_3 -ň 8% saklanýar. Eger apatityň formulasyny $Ca_5(PO_4)_3F$, nefelinyňkyny bolsa $Na_2O \cdot K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ we magdanda P_2O_5 apatit görnüşinde, Al_2O_3 bolsa nefelin görnüşinde saklanýar diýip kabul edilse, onda magdanda saklanýan apatityň we nefelinyň mukdarlaryny hasaplamaly:

Çözüdi:

100 kg magdanda saklanýar, kg:

$$\begin{aligned} & \frac{504 \cdot 20,6}{1,5 \cdot 42} = 48,7 \text{ (48,7 \%)} \\ & \frac{498,3 \cdot 8}{101} = 39,1 \text{ kg (39,1\%)} \end{aligned}$$

bu ýerde 504, 142, 498,3 we 101 degişlilikde apatityň, P_2O_5 -ň, nefelinyň we Al_2O_3 -ň molekulýar massalary

100 kg magdanda beýleki saklanýan bölekler :

$$100 - 48,7 - 39,1 = 12,2 \text{ kg}$$

I.1.4 Mesele

Çig magnezityň düzümi : 0,08% SiO_2 ; 0,01% Fe_2O_3 ; 40,16% MgO ; 0,36% CaO ;

6,24% H_2O . Köýdürilende ýüze çykýan ýitgiler – 53,18% ($\Sigma=100,03\%$).

Berlen düzümi suwsyz ýagdaýa görä hasaplamaly.

$$Pgury = \frac{1002 \cdot Pw}{(100-w) \cdot \Sigma P1w} \text{ deňlemä laýyklykda}$$

bu ýerde $P1w$ – çig materiallarda aýratyn düzümleriň saklanýşy, % w – çyglylyk

Çözüldi:

$$\text{SiO}_2 \frac{1002 \cdot 0,08}{(100-6,24) \cdot 100,03} = 0,09 \%$$

$$\text{CaO} \frac{1002 \cdot 0,36}{(100-6,24) \cdot 100,03} = 0,38\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \frac{1002 \cdot 0,01}{(100-6,24) \cdot 100,03} = 0,01\%$$

$$\text{MgO} \frac{1002 \cdot 40,16}{(100-6,24) \cdot 100,03} = 42,82\%$$

Köydürilende ýüze çykýan ýitgiler

$$\frac{1002 \cdot 53,18}{(100-6,24) \cdot 100,03} = 56,70\% \quad \Sigma = 100\%$$

I.2 Stehiometriki hasaplamalar.

Maddalaryň himiki üýtgemegi bilen amala aşyrylýan tehnologik prosesleriň hasaplamalary düzüm hemişeligi (постоянство состава) we galyndysyz gatnaşygy (кратные отношения) ýaly stehiometriki kanunlara esaslanýar.

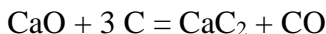
Düzüm hemişeligi kanunyna görä, islendik madda, emele geliş usulyna seredilmezden, hemişelik takyk düzüme eýedir. Galyndysyz gatnaşyklar kanuny boýunça ýönekeý ýa-da çylşyrymly maddanyň emele gelmeginde onuň molekulasyňa elementler atom nassalarynyň deň ýa-da galyndysyz bölünýän mukdarlarynda girýärler.

I.2.1 Mesele

Düzüminde 90% CaC_2 – bolan kalsiý karbidyň önümçiliginiň harçlanyş koefisiýentlerini hasaplamaly. Önümçilik üçin ulanylýan çig mal: hek (85% CaO); kömür (96% uglerod).

Çözüdi:

Kalsiý karbidynyň önümçiligi şeýle deňleme boýunça aňladylýar:



Şert boýunça 1 tonna önümde 900 kg CaC_2 saklanýar. 900 kg CaC_2 -ň emele gelmegi üçin alynmaly CaO -ň mukdary:

$$\frac{900 \cdot 56}{64} = 787,5 \text{ kg}$$

bu ýerde 56 we 64 – degişlilikde CaO -ň we CaC_2 -ň molekulýar massalary.

Hekiň arassalygyny göz önünde tutup iş ýüzündäki harçlanyş koefisiýenti;

$$\frac{787,5}{0,85} = 926,47 \text{ kg}$$

900kg CaC_2 -ň emele gelmegine zerur bolan uglerodyň mukdary:

$$\frac{900 \cdot 3 \cdot 12}{64} = 506,25 \text{ kg}$$

Alynýan kömüriň harçlanyş koefisiýenti:

$$\frac{506,25}{0,96} = 527,34 \text{ kg}$$

Diýmek 1 tonna kalsiý karbidyny öndürmek üçin 926,47 kg hek we 527,34 kg kömür gerekdir.

I.2.2 Mesele

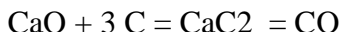
Düzüminde (mas.%) CaC_2 - 78, CaO - 15, C -3, beýleki garyndylar – 4 bolan kalsiý karbidynyň önümçiliginde hekiň we kömüriň harçlanma koefisiýentlerini hasaplamaly.

Hekde 95,5% CaO ; kömürde 4% kül, 4% üçyjy maddalar we 3% çyglylyk saklanýar.

Hasaplamany 1 t tehniki önüme görä geçirmeli.

Çözüdi:

Kalsiý karbidynyň alnyşynda şeýle himiki reaksiýa geçýär:



1 tonna önümde 0,78 t CaC_2 saklanýar.

Hekiň (CaO) harçlanyşy (t):

Stehiometrik gatnaşyk boýunça

CaO - CaC_2

56 - 64

$$x \quad 0,78 \quad x = \frac{56 \cdot 0,78}{64} = 0,682 \text{ t CaO}$$

bu ýerde 56 we 64 - degişlilikde CaO -ň we CaC_2 -ň molekulýar massalary.

Reagirleşmedik CaO :

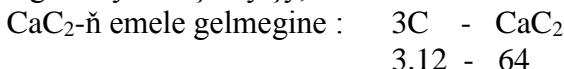
$$1 \cdot 0,15 = 0,15 \text{ t CaO}$$

Jemi: $0,682 + 0,15 = 0,832 \text{ t CaO}$

Ulanylýan tehniki hek boýunça

$$\frac{0,832}{0,955} = 0,871 \text{ t}$$

Uglerodyň harçlanylşy, t:



$$x \quad - \quad 0,78$$

$$x = \frac{3 \cdot 12 \cdot 0,78}{64} = 0,44 \text{ t}$$

bu ýerde :12 we 64 – degişlilikde C-ň we CaC_2 -ň molekulýar massalary

Reagirleşmedik uglerod:

$$1 \cdot 0,03 = 0,03 \text{ t}$$

Jemi: $0,44 + 0,03 = 0,47$

Kömürde saklanýan uglerodyň mukdary:

$$100 - (4 + 4 + 3) = 89\%$$

Diýmek kömüriň harçlanylşy:

$$\frac{0,47}{0,89} = 0,53 \text{ t.}$$

I.2.3 Mesele

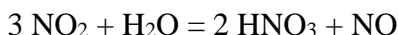
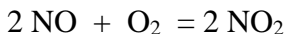
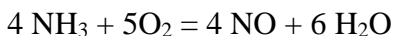
Ýylda 100000 t azot kislotasyny öndürmek üçin gerek bolan ammiagyň mukdaryny we ammiagyň okislenmegine harçlanýan howany kesgitlemeli. Şeh ýylda 355 gün işleýär, azotyň oksidiniň çykymy 0,97, absorbsiýanyň derejesi 0,92, gury ammiakly howanyň garyndysynda ammiagyň saklanylşy 7,13 % (mass).

Çözüdi:

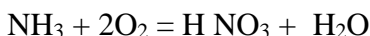
Ammiakdan azot kislotasynyň alynmagynda ammiagyň okislenmegi birinji tapgyr bolup durýar. Bu usul boýunça ammiak howanyň kislorody bilen platina katalizatoryň gatnaşmagynda 800 – 9000 C-de azotyň oksidlerine çenli

okislendirilýär. Soňra azotyň dioksidiny suwa siňdirip azot kislotasyny alýarlar.

Prosesiň geçişini aşakdaky deňlemeler bilen şekillendirmek bolýar:



Maddy hasaplamalarda bu tapgyrlaryň jemleýji deňlemesini ulanmak bolýar, ýagny:



Okislenme we absorbsiýa derejelerini hasaba alyp 100000 t H NO₃-i öndürmek üçin ammiagyň mukdary:

$$\frac{100000 \cdot 17}{(63 \cdot 0,97 \cdot 0,92)} = 30\,238 \text{ t}$$

bu ýerde : 17 - NH₃-ň molekulýar massasy;

63 – HNO₃-ň molekulýar massasy

Ammiagyň harçlanylşy:

$$\frac{1000 \cdot 30238}{355 \cdot 24} = 3550 \text{ kg/sag}$$

$$\text{ýa-da} \quad \frac{3550 \cdot 22,4}{17} = 4678 \text{ m}^3/\text{sag}.$$

Okislenmä harçlanýan howa (ammiakly-howa garyndynyň düzüminde):

$$\frac{4678 (100 - 7,3)}{7,3} = 36000 \text{ m}^3$$

bu ýerde 7,3 – ammiagyň garyndyda saklanylşy.

Göwrüm göterimde:

$$\frac{(7,13/17) \cdot 100}{(7,13/17) + (92,87/29,0)} = 11,6 \%(\text{göw.})$$

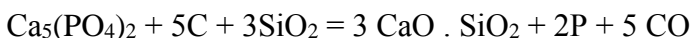
Özbaşdak işlemek üçin mysallar.

1. Duzly – sulfat önümçiligi üçin (1t Na₂SO₄ boýunça) harçlanma koeffisiýentlerini hasaplamaly. Önümçilikde ulanylýan nahar duzynda 97% NaCl, kuporos ýagynda 93% H₂SO₄ saklanýar. NaCl-ň dargama derejesi 93%. Önümçilikde emele gelýän hlorwodorodyň mukdaryny kesgitlemeli.

2. 1 t hek daşy ýakylanda 168 m³ uglerodyň dioksidi emele gelýär. Hek daşyň düzüminde 94 % Ca CO₃ bar. Hek daşyň dargama derejesini we 1000 m³ CO₂ emele gelmegi üçin hek daşyň harajatyny kesgitlemeli.

3. 1t superfosfaty öndürmek üçin zerur bolan, düzüminde 72% üçkalsiý fosfaty Ca₃(PO₄)₂ saklaýan, apatityň mukdaryny kesgitlemeli. Taýar önümde 19,4% P₂O₅ saklanýar, önümçilikde onuň ýitgisi 2% deň.

4. Fosforit konsentratyndan 1t fosfory dikeltmek üçin reagentleriň harajatyny hasaplamaly. Prosesiň geçiş ýoly



deňleme bilen şekillendirilýär.

Konsentratyň düzüminde 25% P₂O₅ saklanýar. Koksda 94,5% uglerod bar. Fosforyň dikeltme derejesi 0,85.

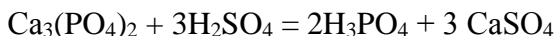
5. Düzüminde 92% CaC₂ saklanýan kalsiý karbidini öndürmek üçin önümçiligiň harçlanma koeffisiýentlerini kesgitlemeli. Çig mal hökmünde ulanylýan kömürde 96% uglerod bar. Hek 85% CaO saklaýar.

6. 1t 30%-li duz kislotasynyň sulfat usuly bilen alynmagynyň teoretiki harçlanyş koeffisiýentlerini hasaplamaly.

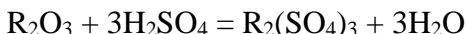
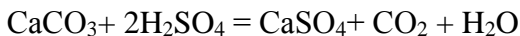
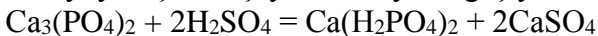
7. Eger başda alynan maddalar: 55%-li fosfor kislotasy, 98%-li ammiak, 2% çyglylyk bolanda, 1t ammoniý fosfatynyň $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ önümçiligi üçin çig-malyň harçlanyş koeffisiýentlerini kesgitlemeli.

8. Eger kükürtli kolçedan magdanynda kükürdiň mukdary 45%, çydlylygy 1,5%, kolçedany ýakmak üçin iberilýän howanyň artykmaçlygy 1,5 esse bolsa, onda 1 t kükürt oksidi üçin harçlanyş koeffisiýentini kesgitlemeli.

9. Düzüminde 70% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bolan fosforitden fosfor kislotasyny öndürmek üçin gerek bolan 70%-li H_2SO_4 -ň massa mukdaryny hasaplamaly. Prosesiň himiki reaksiýasynyň deňlemesi:



10. Fosforit kükürt kislotasy bilen dargadylanda superfosfat alynýar. Şonda şeýle reaksiýalar geçiýär:



Eger fosfatyň düzüminde 25,5% P_2O_5 , 4,1% CO_2 we 5,9% R_2O_3 saklansa, onda bu prosesde kükürt kislotasynyň harajatyny hasaplamaly.

I.3 Maddy balansyň esaslary.

Ýokarda bellänimize görä, islendik tehnologik prosesin ýa-da onuň bölüminiň maddy balansy maddanyň massasynyň saklanma kanunyna esaslanyp düzülýär

$$\Sigma \text{ mbaş} = \Sigma \text{ maks} \quad (2)$$

bu ýerde $\Sigma \text{ mbaş}$ - prosese girizilýän maddalaryň massasynyň jemi.

$\Sigma \text{ maks}$ - emele gelýän önümleriň massasynyň jemi.

Şeýlelikde, eger haýsy bolsa-da bir apparata ýa-da tehnologik bölüme A maddanyň mA kg, B maddanyň mB kg we s.m.

iberilse, himiki gaýtadan işlenmeginiň netijesinde bolsa C önümiň m_C kg, D önümiň m_D kg we s.m. emele gelse (appatdan çykarylýsa), şeýle hem önümlerde başlangyç A,B maddalaryň m_{1A} , m_{1B} we s/m/ galsa onda olaryň arasynda deňagramlylyk saklanmalydyr, ýagny

$$m_A + m_B + \dots = m_C + m_D + \dots + m_{1A} + m_{1B} + \dots + \Delta m \quad (3)$$

bu ýerde m –önümçilikde ýüze çykýan önümiň ýitgileri

Reaksiýa gatnaşýan maddalar, emele gelýän önümler ýa-da aýratyn himiki elementler boýunça edilen hasaplamalaryň netijelerini adaty maddy balansyň tablisasyna toplaýarlar.

Maddy balansyň tipiki tablisasy (reagirleşýän maddalaryň umumy massasyna göre)

Tabl. 1

Giriş		Çykyş	
Girizilýän maddalar	Mukdary, kg	Çykarylýän maddalar	Mukdary, kg
A maddasy	m_A	A maddasynyň galyndyşy	m_{1A}
B maddasy	m_B	B maddasynyň galyndyşy	m_{1B}
		C önümi	m_C
		D önümi	m_D
		Önümçilik ýitgileri	Δm
Jemi:	m	Jemi:	m

Şertlere laýyklynda maddy balans çig malyň ýa-da önümiň birliginde (1 kg, 1 kmol we s.m.) ýa-da 100 birliginde (100 kg we s.m.), ýa-da 1000 birliginde (1000 kg we s.m.)bolmaly. Köplenç balans massa akymynyň wagt birligi (adaty kg/sag)ýa-da apparada iberilýän akymyň bütinligi boýunça düzülýär.

I.3.1 Mesele

Ammiak selitrasynyň 56% - li ergininiň 9200 kg bugartma prosesine iberilýär. Bugardylandan soň NH_4NO_3 – ñ 96% - li ergininden 5350 kg emele gelyär. Bugartma prosesiniň maddy balansyny düzmeli.

Çözüdi:

Bugardyjy apparata 9200kg ammiak selitrasynyň 9200kg girižilýär. Prosesden çykarylýan bölümi aşakdakylardan ybaratdyr:

- a) ammiakly selitrasynyň bugardylan ergininiň 5350kg mukdary;
- b) erginden bölünip aýrylýan bugyň (ikilenji bug)mukdary;
- ç) apparada girizilýan erginiň we bugardylan erginiň, hemde ikilenji bugyn mukdarlarynyň tapawudyndan hasaplanýan önümçilik ýitgileri.

Bugardyjy apparatda ammiakly selitrasynyň ergininden aýrylýan bugunyň mukdaryny hasaplaýaryş (kg).

Bugardylmaga berilýän 56%-li selitranyň ergininde saklanýan suwuň mukdary:

$$9200 \cdot (1 - 0,56) = 4048 \text{ kg}$$

Bugardyjy apparatdan çykarylýan bugardylan erginiň düzümindäki suwuň mukdary:

$$5350 \cdot (1 - 0,96) = 214 \text{ kg}$$

Ikilenji bug görnüşinde erginden aýrylýan suwuň mukdary:

$$4048 - 214 = 3834 \text{ kg}$$

önümçilik ýitgileri:

$$9200 - 9184 = 16 \text{ kg}$$

Hasaplamalaryň netijeleriniň esasynda maddy balansyň tablisasyny düzýäris.

Ammiakly selitranyň bugardylma prosesiniň maddy balansy: Tabl. 2

Giriş		Çykyş	
Girizilýän maddalar	Mukdary, kg	Çykarylýän maddalar	Mukdary, kg
Bugardylmadyk ammiakly selitrasynyň 56%-li ergini	9200	Bugardylan ergin(96%-li) Ikilenji bug Önümçilik ýitgileri	5350 3834 16
Jemi:	9200	Jemi:	9200

I.3.2 Mesele

Kristallaşdyrma prosesinde kükürtturşy misiň (CuSO_4) ergini 1000 dan 20°C çenli sowadylýar. Şonda 1kg başlandyç erginden emele gelyän mis kuporosynyň ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mukdaryny kesgitlemeli. 100°C kükürtturşy misiň 100gr suwda ereýjiligi 75 gr, 20°C -de bolsa 20,7 gr deňdir.

Çözüdi:

Başlangyç CuSO_4 -ň 1 kg ergininden emele gelyän mis kuporosynyň massasyny “M” kg diýip belläli. Onda enelik ergininiň massasy (1-m) kg bolar.

Kükürtturşy misiň başlangyç konsentrasıyasy:

$$C_{baş} = \frac{75 \cdot 100}{75 + 100} = 42,86\%$$

Kükürtturşy misiň ahyrky konsentrasuıyasy:

$$C_{ahyr} = \frac{20,7 \cdot 100}{20,7 + 100} = 17,15\%$$

Kristallaşdyrma prosesine iberilýän we ondan çykarylýan bölekleriň hasaplamalary.

Giriş.

1kg başlangyç ergininde 100°C -de saklanýan CuSO_4 -ň massasy: 0,4286kg

Çykyş.

Emele gelen mis kuporosyň düzüminde saklanýan CuSO_4 -ň massasy:

$$\frac{159 \cdot m}{249}$$

bu erde 159 - CuSO_4 -ň molekulýar massasy
249 - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ň molekulýar massasy

Enelik ergininde 20°C -da CuSO_4 -ň massasy

$$0,1715(1-m)\text{kg}$$

Şeýlelikde

$$0,4286 = \frac{159 \cdot m}{249} + 0,1715 (1-m)$$

Diýmek, $m = 0,55 \text{ kg}$

Mis kuporosynyň kristallaşdyrma prosesiniň maddy balansy Tabl. 3

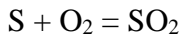
Giriş		Çykyş	
CuSO_4 ergini (100°C -de)	1kg	Mis kuporosy enelik ergini	Mukdary,kg
			0,55
			0,45
Jemi:	1kg	Jemi:	1kg

I.3.3 Mesele

Öndürijiligi gije – gündizde 60 tonna bolan kükürt ýakylýan peçň maddy balansyny düzmeli. Kükürdiň okislenme derejesi 0,95 (galan kükürt uçýar we peçň daşynda ýanýar). Howanyň artykmaçlyk koeffisienti $x = 1,5$. Hasaplanmany ýakylýan kükürt boýunça peçň kg/sag-ky öndürijiligine görä geçirmeli.

Çözüdi :

Kükürdiň ýakylma prosesiniň deňlemesi:



Peçin kg/sag-ky öndüriligi:

$$60 \cdot 103/24 = 2500 \text{ kg/sag}$$

Kükürdiň massasy:

a) SO₂ çenli okislenen

$$2500 \cdot 0,95 = 2375 \text{ kg}$$

b) Okislenmedik SO₂

$$2500 - 2375 = 125 \text{ kg}$$

Okislenmede harçlanýan kislorod:

$$2375 \cdot 22,4/32 = 1663 \text{ m}^3$$

Kislorodyň artykmaçlygyny hasaba alnanda

$$1663 \cdot 1,5 = 2495 \text{ m}^3$$

$$\text{ýa-da } 2495 \cdot 32/22,4 = 3560 \text{ kg}$$

kislorod bilen girizilýän azot:

$$2495 \cdot 79/21 = 9380 \text{ m}^3$$

$$\text{ýa-da } 9380 \cdot 28/22,4 = 11700 \text{ kg}$$

bu ýerde 79;21 – degişlilikde howanyň düzüminde saklanýan azotyň we kislorodyň mukdary; 28 – azotyň molekulýar massasy

Reaksiýa boýunça emele gelýän SO₂

$$2375 \cdot 64/32 = 4750 \text{ kg}$$

$$\text{ýa-da } 4750 \cdot 22,4/64 = 1663 \text{ m}^3$$

Reaksiýada harçlanman galan kislorod

$$1663 \cdot 0,5 = 832 \text{ m}^3$$

$$\text{ýa-da } 832 \cdot 32/22,4 = 1185 \text{ kg}$$

Peçiň maddy balansynyň tablisasy

Tabl. 4

Giriş	kg	m ³	Çykyş	kg	m ³
S	2500		S	125	
O ₂	3560	2495	SO ₂	4750	1663
			O ₂	1185	831
N ₂	11700	9380	N ₂	11700	9380
Jemi	17760	11875	Jemi	17760	11874

I.3.4 Mesele

Bir tonna azot kilotasy boýunça ammiagyň okislenme bölümini maddy balansyny düzmeli.

NH₃-ň NO çenli okislenme derejesi – 0,97, N₂ çenlisi – 0,03, NO-dan NO₂ çenlisi – 1,0 Absorbsiýa derejesi – 0,92. Gury ammiakly howa garyndysynda ammiagyň saklanylşy 7,13 % (göwr.)

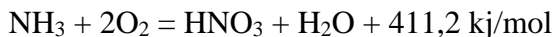
Howa suw bugy bilen 30⁰C-de doýgunlaşýar.

Otnositel çyglylyk 80 %.

Çözüdi:

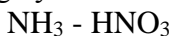
Howadaky kislorod bilen ammiak okislendirilende azot kislotasyny alýarlar, emele gelýän azodyň oksidlerini bolsa soňra gaýtadan işleýärler.

Ammiakdan azot kislotasynyň önümçiligi şeýle deňlemä esaslanýar:



Ammiagyň azotyň oksidine çenli okislenmegi platinanyň ýa-da oksid katalizatoryň üstünde geçýär. Soňra azotyň oksidi giokside çenli okislendirilýär we soňky suw bilen azot kislotasynda siňdirilýär.

Deňlemä laýyklykda 1 kmol NH₃ – dan 1 kmol HNO₃ emele gelýär. 1 tonna HNO₃ öndürmek üçin zerur bolan NH₃:



17 63

$$x \quad 1 \quad x = \frac{17 \cdot 1}{63} = 0,27 t NH_3$$

Okislenme derejani we absorbsiýa derejesini nazara alyp:

$$\frac{0,27}{0,97 \cdot 0,92} = 0,302 t = 302 \text{ kg}$$

$$ýa - da \frac{302 \cdot 22,4}{17} = 398 \text{ m}^3$$

1 tonna HNO_3 - e harçlanýan howa:

ammiakly – howa garyndysynda howanyň saklanylyşy

$$100 - 7,13 = 92,87\%$$

Diýmek, $302 \cdot 92,87 = 28046,74 \text{ kg}$

$$ýa - da \frac{28046,74 \cdot 22,4}{29} = 21664 \text{ m}^3$$

bu ýerde 29 – howanyň molekulýar massasy.

Şol sanda

$$O_2 \frac{21664 \cdot 21}{100} = 4549,4 \text{ m}^3$$

$$ýa - da \frac{4549,4 \cdot 32}{22,4} = 6499,2 \text{ kg}$$

$$N_2 \frac{21664 \cdot 79}{100} = 17114,5 \text{ m}^3$$

$$ýa - da \frac{17114,5 \cdot 28}{22,4} = 21393,2 \text{ kg}$$

Prosesse 21664 m^3 gury gaz berilýär. Suw bugynyň parsial basyşy 30°C -de we 80% otnositel çyglylykda $0,8 \cdot 4,22 \cdot 10^3 = 3,38 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ deňdir. (bu ýerde $4,22 \cdot 10^3$ - 30°C -de suw bugynyň basyşy).

Gazyň we suwuň berliş mukdary:

$$\frac{21664 \cdot 3,38 \cdot 10^3}{[(101 - 3,38) \cdot 10^3]} = 742,5 m^3$$
$$ýa - da \frac{742,5 \cdot 18}{22,4} = 596,64 kg$$

Emele gelýän azot oksidiniň mukdary:

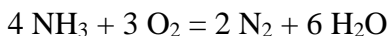
$$4 NH_3 + 5 O_2 = NO + 6 H_2O$$
$$398 \cdot 0,97 = 386,06 m^3$$
$$ýa - da \frac{386,06 \cdot 30}{22,4} = 517,04 kg$$

bu ýerde 30 – NO-nyň molekulýar massasy
Reaksiýa boýunça emele gelýän suw:

$$\frac{386,06 \cdot 6}{4} = 579,09 m^3$$
$$ýa - da \frac{579,09 \cdot 18}{22,4} = 465,34 kg.$$

Reaksiýada harçlanýan kislorodyň mukdary:

$$\frac{386,06 \cdot 5}{4} = 482,53 m^3$$
$$ýa - da \frac{482,53 \cdot 32}{22,4} = 689,39$$



reaksiýa boýunça emele gelýän

$$azot \frac{386,06 \cdot 0,03}{4} = 5,79 m^3$$
$$ýa - da \frac{5,79 \cdot 28}{22,4} = 7,24 kg$$

$$suw \frac{386,06 \cdot 6 \cdot 0,03}{4} = 17,37 m^3$$

$$ýa - da \frac{17,37 \cdot 18}{22,4} = 13,96 kg.$$

$$harçlanýan kislorod \frac{386,06 \cdot 3 \cdot 0,03}{4} = 8,69 m^3$$

$$ýa - da \frac{8,69 \cdot 32}{22,4} = 12,41 kg$$

Nitrozaly gazlaryň düzümi:

	kg	m ³
NO	517,04	386,06
O ₂	6499,2 – 459,6 – 12,41	= 6027,19
N ₂	21393,2 + 7,24	= 21400,47
H ₂ O	465,94 + 596,64 + 13,96	= 1076,5

Jemi: 29021,21

1 tonna HNO₃ boýunça maddy balansyň tablisasy: Tabl. 5

Giriş	kg	Çykyş	kg
Ammiakly howa garyndysy:		Nitrozaly gazlar:	
NH ₃	302	NO	517,04
O ₂	6499,22	N ₂	21400,47
N ₂	21393,2	O ₂	6027,19
H ₂ O	596,64	H ₂ O	1076,5
Jemi	28791,06	Jemi	29021,2

$$\text{Otnositel ýalňyşlyk: } \frac{29021,2 - 28791,06}{29021,2} \cdot 100 = 0,83\%$$

I.3.5 Mesele

Etilenýň howa bilen göni katalitiki okislenmeginde etilenýň oksidynyň önümçiliginiň maddy balansyny düzmeli.

Başlangyç gaz garyndysynyň düzümi, %: etilen – 3, howa – 97. Etilenyň okislenme derejesi 0,5. Hasap 1t etilenyň oksidi boýunça geçirmeli.

Çözüldi:

Etilenyň oksidi – dürli sintezleriň wajyp ýarym önümleriniň biri. Diýeli etilenglikolyň, lak eredijileriniň, plastifikatorlaryň, etanolaminleriň, emulgirleýji we ýuwujy serişdeleriň emele gelme sintezlerinde etilenyň oksidi ulanylýar.

Oksid etilenyň alynmagynyň iki usuly ulanylýar:

1. Etilenyň gipohlorirlenmeginde etilenhlorgidridyndan hlorly wodorodynyň bölüp aýrylmagy.

2. Etilenyň göni katalitiki okislenmegi. Howa bilen etilenyň garyndysy kümüş katalizatoryň üstünden 250-280°C temperaturada geçirilende etilenyň oksidy emele gelýär



Ony gaz garyndysyndan suwly absorbsiýa bilen çykarýarlar; galyndy gazy 2-nji kontakt apparatyna iberýärler. 1tn etilenyň oksidini almak üçin reaksiýa boýunça harçlanýan etilenyň mukdary:

$$\frac{28 \cdot 1000}{44} = 640 \text{ kg}$$

Okislenme derejesini hasaba almak bilen:

$$\frac{640}{0,5} = 1280 \text{ kg ýa-da } \frac{1280 \cdot 22,4}{28} = 1020 \text{ m}^3$$

Etilen howa garyndysynda howanyň göwrümi

$$\frac{1020 \cdot 97}{3} = 33000 \text{ m}^3$$

şol sanda kislorodyň göwrümi: $32923,1 \cdot 0,21 = 6913,8 \text{ m}^3$ ýa-da

$$\frac{6800 \cdot 32}{22,4} = 9700 \text{ kg.}$$

azotyň göwrümi: $32929,1 \cdot 0,79 = 26009,2 \text{ m}^3$ ýa-da

$$\frac{26009,2 \cdot 28}{22,4} = 32511,6 \text{ kg.}$$

Okislenmäge harçlanan kislorod:

$$\frac{1018,2 \cdot 0,5}{2} = 254,5 \text{ m}^3$$

Okislenme önümlerinde kislorodyň mukdary:

$$6913,8 - 2545 = 6559,3 \text{ m}^3 \text{ ýa-da}$$

$$\frac{6545 \cdot 32}{22,4} = 9543,2 \text{ kg}$$

1 tn etilenyň oksidi boýunça maddy balansyň tablisasy: Tabl. 6

Giriş	kg	m³	Çykyş	kg	m³
Etilen	1280	1020	Etilenyň oksidi	1000	510
Kislorod	9700	6800	Etilen	640	510
Azot	32,500	26200	Kislorod	9340	6545
			Azot	32500	26200
Jemi:	43480	34020	Jemi:	43480	33765

I.3.6 Mesele

Portland sement üçin sementli klinkeryň önümçiliginde ulanylýan peçiniň maddy balansyny düzmeli. (1 tn klinker boýunça).

Şihtanyň düzümine girýän komponentler: gurluşyk toýun – 20% we hek daşy 80%.

Çig malyň düzümi, % : gurluşyk toýun – SiO₂ 72, Al₂O₃ – 16,0

Fe_2O_3 – 7,0, K_2O – 1,7, Na_2O – 3,3; hek daşy – CaCO_3 – 95, garyndy – 5.

Çözüdi:

Portland sement – ýokary mehaniki durnukly, suw siňdirmeyän, sowyga çydamly iň ýaýran gidrawliki berkidiji maddalaryň biri.

Portland sementiň bu häsiýetleri klinkeryň düzümine girýän, sementiň esasy bolýan, oksidleriň arasyndaky gatnaşygy bilen kesgitlenýär. Şihtanyň maýdalan, ykjam garylan komponentleri klinkery emele getirmek üçin aýlanýan peçlerde ýakylýar. Çig malyň çyglylygy aýrylandan soň toýunyň düzümine girýän minerallaryň degidratasiýasy geçýär (takmyn 500CC -da), soňra kalsiý oksidiniň emele gelmegi bilen hek daşyň dissosiasiýasy, ýagny $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ geçýär. Ol toýunyň komponentleri bilen reagirleşip kalsiý silikatlaryny we beýleki birleşmeleri ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ we $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) emele getirýär. Klinkeryň emele gelmegi 1400-1450⁰ C tamamlanýar, we şihpanyň tutluşmagy bilen gutarýar.

Toýyn we hek daşyň berlen gatnaşygyny nazara alyp şihpa girýän komponentleriň mukdaryny we emele gelýän klinkeryň düzümini kesgitlemeli (100 kg şihpa boýunça)

a) Şihtanyň düzümi, %.

Klinkeryň düzümi, kg.

$$\text{CaCO}_3 \ 80 \cdot 0,95 = 76,0$$

CaO

$$\frac{76 \cdot 56}{100} = 43$$

$$\text{SiO}_2 \ 20 \cdot 0,72 = 14,4 \qquad 14,4$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \ 20 \cdot 0,16 = 3,2 \qquad 3,2$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \ 20 \cdot 0,07 = 1,4 \qquad 1,4$$

$$\text{K}_2\text{O} \ 20 \cdot 0,017 = 0,34 \qquad 0,34$$

$$\text{Na}_2\text{O} \ 20 \cdot 0,033 = 0,66 \qquad 0,66$$

$$\text{garyndy} \ 80 \cdot 0,05 = 4,00 \qquad 4,00$$

Σ 100%

Σ 67,0 kg.

Klinkeryň düzümi, % mas.

$$CaO = \frac{43 \cdot 100}{67} = 64,2 \quad 64,2$$

$$SiO_2 \quad 21,5$$

$$Al_2O_3 \quad 4,71$$

$$Fe_2O_3 \quad 2,08$$

$$K_2O \quad 0,51$$

$$Na_2O \quad 1,00$$

$$\text{garyndy} \quad 6,00$$

$$\text{Jemi:} \quad 100\%$$

1 tn klinkery almak üçin çig – malyň harçlanyşy.

a) kalsiý karbonatynyň : $642 \cdot 100/56 = 1170\text{kg}$.

b) hek daşy $1170/0,05 = 1230\text{kg}$

ç) garyndy ş.s. $1230 - 1170 = 60\text{kg}$

e) toýun: 215kg SiO_2 ; 47,1 Al_2O_3 , 20,8kg Fe_2O_3
5,1kg K_2O , 10kg Na_2O (Jemi 298kg)

1 tn klinker emele gelende: bölünip çykýan uglerodyň ikili oksidi

$$\frac{33 \cdot 1000}{67} = 528\text{kg}$$

1 tn sement klinkeryny çykarýan peçň maddy balansy. Tabl. 7

Giriş	kg	Çykyş	kg
hek daşy:		klinker:	1000
$CaCO_3$	1170	CaO	642,0
garyndy	60	SiO_2	215,0
Gurluşyk laý:		Al_2O_3	47,1
SiO_2	215,0	Fe_2O_3	20,8
Al_2O_3	47,1	K_2O	5,1
Fe_2O_3	20,8	Na_2O	10,0
K_2O	5,1	garyndy	60,0

Na ₂ O	10,0	CO ₂	528,0
Jemi	1528,0	Jemi	1528,0

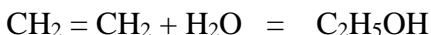
I.3.7 Mesele

Etilenýň göni gidratasiýasynda etil spirtiniň önümçiliginiň ýönekeýleşdirilen maddy balansyny düzmeli. Başlangyç bugly gaz garyndysynyň düzümi (göwrümi boýunça, %): etilen 60 suw bugy – 40. Etilenýň gidratasiýa derejesi – 5%. Hasaplamany 1t etil spirti boýunça geçirmeli. Ugurdaş reaksiýalaryny we basyşy hasaba almaly däl.

Çözüldi:

Etilenýň göni gidratasiýasynda etil spirtiniň alynmagy 560k we 80 · 105 Pa amala aşyrylýar.

Proses şeýle reaksiýa boýunça geçýär:



Giriş.

Reaksiýa boýunça harçlanýar etilen:

28 – 46

x - 1000

$$x = \frac{28 \cdot 1000}{46} = 608,7 \text{ kg}$$

Gidratasiýa derejesini hasaba almak bilen etilenýň hakyky harçlanyşy:

$$\frac{608,7}{0,05} = 12173,9 \text{ kg ýa-da } \frac{12173,9 \cdot 22,4}{28} = 9739,13 \text{ m}^3$$

Bugly gaz garyndysynda suw bugynyň göwrümini tapaly:

40 – 60

X - 9739,13

$$x = \frac{40 \cdot 9739,13}{60} = 6492,75 \text{ m}^3 \text{ ýa-da } \frac{6492,75 \cdot 18}{22,4} = 5217,39 \text{ kg}$$

Çykyş.

Gidratasiýa harçlanýan suw bugynyň mukdary:

$$9739,13 \cdot 0,05 = 486,96 \text{ m}^3$$

Suw bugynyň artykmaçlygy (proskok)

$$6492,75 - 486,96 = 6005,79 \text{ m}^3 \text{ ýa-da } \frac{6005,79 \cdot 18}{22,4} = 4826,08 \text{ kg}$$

Reagirleşmedik etileniň massasy:

$$12173,9 - 608,7 = 11565,2 \text{ kg ýa-da } \frac{11565,2 \cdot 22,4}{28} = 9252,16 \text{ m}^3$$

Alynan maglumatlar boýunça tablisa düzýäris: Tabl. 8

Giriş			Çykyş		
Başl.madd	m,kg	V, m ³	Önüm	m,kg	V, m ³
Etilen	12173,9	9739,13	Etil spirti	1000	486,96
Suw bugy	5217,39	6492,75	Reagirleşmedik etilen	11565,2	9252,16
			Artykmaç suw bugy	4826,08	6005,79
Jemi:	17391,29	16231,88	Jemi:	17391,28	15744,91
Ýalňyşlyk = 3 %					

I.4. Ýylylyk balansyň esaslary

Tehnologik prosesin ýa-da onuň bölüminiň ýylylyk (energetiki) balansy energiýanyň saklanma kanunynyň esasynda düzülýär. Bu kanuna laýyklykda ýapyk sistemanyň energiýalarynyň ähli görnüşleriniň jemi hemişelikdir, ýagny

prosesse girýän ýylylyk onuň şol prosesde, apparatda, tapgyrda çykýan ýylylygyna deňdir. Ýylylyk balansyň deňlemesi:

$$Q_{\text{gir}} = Q_{\text{çyk}}$$

Bu ýerde $Q_{\text{gir}} - Q_1, Q_2, Q_3$ ýylylyklaryň jemi

Q_1 – aparata maddalar bilen girýän ýylylyk;

Q_2 – berlen apparatda geçýän ekzotermiki reaksiýalaryň ýylylygy;

Q_3 – gyzdurma üçin daşdan berilýän ýylylyk.

$Q_{\text{çyk}} - Q_4, Q_5, Q_6$ ýylylyklaryň jemi;

Q_4 – apparatdan çykýan önümler bilen äkidilýän ýylylyk;

Q_5 – apparatda geçýän endotermiki reaksiýanyň ýylylygy;

Q_6 – daş-töwerege ýitýän we sowadyjylar arkaly aýratynlykda ýylylyk.

Diýmek, ýylylyk (energetiki) balansyny şeýle deňleme arkaly hem görkezmek bolar:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6$$

Tehnologiýada Q_1 we Q_4 , maddalaryň ýylylyk mukdary diýilýär we olar apparata iberilýän we ondan çykarylýan ýylylyklaryň mukdary bolup her bir maddalar üçin aýratynlykda hasaplanylýar:

$$Q_1 \text{ ýa-da } Q_4 = m \cdot c \cdot t$$

Bu ýerde m – maddanyň agramy (kg, mol) (maddy balansyň maglumatlaryndan alynýar).

c – şol maddanyň orta ýylylyk sygymy (habar beriji kitaplardan alynýar).

t – temperatura (K)

Q_2 we Q_5 – dürli maddalaryň elementlerden emele geliş izobariki ýylylyklarynyň ýa-da ýakma ýylylyklarynyň esasynda hasaplanylýan himiki reaksiýalaryň ýylylyk effektleri.

Q_3 – prosese daşdan berilýän ýylylyk. Ony ýylylyk görerijiniň ýitirýän ýylylygyň mukdary boýunça hasaplap bolar.

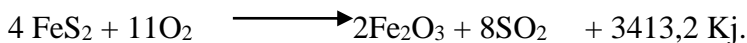
Q_6 – sowadyjynyň ýylylygynyň üýtgemesi ýa-da girizilen ýylylyga görä götterim boýunça hasaplanylýan ýylylyk ýitgisi.

I.4.1 Mesele

1 tn 38% kükürtli FeS_2 – niň ýakylmagynda emele gelýän ýylylygyň mukdaryny kesgitlemeli. Kolçedandan (FeS_2) kükürdiň ýakylma derejesi 0,96.

Çözüdi.

Kolçedanyň ýakylma prosesiniň jemleýji deňlemesi:



Sap FeS_2 – niň düzüminde:

a) kükürdiň saklanylşy

$FeS_2 - 2S$

120 - $2 \cdot 32$

100 - x

$$x = \frac{2 \cdot 32 \cdot 100}{120} = 53,3\% S.$$

b) demiriň saklanylşy: $100 - 53,3\% = 46,7\% Fe$.

1 tn arassa FeS_2 – de 533 kg S saklanýar.

1 tn berlen kolçedanda kükürdiň mukdary. (şert boýunça 38% kükürt) = 380kg S.

Reaksiýa gatnaşýan kolçedanyň massasy:

1000kg – 533,3 kg S.

x – $380 \cdot 0,96$

$$x = \frac{1000 \cdot 380 \cdot 0,96}{533,3} = 684,4 \text{ kg } FeS_2$$

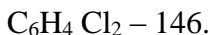
684,4 kg FeS_2 ýakylanda bölünip çykyan ýylylygyň mukdary: reaksiýa boýunça

$$\begin{array}{r}
 4 \text{ FeS}_2 - 3413,2 \cdot 10^3 \\
 684,4 - \quad \quad \quad X \\
 x = \frac{3413,2 \cdot 10^3 \cdot 684,4}{4 \cdot 120} = 4866654,3 \text{ kDj.}
 \end{array}$$

I.4.2 Mesele

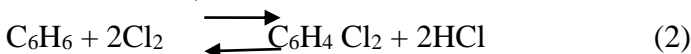
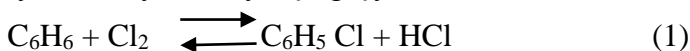
1 tn benzolyň hlorirlenmeginde emele gelýän ýylylygyň mykdaryny kesgitlemeli. Prosesiň ahyrky garyndysynda 39% hlorbenzol, 1% diklorbenzol, 60% benzol saklanýar.

Emele gelme ýylylyklar (kJ/mol): C_6H_6 (- 49,063), $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ Cl}$ - 52,17, $\text{C}_6\text{H}_4 \text{ Cl}_2$ - 53,05, HCl 92,36. Molekulýar massa: C_6H_6 - 78; $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ Cl}$ - 112,5;



Çözüdi:

Benzolyň hlorirlenmegi ýeterlik ýylylygyň bölünip çykmagy bilen geçýär (~ 117 kJ/mol). Üznüksiz prosesde reaksiýa massa (76-86°C) gaýnaw temperatura çenli gyzýar, şonda reaksiýanyň ýylylygynyň ýeterlik uly mukdary hlorlanýan benzolyň bugarmagy bilen aýrylýar. Hlorlama prosesi şeýle reaksiýalar boýunça geçýär:



100 kg garyndyda saklanýan 39 kg $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ Cl}$ - a benzolyň harçlanyşy [(1) reaksiýa boýunça].



$$78 - 112,5$$

$$x - 39,0$$

$$x = \frac{78 \cdot 39}{112,5} = 27,04 \text{ kg } \text{C}_6\text{H}_6$$

1 kg $\text{C}_6\text{H}_4 \text{ Cl}_2$ - a harçlanýan benzol:

$$\frac{1 \cdot 78}{146} = 0,53 \text{ kg } C_6H_6$$

60 kg benzol bolsa harçlanmaýar. Diýmek 100 kg garyndy üçin 87,57 kg benzol harçlanýar.

1 tn benzoldan emele gelýän reaksiýa garyndy:

100 - 87,57

x - 1000

$$x = \frac{100 \cdot 1000}{87,57} = 1141,94 \text{ kg}$$

Şol sanda

$$C_6H_5Cl : 1141,94 \cdot 0,39 = 445,36 \text{ kg}$$

$$C_6H_4Cl : 1141,94 \cdot 0,01 = 11,42 \text{ kg}$$

$$C_6H_6 : 1141,94 \cdot 0,6 = 685,16 \text{ kg}$$

Gessyň kanuny boýunça reaksiýalaryň ýylylyk efektleri:

a) 1-nji reaksiýa boýunça:

$$52,17 + 92,36 - (-49,063) = 193,59 \text{ kJ/mol.}$$

b) 2-nji reaksiýa boýunça:

$$53,05 + 2 \cdot 92,36 - (-49,063) = 286,83 \text{ kJ/mol}$$

1 tn benzol hlordananda emele gelýän ýylylyk mukdary:

$$112,5 - 193,59$$

$$445,0 - X$$

$$x = \frac{193,59 \cdot 445,0}{112,5} \cdot 1000 + \frac{286,83 \cdot 11,42}{146} \cdot 1000 = 766375,49 + 22435,6 = 788811 \text{ kJ.}$$

I.4.3 Mesele

10 tn hek daşyny we koksy saklaýan şihda ýakylanda kesgitlemeli:

- 1) C – 91% mas; kül 7%; çyglylyk 2% düzümlü konsyň harajatyňy;
- 2) ýangyn gazyň düzümini (göwrümi %)
- 3) ýakma reaksiýanyň ýylylyk effektiň hek daşyny ýakanda dissosiasıya derejesi 95%.

Howa $\varphi = 1,4$ artykmaçlykda berilýär.

Emele gelme ýylylyklar (kj/mol): $\text{CaCO}_3 - 1206 \cdot 103$;
 $\text{CaO} - 635100$; $\text{CO}_2 - 393510$. Arassa uglerodyň ýylylyk ukyplylygy – 32784 kj/kg.

Çözgüdi:

Hek daşyň termiki dargadylmagy



reaksiya laýyklykda geçýär.

1 kmol CaCO_3 – ñ ýagny 100 kg CaCO_3 disosiasıyasynyň ýylylyk effekti. Gessiň kanunyna laýyklykda:

$$635100 + 393510 - 1206000 = - 177390 \text{ kj}$$

dissosiasıya derejesini göz önünde tutmak bilen

$$-177390 \cdot 0,95 = - 168520 \text{ kj}$$

10 tn CaCO_3 – ñ dissosiasıyasy üçin zerur bolan arassa (sap) uglerodyň mukdary (dissosiasıanyň derejesiniň hasabynda)

$$\frac{168520 \cdot 10000}{32784 \cdot 100} = 514,03 \text{ kg}$$

Koksdan 91% C bar, onda näçe koks gerek?

$$\frac{514}{0,91} = 564,87 \text{ kg}$$

Aýrylan gazlaryň düzümini kesgitläli:
 emele gelýän CO_2 :

$$\frac{95 \cdot 32,4 \cdot 10 \cdot 1000}{100 \cdot 100} = 2128 \text{ m}^3$$

Koksyň peçde ýakylmagynda : $C + O_2 - CO_2$

$$\frac{514,03 \cdot 22,4 \cdot 1000}{12} = 959500 \text{ m}^3$$

$$\text{Jemi: } 2128 + 959500 = 961628 \text{ m}^3$$

Konsyň ýakylmagynda harçlanýan kislorodyň göwrümi CO_2 – niň emele gelmegi üçin zerur bolana deňdir, ýagny 959500 m^3 jemi berilýän O_2 (artykmaçlygyny hasaba almak bilen

$$L = 1,4) \quad 959500 \cdot 1,4 = 1343300 \text{ m}^3$$

Aýrylýan gazlarda galan O_2 : $1343300 - 959500 = 383800 \text{ m}^3$

Howanyň kislorody bilen barýan N_2

$$\frac{1343300 \cdot 79}{21} = 5050800 \text{ m}^3$$

Şeýlelikde peçde emele gelýän gaz garyndysynyň düzümi:

	m^3	%
CO_2	961628	15,03
O_2	383800	6,00
N_2	5050800	78,97
Jemi	6396228	100

I.4.4 Mesele

CH_4 – 82, gomologlar – 9 (% göw) düzümlü tebigy gazyň 100 t/gije-gündiz glinozemyň (Al_2O_3) önümçiliginde harajatyny hasaplamaly. Daşky gurşawa ýylylygyň ýitgisi umumy harajatdan 5%. Reaksion zalogda temperatura $1200^\circ C$. Peje girýän reagentleriň temperaturasy $20^\circ C$.

Gazyň ýylylyk ukyplylygy 33950 kJ/m^3 .

Emele gelme ýylylyk [kj/mol].

$\text{Al(OH)}_3 - 1243$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 1676,0$; $\text{H}_2\text{O} - 241,84$

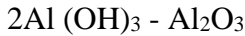
Ýylylyk sygymlar [kj/kg0S]: 20°C -de $\text{Al (OH)}_3 - 0,879$; Al_2O_3 we H_2O $1200^\circ\text{C} - 1,327$ we $2,12$ degişlilikde.
Molekulýar massa: $2\text{Al (OH)}_3 - 156$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 102$. $3 \text{ H}_2\text{O} - 54$.

Çözüdi:

Önümçiligiň esasy himiki reaksiýasy



Zerur bolan Al (OH)_3 -ň massasy:

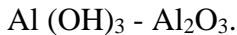


$$2 \cdot 78 - 102.$$

$$x - 1000000 (105).$$

$$x = \frac{10^5 \cdot 2 \cdot 78}{102} = 152941 \text{ kg ýa-da } 15,9 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

bir gije – gündizde bölünip çykyan suw.



$$102 - 3 \cdot 18$$

$$105 - x$$

$$x = \frac{10^5 \cdot 54}{102} = 5,3 \cdot 10^4$$

Girizilýan ýylylyk (kj) $Q = G \cdot c \cdot t$. (4)

a) Al (OH)_3 bilen : $15,3 \cdot 10^4 \cdot 0,879 \cdot 20 = 2689740$ kj.

4) Harçlanýan ýylylyk (kj)

a) reaksiýa boýunça

$$15,3 \cdot 10^4 (1676,0 + 3 \cdot 241,84 - 2x \cdot 1243) \cdot 103/2 \cdot 78 = 946 \cdot 444 \cdot 000$$

$$\text{b) } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ bilen } 100 \cdot 103 \cdot 1,327 \cdot 1200 = 159 \cdot 240000$$

$$\text{w) Suw bilen } 5,3 \cdot 10^4 \cdot 2,12 = 134 \cdot 760000$$

$$\text{Jemi harçlanýar} = 388644000 \text{ kj.}$$

Daşky gurşawa ýylylygynyň ýitgisi.

$$388644000 \cdot 0,05 = 194\,322\,000 \text{ kj.}$$

Gazyň ýakylmagynda ýylylyk mukdarynyň özenini doldyrmak:

$$388644000 + 194322000 - 2689740 = 405386460 \text{ kj.}$$

Gazyň ýakylmagy üçin onyň zerur bolan mukdary

$$405386460 / 33950 = 11940 \text{ m}^3.$$

I.4.5 Mesele

Apatit konsentratyndan öndürilýän ýönekeý superfosfatyň kameraly prosesiniň ýylylyk balansyny düzmeli.

Başlangyç maglumatlar:

1000 kg konsentrata 68%-li H_2SO_4 -ň 1000 kg harçlanýar:

Kamera 1000 kg apatit konsentratyna 260 m^3 howa üflenýär;

1000 kg superfosfaty öndürmek üçin 533 kg apatit konsentraty harçlanýar;

Ol 18°C temperaturada kameranyň garyjysyna iberilýär; kislotanyň temperaturasy 40°C , howanyňky 13°C , kameradan çykarylýan gazlaryň we buglaryňky bolsa 100°C ;

1000 kg apatitden çykýan kameraly superfosfatyň çykymy 1894 kg, temperaturasy 110°C .

Apatit konsentratynda saklanýan ftoryň umumy mukdaryndan (3%) gaz fazasyna 40% bölünip aýrylýar.

1000 kg apatit konsentratyna hasaplananda gazlaryň we buglaryň kameradan çykýan umumy mukdary 106 kg;

1000 kg apatit konsentratyndan 7 kg kremniýftorwodorod kislotasy emele gelýär.

Hasaplamany 1000 kg apatit konsentraty boýunça geçirýäris.

Çözüdi :

Apatityň kamerada dargadylmagynyň ýylylyk balansy şeýle deňleme boýunça hasaplanýar:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5$$

Bu ýerde Q_1 we Q_2 – berilýän materiallar (apatit konsentraty we kükürt kislotasy) we howa bilen girizilýän ýylylyklar, kJ

Q_3 – reaksiýanyň geçişinde emele gelýän ýylylyk, kJ;

Q_4 – reaksiýanyň önümleri bilen kameradan çykarylýan ýylylyk, kJ;

Q_5 – ýylylyk ýitgileri, kJ;

Girizilýän ýylylyk

Apatit konsentraty we kükürt kislotasy bilen garyja girizilýär:

$$Q_1 = Q_{ap} + Q_k$$

$$Q_{ap} = 1000 \cdot 0,795 \cdot 18 = 14310 \text{ kJ}$$

$$Q_k = 1000 \cdot 2,093 \cdot 40 = 83720 \text{ kJ}$$

$$Q_1 = 14310 + 83720 = 98030 \text{ kJ}$$

bu ýerde 0,795 we 2,093 deňleşlikde apatit konsentratynyň we kükürt kislotasynyň ýylylyk sygymlyry, kJ (kg. k);

18 we 40 – apatityň we kislotanyň temperaturasy, °C

Howa bilen girizilýän ýylylygyň mukdary şeýle deňleme boýunça hasaplanýar:

$$Q_2 = 1,29 V \cdot C \cdot t + 0,001 d \cdot ih \cdot V$$

bu ýerde V – üflenýär (gury) howanyň göwrümi = $260 \text{ m}^3/1000 \text{ kg}$;

C – 1,04 howanyň 18°C – daki ýylylyk sygymy, kJ/(kg.k)

d - 18°C – da we otnositel çyglylygy 60%-de 9,3 gr/ m^3 deň bolan howanyň (gury) çyglylyk saklaýjylygy;

ih – howanyň entalliýasy (18°C) 2553 kJ/kg deň;

1,29 – howanyň dykzlygy, kg/ m^3

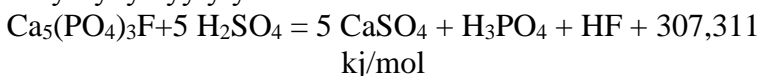
Berilen maglumatlary deňlemä girizip, alýarys:

$$Q_2 = 1,29 \cdot 260 \cdot 1,004 \cdot 18 + 9,3 \cdot 10^{-3} \cdot 2553 \cdot 260 = 12234 \text{ kj}$$

Himiki reaksiýalaryň ýylylygy:

$$Q_3 = \sum Q_i = Q_{31} + Q_{311} + \dots$$

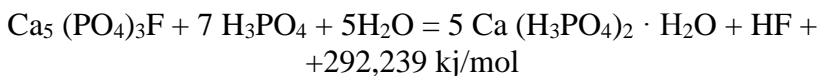
Apatityň kükürt kislotasy bilen dargadylma reaksiýasynyň ýylylyk effekti:



$$\frac{307,311 \cdot 738}{504} = 449991 \text{ kj}$$

bu ýerde 738 reaksiýanyň 1-nji tapgyrynda dargan (dargama derejesi 73,8%) apatitiň mukdary, kg 504 - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{F}$ -ň molekulýar massasy.

Apatityň fosfor kislotasy bilen özara täsirleşmesinde emele gelýän ýylylyk:



Superfosfat önümçiliginde apatityň dargama koeffisienti 88% deňliginde kameraly dargadylan apatityň mukdary:

$$1000 \cdot 0,88 = 880 \text{ kg}$$

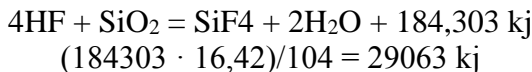
Şol mukdardan 1-nji tapgyrda 738 kg dargadylýar. Diýmek, 2-nji tapgyrda dargaýan apatityň mukdary:

$$880 - 738 = 143 \text{ kg}$$

Ikinji tapgyrda emele gelýän ýylylygyň mukdary:

$$\frac{292239 \cdot 142}{504} = 82337 \text{ kj}$$

Ftorly wodorodyň we kremnezýomyň (SiO_2) arabaglanyşygynda emele gelýän ýylylyk:



bu ýerde 16,42 – emele gelýän SiF_4 -ň mukdary; ol apatit konsentratynda saklanýan ftoryň mukdaryndan 40%-i gaz faza geçýänliginiň hasaby boýunça tapylýar, ýagny:

$$\frac{1000 \cdot 0,003 \cdot 0,4 \cdot 104}{4 \cdot 19} = 16,42 \text{ kg}$$

Kremneftorwodorod kislotasynyň emele gelme ýylylyk effekti:



Kremneftorwodorod kislotasynyň emele gelmeginde çykýan ýylylyk mukdary:

$$(237827 \cdot 13,32)/144 = 22214 \text{ kJ}$$

bu ýerde 13,32 – 1000 kg apatit konsentratynda emele gelýän H_2SiF_6 -ň mukdary. Ol şeýle hasaplanýar.

1000 kg superfosfat öndürilende 7,1 kg H_2SiF_6 emele gelýär. 1000 kg superfosfat üçin 533 kg apatit konsentratynyň harçlanýanlygy sebäpli, 1000 kg apatit konsentratyndan bolsa H_2SiF_6 -ň çykyşy:

$$(7,1 \cdot 1000)/533 = 13,32 \text{ kg.}$$

Şeýlelikde himiki reaksiýalaryň netijesinde emele gelýän ýylylygyň umumy mukdary:

$$Q_3 = 499991 + 82337 + 29063 + 22214 = 633605 \text{ kJ}$$

Girizilýän ýylylygyň umumy mukdary:

$$Q_{\text{gir}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 98030 + 12234 + 633605 = 743869 \text{ kJ}$$

Çykarylýan ýylylyk

Superfosfat, suw buglary, fltorly gazlar we üflenýär howa bilen äkidilýän ýylylyklary hem-de ýylylyk ýitgilerini hasaba alýan umumy deňleme:

$$Q_{\text{çyk}} = Q_4 + Q_5 = Q_{\text{sup}} + Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{SiF}_6} + Q_{\text{how}} + Q_5$$

Kameradan çykarylýan superfosfat bilen äkidilýän ýylylyk:

$$Q_{\text{sup}} = 1894 \cdot 1,687 \cdot 110 = 351470 \text{ kJ}$$

bu ýerde 1894 – 1000 kg apatit konsentraty boýunça kameradan çykarylýan superfosfatyň massasy, kg;

110 – çykarylýan superfosfatyň temperaturasy, °C;

1000 kg apatit konsentratynda jemi 106 kg gazlar we buglar şol sanda 16,42 kg SiF₄ çykýanlygyny hasaba almak bilen äkidilýän suw bugynyň ýylylygynyň kesgitleýärler. Diýmek, suw bugynyň çykyşy:

$$106 - 16,42 = 89,52 \text{ kg}$$

Onuň bilen äkidilýän ýylylyk:

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = (89,52 + 2,42) \cdot 2659 = 244628 \text{ kJ}$$

bu ýerde 2,42 – howa bilen girizilýän suwyň massasy; ýagny

$$260 \cdot 0,001 \cdot 9,3 = 2,42 \text{ kg}$$

bu ýerde $9,3 \text{ g/m}^3$ – howanyň düzümindäki suw bugynyň ölçegi $2659 - 100^\circ\text{C}$ – de suw bugynyň entalpiýasy.

Kremniýnyň tetraftoridy (SiF_4) bilen äkidilýän ýylylyk:

$$Q_{\text{SiF}_4} = 16,42 \cdot 2,052 \cdot 100 = 3369 \text{ kj}$$

bu ýerde $2,052 - \text{SiF}_4$ – ñ ýylylyk sygymy $\text{kj}/(\text{kg.k})$

Kameradan çykarylýan önümler bilen äkidilýän ýylylygyň umumy mukdary:

$$Q_4 = 351470 + 244628 + 3369 + 27613 = 627080 \text{ kj.}$$

Ýylylyk ýitgilerini girizilýän we önümleriň äkidýän ýylylyklarynyň arasyndaky tapawudy boýunça hasaplaýarys:

$$Q_5 = Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_4 = 743869 - 627080 = 116789 \text{ kj}$$

Superfosfat önümçiliginiň kameraly prosesiniň umumy ýylylyk balansyny düzýäris: Tabl. 9

Giriş	kj	%	Çykyş	kj	%
Girizilýän materiallaryň ýylylygy	98030	13,18	Superfosfat, gazlar we suw bugy bilen äkidilýän ýylylyk	62708	84,30
Howanyň ýylylygy	12231	1,64	Ýylylyk ýitgileri	116789	15,70
Reaksiýanyň ýylyly effekti	633605	85,18			
Jemi	743869	100	Jemi	743869	100

Özbaşdak işlemek üçin myssalar

1. $21,5\%$ KCl we $16,9\%$ NaCl düzümlü duzly ergininde kristallaşdyrma prosesini geçirýärler. Kristallizatordan çykýan enelik erginiň düzümi: $12,5\%$ KCl we $18,5\%$ NaCl .

Hasaplamaly: a) 1tonna başlangyç ergininden emele gelýän enelik ergininiň mukdaryny; b) krIstallaşdyrylan KCl-ň mukdaryny ($\%$ -de). Jogaby: a) $913,5 \text{ kg}$; b) $47,0\%$.

2. 38,0 tonna 80,0%-li kükürt kislotasynyň erginini taýýarlamaly. Onuň üçin 74,0 we 95.0%-li H_2SO_4 ulanylýar. Başlangyç erginleriň gerek bolan mukdaryny hasaplamaly. Jogaby: 27,14kg 74%-li we 10,96 kg 95%-li erginler.

3. Garylýar:

a) 12,25kg kislotalaryň garyndyşy üçin 66%-li H_2SO_4 we 34%-li HNO_3 ; b) 5,63 kg oleum, onuň düzüminde 104% H_2SO_4 ;

ç) 2,24kg kuporos ýagy, onuň düzüminde 94%-li H_2SO_4 .

Emele getirilýän garyndynyň (önümiň) düzümini kesgitlemeli.

4. 9500kg 20%-li duzly erginini 65% çenli bugartýarlar. Öňümçilik ýitgilerini 0,2% deňläp bugartma prosesiniň maddy balansyny düzmeli.

5. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ superfosfaty fosfatyň $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ kükürt kislotasy bilen dargadylmagynda alýarlar. Superfosfaty ammiak bilen täsirleşdirip ammonizirlenen superfosfaty $\text{CaHPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ emele getirýärler. Superfosfat ammoniý sulfaty bilen garylanda ammiakly superfosfat $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ alynýar.

Hasaplamaly:

a) 1tn 60%-li fosforitden nazary taýdan näçe ammiakly ýa-da ammonizirlenen superfosfat alynjagyny;

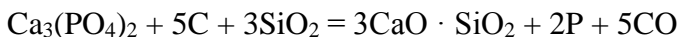
b) 25%-li ammiakly suwuň we ammoniý sulfatynyň zerur bolýan mukdaryny. Ýitgileri hasaba almaly däl.

Jogaby: a) 582kg ammiakly superfosfat ýa-da 486 kg ammonizirlenen superfosfat; b) 157kg ammiakly suw we 212kg ammoniý sulfaty.

6. 100kg apatit konsentratyny (düzüminde 38% P_2O_5 saklanýan) dargatmak üçin 5% nazary mukdaryndan artykmaç alynan 65%-li kükürt kislotasynyň (dykzlygy 1,56kg/l) göwrümini hasaplamaly. Prosesde geçýän himiki reaksiýa:



7. Fosforit konsentratyndan 1 t fosfory dikeltmek üçin reagentleriň harajatyny hasaplamaly. Prosesiň umumy geçiş deňlemesi:

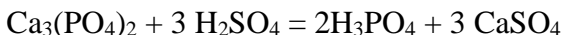


Apatit konsentratynda 25% P_2O_5 , koksa 94,5% uglerod saklanýar. Fosforyň dikeldiş derejesi 0,85.

8. 100 tn NaOH -ň erginniň bugartma prosesiniň maddy balansyny düzmeli. Bu erginiň başdaky konsentrasiýasy 15%-li, bugardylandan soňky konsentrasiýasy 60%-li diýip hasaplamaly. Bugartma prosesinde emele gelýän ýitgileriň mukdary 0,3%.

9. Düzüminde 95% MgCO_3 bolan 15tn magnezitiň ýakma prosesiniň maddy balansyny düzmeli.

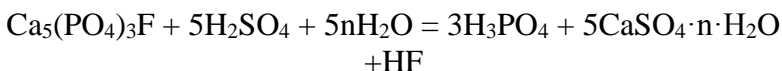
10. Düzüminde 70% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bolan fosforitden H_3PO_4 -ň öndürilmegi üçin alynýan 70%-li H_2SO_4 -ň massa mukdaryny hasaplamaly. Prosesiň esasy geçiş himiki reaksiýasy:



II bap.
Organiki däl maddalaryň önümçilikleri boýunça
hasaplamalar.

II.1. Ekstraksion fosfor kislotasy.

Tebigy fosfatlaryň kükürt kislotasy bilen dargadylmagynda ekstraksion fosfor kislotasy alynýar. Prosesi gowşatma ergininiň (ikinci filtratda emele gelýan, pes konsentrasiýaly fosfor kislotasynyň ergininiň) gatnaşmagynda we ekstraksion pulpanyň bir böleginiň izyna berilmeginde geçirýärlär:



Prosesiň temperaturasyna we kislotanyň konsentrasiýasyna baglylykda kalsiý sulfaty digidrat-gips (digidrat prosesi) ýa-da ýarymgidrat (ýarymgidrat prosesi) görnüşinde bölünip çykýar.

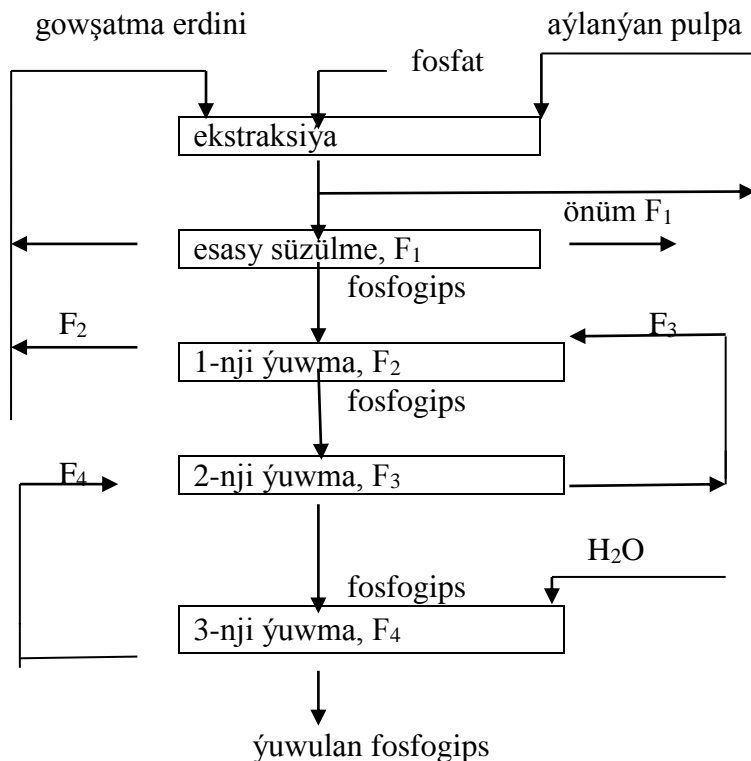
Fosfat göniburçly ýa-da silindrik ekstraktorlarda (reaktorlarda) dargadylýar. Fosfogipsiň aýrylmagy we onuň ýuwulmagy karusel ýa-da lentalý wakuum-süzüjide amala aşyrylýar.

Ekstraktorda emele gelen pulpany wakuum-bugardyjy desgada sowadyrlar, soňra bir bölegini süzüjä beýleki bölegini bolsa ekstraktora gaýtadan iberýärler. Apatit konsentratyndan digidrat usuly bilen P_2O_5 boýunça 28-32%-li kislotasy (soňra bu 54-55% P_2O_5 çenli bugardylýar); ýarymgidrat usuly bilen 35-37% P_2O_5 -li kislotasy emele gelýär.

Fosfatyň doly dargamagy onuň düzümindäki P_2O_5 -ň ergine bütinleý geçmegini aňlatmaýar. Ol ikilehji prosesleri, ýagny demiriň fosfatlarynyň aşa doýgunlaşan erginlerinden bölünip çykmagyny şertlendirýär. Şol sebäpli fosfatyň

dargadyлма коэфисиýentini K_{darg} , фосфогипсиň düzümindäki CaO/SO_3 gatnaşyk bilen takyklaýarlar.

Eger fosfatyň düzümindäki kalsiý oksidiniň ählisi SO_3 bilen baglanan bolsa, onda fosfat çig maly doly dargadylan diýip hasaplanýar.



Sur.1 Ekstraksion fosfor kislotasynyň önümçiliginiň prinsipial shemasy.

Kalsiý sulfatynda CaO -ň we SO_3 -ň molekulýar massalarynyň gatnaşygy

$$\text{CaO}/\text{SO}_3 = 0,7$$



$$136 \quad - \quad 56 \quad - \quad 80$$

$$100 \quad - \quad X_1 \quad - \quad X_2$$

$$X_1 = \frac{100 \cdot 56}{136} = 41,18\% \text{ CaO};$$

$$X_2 = 58,82\% \text{ SO}_3$$

$$\text{CaO/SO}_3 = 41,18/58,82 = 0,7$$

Diýmek fosfogipsde $\text{CaO/SO}_3 \leq 0,7$ bolsa, onda fosfatyň dargama koefisiýenti 100% deň diýip hasaplanýar, CaO/SO_3 -ň has uly gatnaşygy fosfatyň dargamagynyň doly geçmedigini görkezýär.

$$0,7$$

$$K_{\text{darg}} = \frac{\quad}{\text{CCaO/CSO}_3} \cdot 100\% \quad (4)$$

bu ýerde CCaO we CSO_3 –fosforityň düzümindäki CaO -ň we SO_3 -ň mukdary, %.

Fosforitden P_2O_5 -ň çykarylma koefisiýenti, ýagny P_2O_5 -ň ergine geçmegi, fosfogipsdäki umumy we suwda ereýji P_2O_5 -ň mukdary bilen kesgitlenýär:

$$K_{\text{çyk.}} = 100 - \frac{(\text{C}_{\text{P2O3}} - \text{C}_{\text{P2O5suw}})G_g}{\text{C}_{\text{P2O5.f.}}} \cdot 100\% \quad (5)$$

bu ýerde

$\text{C}_{\text{P2O5um.}}$ – fosfogipsdäki P_2O_5 – ñ umumy mukdary, %

$\text{C}_{\text{P2O5suw}}$ - fosfogipsdäki P_2O_5 – ñ suwda ereýji mukdary, %

G_g - gips sany, ýagny gury fosfogipsiň ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) çykymy.

Dargadylma prosesi üçin zerur bolan kükürt kislotasynyň stehiometriki mukdary (normasy) diýip H_2SO_4 -ň

massa bölek sanynyň fosfatyň 100 massa bölegine bolan gatnaşygyna aýdylýar.

Kükürt kislotasynyň stehiometriki mukdary fosfatyň düzümindäki CaO-ň umumy mukdaryna görä hasaplanýar.

$$\frac{98}{56} \cdot C_{\text{CaO}} = 1,75 C_{\text{CaO}} \quad (6) \text{massa böleginiň /fosfatyň 100}$$

massa bölegine bu ýerde C_{CaO} - fosfatyň 100 massa bölegindäki CaO-ň mukdary.

Eger kükürt kislotasynyň konsentrasiýasy “C”, onuň artykmaç alynýan mukdary (ýagny hakyky mukdarynyň stehiometriki mukdaryna bolan gatnaşygy) ^d” bolsa, onda kislotanyň hakyky harçlanylşy:

$$G_k = 1,75 \cdot C_{\text{CaO}} \frac{\lambda}{c} \cdot 100 \text{ massa bölegiň/fosfatyň 100 massa} \quad (7)$$

bölegine.

Pulpanyň massa çykymy G_p :

$$G_p = 100 G_g (n+1) \text{ massa bölegiň / fosfatyň 100 massa} \quad (8)$$

bölegine.

bu ýerde n – pulpada s:gaty fazalaryň massa gatnaşygy.

Apatit konsentraty üçin gipsany $G_g = 1,6$, ýarymgidrat sany $G_g = 1,35 \div 1,4$.

Fosfatyň 100 massa bölegine alynýan gowşatma ergininiň mukdary:

$$G_{g,e} = G_p - (100 + G_k - G_{\text{gaz}}) \quad (9)$$

II.1.1 Mesele

Eger ekstrakcion garyndynyň (pulpanyň) s:gaty fazalarynyň massa gatnaşygy 2,5:1; gips sany 1,6; gaz fazasyna bölünip aýrylýan maddanyň mukdary 5 kg we kükürt kislotasynyň hakyky harajaty 117,9 kg bolsa, onda 100 kg apatit konsentratyndan fosfor kislotasynyň kükürt kislotaly

ekstraksiýasynda pulpanyň çykymyny, suwuk fazasynyň mukdaryny we gowşatma ergininiň mukdaryny kesgitlemeli.

Çözüdi:

(8)-nji deňleme boýunça pulpanyň çykymyny tapýarys:

$$G_p = 100 \cdot 1,6 (2,5 + 1) = 560 \text{kg}$$

Pulpadaky suwuk fazanyň mukdary:

$$560 - 1,6 \cdot 100 = 400 \text{kg}$$

(9)-njy deňleme boýunça gowşatma ergininiň mukdary:

$$G_{g.e} = 560 - (100 + 117,9 - 5) = 337,1 \text{ kg}$$

II.1.2 Mesele

51,5 % CaO düzümlü apatit konsentratynyň kükürt kislotaly ekstraksiýasynda köpsanly toplumynyň in soňky we ondan öndäki ekstraktorlara iberilýän kükürt kislotasynyň mukdaryny we ekstraksion pulpanyň galyndysyz bölünýän aýlaw ululygyny kesgitlemeli. In soňky ekstraktorda suwuk fazanyň düzüminde SO₃-ň konsentrasiýasy 2,5% we birinjide 0,5%, pulpada S:Gaty gatnaşyk 2,5:1 deň, 100kg apatit konsentratyndan pulpanyň çykyşy 56kg.

Çözüdi:

In soňky ekstraktordan birinjä gaýtarylýan pulpanyň suwuk fazasynyň 100kg-da SO₃-e hasaplanan kükürt kislotasynyň artykmaçlygy:

$$2,5 - 0,5 = 2 \text{kg}$$

CaO boýunça hasaplananda SO₃-ň mukdary:

$$2(56/80) = 1,4 \text{kg CaO-ň mukdaryna ekwiwalent bolýar.}$$

Eger, aýlandyrylýan ekstraksion pulpanyň 100kg-daky suwuk fazasynyň 1,4kg CaO –nyň mukdaryna kislotanyň saklanylşy boýunça ekwiwawelnt bolsa, onda 100kg apatit konsentraty boýunça hasaplanýan aýlandyrylýan pulpanyň suwuk fazasynyň mukdary:

$$\frac{(51,5 \cdot 100)}{1,4} = 3678,6 \text{ kg}$$

Diýmek, S:Gaty =2,5:1 gatnaşykly aýlandyrylýan pulpanyň 100kg apatit konsentratyna berilmeli mukdary:

$$\frac{3678,6(2,5 + 1)}{2,5} = 5150 \text{ kg}$$

Aýlandyrylýan pulpanyň mukdarynyň bütinleý öndürilýän ekstraksion pulpanyň mukdaryna bolan gatnaşygy bilen aňladylýan pulpanyň galyndysyz bölünýän aýlaw ululygy:

$$N = \frac{5150}{560} = 9,2$$

Iň soňky ekstraktordan birinjä aýlandyrylýan pulpanyň suwuk fazasy bilen H_2SO_4 -ň iberilýän mukdary:

$$3678,6 \cdot \frac{2,5 \cdot 98}{100 \cdot 80} = 112,7 \text{ kg}$$

Birinji ekstraktordan çykýan reaksiýa pulpanyň suwuk fazasynda saklanýan H_2SO_4 :

$$\frac{(5150 + 560) \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot 98}{(2,5 + 1) \cdot 100 \cdot 80} = 25 \text{ kg}$$

H_2SO_4 -ň bu mukdary iň soňky ekstraktora iberilýär.

Kükürt kislotasynyň täze berilmeli mukdary:

$$112,7 - 25 = 87,7 \text{ kg}$$

Bu mukdary 100 kg apatit konsentratyny dargatmak üçin zerur bolan kislotaňyň stehiometriki mukdaryna görä hasaplaly:

$$\frac{87,7}{1,75 \cdot 51,5} \cdot 100 = 97,3\%$$

Kükürt kislotasynyň hasaplanan mukadary bellenen çäklere (stehiometriki mukdardan 95-100%) bolup, apatit konsentratyndan alynýan fosfor kislotasynyň ekstraktsiýasynda ulanylýar.

Şeýlelikde, seredilýän mysalda kükürt kislotasynyň berilmeli mukdarynyň ählisi soňky ekstraktora ýollanylýar. Beýleki iş düzgünlerde kislota birinji ýa-da ikinji, ýa-da bölekleyin başga ekstraktorlara göýberilýär.

II.1.3. Mesele

Düzümde 3% fluor saklaýan apatityň 1000kg dargatmak üçin alynýan aýlandyrylýan pulpanyň we gowşadylýan erginiň mukdaryny kesgitlemeli. 93%-li kükürt kislotasynyň harajaty 978,5kg; gips sany 1,6; pulpada S:Gaty = 3:1; çig-malyň düzüminde saklanýan ftoryň umumy mukdaryndan gaz fazasyna bölünip şykaýany 20%; pulpanyň galyndysyz bölünýän aýlandyrylyşy 6:1, ekstraktorda bugaran suwuň mukdary bolsa 1000kg apatite görä 262kg deňdir.

Çözüdi:

100kg apatite görä reaksiyon pulpanyň çykyşy

$$G_p = 100 \cdot 1,6(3+1) = 640\text{kg}$$

ýa-da 1000kg apatite görä

$$G_{1p} = 1000 \cdot 1,6(3+1) = 6400\text{kg}$$

Ftoryň gaz fazasyna SiF_4 görnüşinde geçeni hasaba almak bilen gaz görnüşli maddalaryň bölünip çykýan mukdary:

$$G_{\text{gaz}} = \frac{1000 \cdot 0,03 \cdot 0,2 \cdot 104}{4 \cdot 19} + 262 = 270,2\text{kg}$$

bu ýerde 19 we 104 –F-ň we SiF_4 -ň atom we molekulýar massalary.

G_{1p} -ň we G_{gaz} -ň manylaryny göz önünde tutup 1000kg apatit konsentratynyň hasabyna gowşadylýan erginiň mukdary

$$G_{g.e.} = 6400 - (1000 + 978,5 - 270,2) = 4691,7 \text{ kg}$$

1000kg apatit konsentraty üçin aýlandyrylýan pulpanyň mukdary

$$6400 \cdot 6 = 38400 \text{ kg}$$

II.1.4 Mesele

Eger apatit konsentratyndan fosfor kislotasynyň ekstraksiýasynda emele gelýän pulpanyň mukdary 285,6 t/sag bolsa, onda ekstraktoryň göwrümi we sanyny kesgitlemeli; pulpanyň dykzlygy $f = 1,48 \text{ t/m}^3$, ekstraktorda pulpanyň saklanýan wagty 5 sagada deň.

Çözüdi:

Ekstraktoryň zerur bolan peýdaly göwrümi:

$$\frac{285,6}{1,48 \cdot 5} = 965 \text{ m}^3$$

Iki ekstraktoryň gurnalmagynda aýratynlykda her ekstraktoryň peýdaly göwrümi:

$$965 : 2 = 482,5 \text{ m}^3$$

Ekstraktoryň doldyrylma koeffisientini $\varphi = 0,8$ hasaba almak bilen onuň doly göwrümi:

$$V = \frac{482}{0,8} = 603 \text{ m}^3$$

Eger aparatyň diametri $D = 15 \text{ m}$ bolsa, onda ekstraktoryň beýikligi:

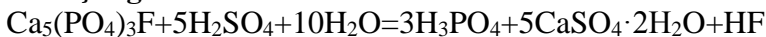
$$H = \frac{V}{0,785 \cdot D^2} = \frac{603}{0,785 \cdot 15^2} = 3,4 \text{ m}$$

II.1.5 Mesele

25%-li H_3PO_4 -ň (19,7% P_2O_5) alynmagy üçin düzüminde 27,5% P_2O_5 ; 43,5% CaO we 2,5% F bar bolan fosforit ulanylýar. Dargadylma 92,5%-li H_2SO_4 berilýär.

1000kg fosforitiň dargadylma reaksiýasy üçin kükürt kislotasynyň harajatyny, emele gelyän fosfor kislotasynyň, fosfogipsiň we ftorly wodorodyň mukdaryny, hem-de zerur bolan suwyň mukdaryny kesgitlemeli.

Çözüldi.



Reaksiya boýunca H_2SO_4 -ň (monogidratyň) harajaty:

$5\text{CaO} - 5\text{H}_2\text{SO}_4$

$$5 \cdot 56 - 5 \cdot 98 \quad X = \frac{1000 \cdot 0,435 \cdot 5 \cdot 58}{5 \cdot 56} = 761,2\text{kg}$$

$$1000 \cdot 0,435 - X$$

Fosforitiň düzüminde saklanýan garyndylaryň dargadylmagy üçin 92,5%-li kislotanyň 10% artykmaç alynmasyny göz öňünde tutmak bilen:

$$\frac{761,2 \cdot 1,1}{0,925} = 905,2\text{ kg}$$

92,5%-li kislotanyň 905,2kg-nda saklanýan suwuň mukdary:

$$905,2 - 761,2 \cdot 1,1 = 67,9\text{kg}$$

Fosforitden P_2O_5 -ň bölünip alma koefisiýentiniň 0,97 deňligini hasapa almak bilen emele gilyän H_3PO_4 :

$$1,5\text{ P}_2\text{O}_5 - 3\text{ H}_3\text{PO}_4$$

$$1,5 \cdot 142 - 3 \cdot 98$$

$$1000 \cdot 0,275 \cdot 0,97 - x$$

$$X = \frac{3 \cdot 98 \cdot 1000 \cdot 0,275 \cdot 0,97}{1,5 \cdot 142} = 368,2\text{ kg}$$

368,2 kg H_3PO_4 -ň 25% -li fosfor kislotasyna öwrende emele gelyän mukdar:

$$\frac{368,2}{0,25} = 1472,8 \text{ kg}$$

Emele gelýän, kg:

$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \quad \frac{1000 \cdot 0,435 \cdot 172}{56} = 1336,1$$

Kristalizasion suw

$$\frac{1000 \cdot 0,435 \cdot 36}{56} = 279,6$$

Florly wodorod

$$\frac{1000 \cdot 0,025 \cdot 20}{19} = 26,3$$

Gowşadylmak üçin iberilýän suwuň zerur bolan mukdary:

$$(1472,8 - 368,2) + 279,6 - 67,9 = 1316,3 \text{ kg}$$

II.1.6 Mesele

Apatit konsentratyndan alynýan ekstraksion fosfor kislotasynyň önümçiliginiň maddy balansyny düzmeli. Hasaplamalary aşakdaky berlen maglumatlar boýunça geçirmeli.

Öndürilýän kislotanyň düzüminde 32% - li saklanýan P_2O_5 . Kükürt kislotasynyň konsentrasiýasy 76%. Apatit konsentratynda 39,4% P_2O_5 , 52% CaO , 3% ftor saklanýar. Kükürt kislotasynyň bellenen mukdary (normasy) stehiometriýadan CaO boýunça 100% deň. Ekstrasiýada P_2O_5 – ñ çykarylma koeffisiýenti 98%, filtrasiýada P_2O_5 – ñ ýuwulma koeffisiýenti 98% deň. Çig malyň düzüminde saklanýan ftoryň 20% - i gaz fazasyna geçýär. Pulpanyň galyndysyz aýlandyrylýan gatnaşygy 5,8:1; filtrasiýa iberilýän pulpada S:Gaty gatnaşyk 3:1 deň; süzüjide gipsiň çyglylygy 47%;

süzme prosesinde 1 tapatit boýunça 29,5 kg suw bugarýar. Hasaplamany 1t apatit konsentraty boýunça geçirýäris.

Çözüdi:

Düzüminde 52% CaO saklanýan apatityň dargadylmagy üçin harçlanýan:

Kükürt kislotasy

$$\frac{1000 \cdot 0,520 \cdot 98}{56} = 910 \text{ kg}$$

76% kükürt kislotasy

$$\frac{910}{0,76} = 1197,4 \text{ kg}$$

Kislotada saklanýan suw

$$1197,4 - 910 = 287,4 \text{ kg}$$

Ekstraksiýada bölünip çykýan ftoryň mukdary:

$$1000 \cdot 0,03 \cdot 0,2 = 6 \text{ kg}$$

SiF₄ boýunça hasaplananda

$$\frac{6 \cdot 104}{19 \cdot 4} = 8,21 \text{ kg}$$

P₂O₅-ň mukdary:

a) ekstraksiýada ergine geçýän mukdary:

$$1000 \cdot 0,394 \cdot 0,98 = 386,12 \text{ kg}$$

b) gipsiň ýuwulmagynda kislota geçýän mukdary:

$$386,12 \cdot 0,98 = 378,4 \text{ kg}$$

ç) P₂O₅-ň ýitgişi:

dargamadyk apatit bilen $394,0 - 386,12 = 7,88 \text{ kg}$

ýuwgyda $386,12 - 378,4 = 7,72 \text{ kg}$

Ekstraksiýa prosesinde emele delýän kislotanyň mukdary (32% P₂O₅ hasaplananda)

$$\frac{378,4}{0,32} = 1182,5 \text{ kg}$$

Kislotada saklanýan suwuň mukdary:

$$1182,5 - 378,4 = 804,1 \text{ kg}$$

Gowşadylýan erginiň we gaýtarylýan pulpanyň mukdarlaryny tapýarys. Filtrasiýa baryan pulpanyň mukdary (S-Gaty = 3:1; gips sany 1,6):

$$1600 \cdot (3+1) = 6400 \text{ kg}$$

Onda saklanýan suwuk faza:

$$6400 - 1600 = 4800 \text{ kg},$$

Şol sanda 32%-li P_2O_5 , ýagny

$$(4800 - 9,1) \cdot 0,32 = 1533,9 \text{ kg}$$

bu ýerde 9,1- filtrasiýanyň birinji zolagynda bugarýan çyglylygyň mukdary, kg.

Fosfogipsde saklanýan suwuk fazanyň mukdary (şert boýunça 47%)

$$\frac{1600 \cdot 47}{53} = 1418,6$$

Çökündiniň suwuk fazasynda saklanýan fosfor kislotasynyň mukdary (32% - li P_2O_5 boýunça hasaplananda)

$$1418,6 \cdot 0,32 = 454 \text{ kg}$$

Fosfor kislotanyň ýitgisini göz önünde tutup, ýuwgy suw bilen ekstraksiýa girizilýän P_2O_5 -ň mukdary:

$$454 - 7,72 = 446,28$$

Öwrülýan kislota bilen ekstraksiýa girizilýän P_2O_5 -ň mukdary

$$1533,09 - (394 - 7,88) - 446,28 \approx 700,7 \text{ kg}$$

bu ýerde 394 we 7,88 – apatitde we dargamadyk apatitde saklanýan P_2O_5 -ň mukdary,kg.

32% P_2O_5 konsentrasiýaly yzyna gaýtarylýan kislotanyň mukdary:

$$\frac{700,7}{0,32} = 2189,53 \text{ kg}$$

Girizilen we çykarylan materiallaryň mukdarlarynyň arasyndaky tapawudy ýuwgy suwlaryň mukdaryny, ýagny ekstraksiýa prosesine iberilýan suwuň mukdaryny, berýär:

$$(6400+8,21+140) - (1000+1197,4 + 2189,53) = 2161,28 \text{ kg}$$

bu ýerde 1197,4 – 76% H_2SO_4 -ň girizilýän mukdary,kg 140-bugardyjyda bugarýan suwuň mukdary (şert boýunça) 8,21-gaz fazasyna bölünip çykýan floryň (SiF_4 diýip hasaplanan) mukdary, kg.

Yuwgy ergininde P_2O_5 -ň konsentrasiýasy:

$$\frac{446,28 \cdot 100}{2161,28} = 20,65\%$$

Gowşadylma erginiň mukdary:

$$2189,53 + 2161,28 = 4350,81 \text{ kg}$$

Öwrülýän pulpanyň mukdaryny öwrülmede umumy pulpa görä galyndysyz bölünýän (кратность) şert boýunça (5,8) kesgitleýäris:

$$6400 \cdot 5,8 = 37120 \text{ kg}$$

Ekstraksiýa prosesiniň materiallarynyň balansyny düzýäris.

Ekstraksiýa prosesiniň maddy balansy Tabl. 10

Ekstraksiýa girizilýär		kg	Ekstraksiýadan çykarylýar		kg
1	apatit konsentraty	1000	1	flor (SiF_4 diýip hasaplananda)	8,21
2	kükürt kislotasy	1197,4	2	Ekstraksion pulpasy	43660
3	gowşadylma	4350,81			

	ergini				
4	Öwrülýän pulpa	37120,0			
	Jemi:	43668,21		Jemi:	43668,21

Ekstraksion pulpada P_2O_5 -ň saklanyşyny kesgitleýäris
Ekstraksion pulpanyň suwuk fazasynda(izyna gaýtarylýan we ekstraksiýanyň dowamynda täze emele gelýän)

$$1533,09 \cdot 5,8 + 1533,09 = 10425,01 \text{ kg}$$

şol sanda apatit konsentratyndan 386,12 kg we izyna gaýtarylýan, gowşadyлма ergininden

$$700 + 446,28 = 1146,98 \text{ kg}$$

Diýmek, täze emele gelçän pulpada saklanýan P_2O_5 -ň mukdary:

$$386,12 + 1146,98 = 1533,1 \text{ kg}$$

yzyna öwrülýän pulpa bilen girizilýän P_2O_5 -ň mukdary:

$$10425,01 - (386,12 + 1146,98) \approx 8891,9 \text{ kg}$$

$$(\text{ýa-da } 1533 \cdot 5,8 \approx 8891,9 \text{ kg})$$

Ekstraksiýa giriziliýan pulpa(kabul edilen 5,8:1 galyndysyz bölünýän sirkulýasiýa laýyklykda we prosesde bugarylan suwy hasaba almazdan)

$$6400 + 5,8 \cdot 6400 + 140 = 43660 \text{ kg}$$

şol sanda,kg:

$$\text{gaty fazasy} \quad 1600 + 5,8 \cdot 1600 = 10880$$

suwuk

fazasy

$$4800 + 5,8 \cdot 4800 + 140 + 27840 = 32780$$

Pulpanyň suwuk fazasynda (bugarmany göz öňünde tutulmadyk ýagdaýda)

P_2O_5 -ň konsentrasiýasy:

$$(10425-32780) \cdot 100 = 31,8\%$$

II.1.7 Mesele

Fosfor kislotasy ($32\% P_2O_5$) önümçilikde ekstraksiýa prosesiniň sagatlaýyn ýylylyk balansyny düzmeli.

Bir sagatda harçlanýar: apatit konsentraty 36,7t; 100%-li H_2SO_4 33,5t; wakyymbugardyjynyň girelgesinde sirkulirlenýän pulpa 1412t, çykalgasynda bolsa 1406t; gowşadylma ergini 145,2t.

Süzülmäge 235t/sag pulpa iberilýär. Ekstraktora 56% çenli gowşadylan, 40^0C çenli sowadylan kükürt kislotasy berilýär. Gowşadylma ergini 29,2% P_2O_5 saklaýar, sirkulirlendirilýän pulpanyň suwuk fazasynda bolsa 32% P_2O_5 saklanylýar. Ekstraktorda bölünip aýrylýan gazlary sormak üçin $5000m^3$ /sag howa iberilýär. Önümçilik maglumatlary boýunça daşky gurşawa ýitýän ýylylygyň mukdary $\approx 1,8\%$.

Çözüdi:

Ýylylygyň umumy girizilýän mukdary: apatit(Q_{ap}), kükürt kislotasy ($Q_{k.k}$), gowşadylma ergini ($Q_{g.e.}$), reaksiýanyň (Q_r) we kükürt kislotasynyň gowşadylmagynyň ($Q_{gow.}$) ýylylyklary boýunça kesgitlenýär.

Ondan başga-da girizilýän howanyň (Q_{howa}) we sirkulirlenýän pulpanyň ($Q_{s.p.}$) hem ýylylyklary hasaba alynýar.

Şeýlelikde:

$$Q_{gir.} = Q_{ap} + Q_{k.k} + Q_{g.e.} + Q_{reak} + Q_{gowş.} + Q_{howa} + Q_{s.p.}$$

Bu ýylylyklary kesgitläli:

$$Q_{ap} = 36700 \cdot 0,783 \cdot 17,6 = 505755 \text{ kDj} \approx 505 \text{ MDj.}$$

[0,783 –apatit konsentratyň udel ýylylyk sygyny, kDj/(kg·K);

17,6 - sehin içindäki orta temperatura, $0C$]

$$Q_{k.k} = 59800 \cdot 2,47 \cdot 40 = 5908240 \text{ kDj} \approx 5908,7 \text{ MDj}$$

[2,47 – 56%-ly H_2SO_4 -ň udel ýylylyk sygymy kDj/(kg·K);

$$40 - \text{kislotanyň temperaturasy, OC; } 59800 - \frac{33,5}{0,56}$$

$$Q_{g.e} = 145200 \cdot 3,036 \cdot 55 = 24245496 \text{ kDj} \approx 24245,5 \text{ MDj}$$

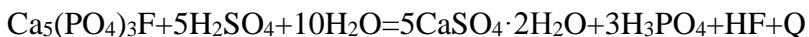
[3,036 – 29,2% P_2O_5 ýa-da 40,3% H_2PO_4 konsentraciýaly fosfor kislotanyň gowşadylma ergininiň udel ýylylyk sygymy, kJ/(kg·K)].

Bu ululygyň kesgitleme deňlemesi:

$$c = 4,2324 - 0,02968 \cdot 40,3 = 3,036 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

55 - gowşadylma erginiň temperaturasy, OC.

Kükürt kislotasynyň apatit bilen özara täsirleşmesiniň ýylylyk effekti Gessin kanuny boýunça tapylýar:



$$\begin{aligned} Q &= (5 \cdot 2022,6 + 3 \cdot 1278,2 + 269,6) - \\ &\quad (6828,7 + 5 \cdot 839,5 + 10 \cdot 286,4) = \\ &= 14217,2 - 13890,2 = 327 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

bu ýerde reagirleşýän maddalaryň we emele gelýän önümleriň emele gelme ýylylyklary, kJ/k mol:

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gaty	2022,6
H_3PO_4 erg	1278,2
HF gaz	269,6
$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ gaty	6828,7
H_2SO_4 erg	839,5
H_2O suw	286,4

Diýmek:

$$Q_{\text{reak}} = \frac{36700 \cdot 0,93 \cdot 0,98 \cdot 327 \cdot 1000}{504} = 21701627 \text{ kJ} \approx 21701,6 \text{ Mj}$$

bu ýerde [0,93 – apatit konsentratynda saklanýan fluorapatit, birligiň bölegi; 504 - fluorapatityň molekulýar massasy].

Ekstraktora iberilýän 56%-li H_2SO_4 -ň gowşadylma ýylylygy

$$Q_{\text{gowş.}} = \frac{G_k \cdot Q}{98} = (33500 \cdot 20976) / 98 = 716065 \text{ KJ} \approx 7170,7 \text{ Mj}$$

bu ýerde G_k - ekstraktora iberilýän kükürt kislotasynyň sagatlaýyn mukdary, kg.

Kükürt kislotasynyň gowşadylmagynyň udel ýylylygy(q):

$$q = \frac{74776 \cdot n_2}{n_2 + 1,7983} - \frac{74776 \cdot n_1}{n_1 + 1,7983} \text{ kJ/Kmol}$$

bu ýerde n_1 we n_2 - başlangyç we ahyrky (ekstraktorda gowşadylmagyndan öň we gowşadylan) kükürt kislotasynda $\text{H}_2\text{O}:\text{H}_2\text{SO}_4$ mol gatnaşygy:

$$n_1 = \frac{44 \cdot 98}{15 \cdot 56} = 4,28 \text{ k mol H}_2\text{O} / \text{k mol H}_2\text{SO}_4.$$

n_2 -ni tapmak üçin kükürt kislotasynyň gowşadylandan soňky konsentراسىsyny bilmek zerurdyr. Bu konsentراسىsyny 1000kg apatit konsentraty boýunça düzülen maddy balansyň maglumatlaryndan kesgitleýäris.

$$C_2 = \frac{910}{910 + 715 + 3940,6(1 - 0,403) + 38324,4 \cdot 0,75(1 - 0,442)} \cdot 100 = 4,55\%$$

bu ýerde 910 we 715 – 56% - li H_2SO_4 bilen girizilýän monogidratyň we suwyň mukdary, kg;

3940,6 we 38234,4 – ekstraktora iberilýän gowşatma erginiň we izyny öwrülýän pulpanyň mukdarlary, kg;

0,403 we 0,442 - gowşatma erginge we yzyna öwrülýän pulpada H_3PO_4 -ň konsentراسىsasy, birligiň böleginde;

0,75-izyna öwrülýän pulpada suwuk fazanyň saklanylşy, birligiň böliginde .

Gutarnykly:

$$n_2 = \frac{95,5}{18} \cdot \frac{98}{4,5} = 115,54 \text{ kmol H}_2\text{O/kmolH}_2\text{SO}_4$$

Diýmek:

$$q = \frac{74776 \cdot 115,54}{115,54 + 1,7983} - \frac{74776 \cdot 4,28}{4,28 + 1,7983} = 20976,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}$$

Ekstraktora barýan howanyň ýylylygy:

$$Q_{\text{howa}} = 5000 \cdot 1,004 \cdot 1,29 \cdot 20 + \frac{5000 \cdot 2333 \cdot 18 \cdot 0,8}{(101323 - 2333 \cdot 0,8) \cdot 224} \cdot 2530 = 320275 \text{ kJ} \approx 320,3 \text{ Mj}$$

[5000 - berilýän howanyň n,s-däki göwrümi (iş ýüzündäki maglumatlar boýunça), m³/sag;

1,004 - howanyň ýylylyk sygymy, kJ/(kg·K);

1,29 - howanyň 0°C-de we 1,013·10⁵ ýa-da dyklylygy, kg/m³;

2333Pa- 20⁰ C-de howadaky suw buglaryň parsial basyşy;

0,8 - howanyň otnositel çyglylygy;

2530 - 20⁰ C-de suw buglarynyň entalpiýasy, kJ/kg]

Ekstraktora iberilýän wakuum- bugardyjydan izyna öwrülýän pulpanyň ýylylygy Q_{y.g.p.} ol ýylylygyň umumy girizilýän we harçlanýan mukdarlarynyň tapawudydyr.

Ahyrynda, ekstraktora girizilýän ýylylygyň umumy mukdary:

$$Q_{\text{gir.}} = 505755 + 5908,747 + 24245496 + 21701627 + 7170675 + 320275 + Q_{\text{y.g.p.}} = 59852575 + Q_{\text{y.g.p.}}$$

Ýylylygyň harajaty.

Äkidilýän ýylylyklaryň jemi:

ýagny süzülmä berilýän pulpanyň (Q_p); ekstraktordan çyrarylýan gazlaryň (Q_{gaz}); ekstraktordan wakuum-bugardyja sowatmak üçin iberilýän izyna gaýtarylýan pulpanyň ($Q_{y.g.p.}$) ýylylyklary we ýylyk ýitgileri ($Q_{ýt}$).

Bu ýylylyklary kesgitleýäris.

Ekstraktordan süzmä iberilýän pulpanyň 69^0 C-däki ýylylygy:

$$Q_p = 235000 \cdot C_p \cdot 69$$

Bu ýerde: 235000 – pulpanyň mukdary, kg;

69 – temperatura, 0C ;

C_p – pulpanyň udel ýylylyksygymy, kJ/(kg·k), onuň kesgitlenişi

$$C_p = C_{suw} \cdot X_{suw} + C_{gaty} \cdot X_{gaty}$$

bu ýerde [C_{suw} we C_{gaty} – pulpanyň suwuk we gaty fazalarynyň ýylylyk sygymlary, kJ/(kg·k);

X_{suw} we X_{gaty} – pulpanyň suwuk we gaty fazalarynyň massa bölegi]

Eger pulpanyň suwuk fazasyny fosfor kislotasynyň ergini, gaty fazasyny bolsa – gips diýip kabul etsek, onda :

$$C_p = (4,2324 - 0,02968 \cdot 44,2) \frac{4800}{6400} + 1,072 \frac{1600}{6400} = 3,188 \text{ kJ/(kg·k)}$$

[4,2324 = 0,029·44,2 - 44,2% H_3PO_4 konsentrasiýaly fosfor kislotasynyň udel ýylylyk sygymy;

4800/6400 - s:g = 3:1 gatnaşykly pulpada fosfor kislotasynyň saklanylşy;

1600/6400 – pulpada gipsyň mukdary;

1,072 – gipsiň ýylylyk sygymy]

Diýmek:

$$Q_p = 235000 \cdot 3,188 \cdot 69 = 51693420 \text{ kJ} \approx 51693,4 \text{ Mj/sag}$$

Ekstraktordan äkidilýän gazlaryň (40^0C -de) ýylylygy:

$$Q_{\text{gaz}} = 5000 \cdot 1,004 \cdot 1,29 \cdot 40 + \frac{5000 \cdot 7373 \cdot 18 \cdot 0,8}{(101323 - 7373 \cdot 0,8) \cdot 22,4} \cdot 2568,6 = 8969$$

$$50 \text{ kJ/sag} \approx 897 \text{ MJ/sag.}$$

bu ýerde $5000 \cdot 1,004 \cdot 1,29 \cdot 40$ – ekstraktora berilýän howanyň ýylylygy;

7373pa - 40⁰ C-da doýgunlaşdyrylan gazyň düzümindäki suw buglarynyň parsial basyşy;

0,8 – howanyň otnositel çyglylygy;

2568,6 – suw buglarynyň ýylylygy, kJ/kg.

Wakuum – bugardyja ugrukdyrylan izyna öwrülýän pulpanyň ýylylygy .

$$Q_{y.\ddot{o}.p} = 1412000 \cdot 3,188 \cdot 69 = 310405608 \text{ kJ} \approx 310405,6 \text{ MJ.}$$

[1412000 – izyna öwrülýän pulpanyň mukdary, kg.

3,188 – pulpanyň ýylylyk sygymy, kJ/(kg·k)]

Iş ýüzünde alynan maglumatlar boýunça ýylylyk ýitgileri ($Q_{\text{ýit}}$) ýylylygyň beýleki harajatlaryna görä $\approx 1,8\%$ barabar, ýagny 6533,9 MJ.

Ekstraktorda çykýan umumy ýylylyk:

$$Q_{\text{çyk}} = 1693,4 + 897,0 + 310405,6 + 6533,9 = 369529,9 \text{ MJ/sag.}$$

Ýylylygyň umumy harajatyny bilip, ekstraktora iberilýän izyna öwrülýän pulpa bilen girizilýän ýylylygyň mukdary:

$$Q_{y.\ddot{o}.p} = 369529,9 - 59852,6 = 309677,3 \text{ MJ}$$

Fosfor kislotasynyň ekstraksiýa bölüminiň sagatlaýyn ýylylyk balansynyň tablisasy: Tabl. 11

Giriş	Mj/sag	Çykyş	Mj/sag
Apatit konsentraty bilen	505,8	Süzülmä baryan pulpa bilen...	51693,4
56%-li H ₂ SO ₄ bilen	5908,7	Ekstraktordan äkidilýän gazlar bilen	897,0
Gowşadyrma ergini bilen	24245,5	Ekstraktordan çykýan yzyna öwrülýän pulpa bilen	310405,6
Apatityň dargama reaksiýasynyň ýylylygy	21701,6	Ýylylyk ýitgileri	6533,9
56%-li H ₂ SO ₄ -ň gowşadyrma ýylylygy	7170,7		
Girizilýän howa bilen	320,3		
Yzyna öwrülýän pulpa bilen	309677,3		
Jemi:	369529,9	Jemi:	369529,9

II.2. Termiki fosfor kislotasy

Termiki usul bilen öndürilýän fosfor kislotasynyň çig maly hökmünde elementar fosfor ulanylýar. Ony elektrik peçlerde fosfatlardan uglerodyň we kremnezýomyň gatnaşmagynda wozgonka, ýagny suwuklyga öwürmän, göni gaz görnüşe geçirme usuly boýunça alýarlar:



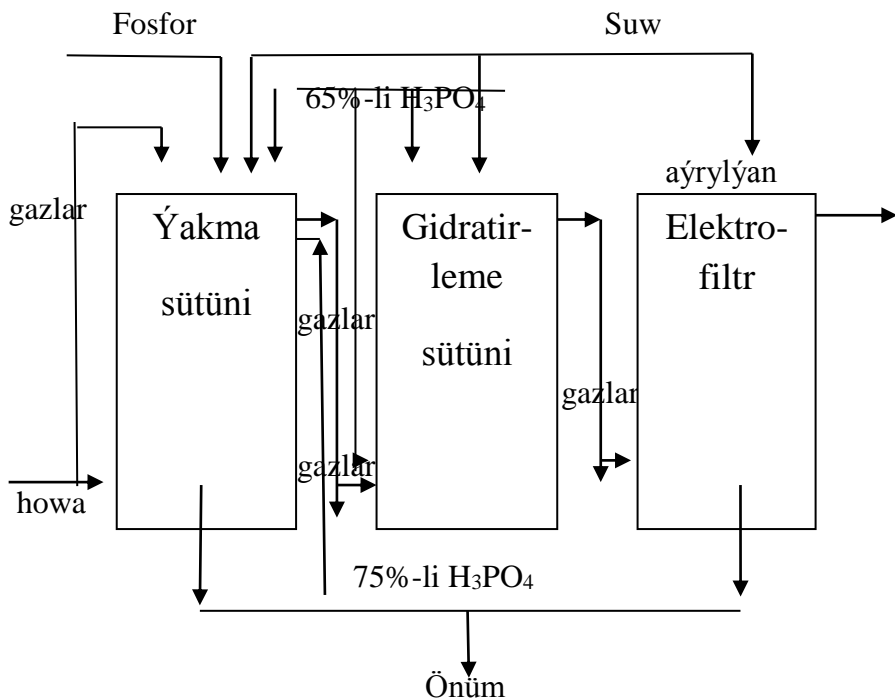
Iki tapgyryň geçirilişiniň yzygiderliligi, ýagny fosforyň elektrotermiki wozgonkasy we onuň soňra gaýtadan işlenmegi, fosfor kislotasynyň alynýşynyň iki usulyny hem takyklaýar.

Iki tapgyrly usul boýunça elektrik peçlerden çykýan gaz görnüşli önümler fosfory kondensirlemek üçin sowadylýar. Kondensirlenen fosfory ýakýarlar we fosfor kislotasyna öwürmek üçin gidratirleýärler ýa-da ulanyljak ýerlere sisternalarda äkidýärler we kislotany almak üçin gaýtadan işleýärler.

Bu usulda has arassa kislota alynýar. Ondan başga-da, zerur bolanda sary fosfory hem alyp bolýar, şonda uglerodnyň oksidini täzeden ulanmaga laýyk edýärler (utilizasiýa).

Fosfor kislotasynyň suwuk fosfordan alnyşynyň önümçiligi sur.2 görkezilýär. Çyzgyda laýyklykda suwuk fosfor ýakma sütüninde ýakylýar. Bu sütün yzyna gaýtarylýan fosfor kislotasy bilen suwarylýar. Suwarylmanyň netijesinde sütünden çykýan gazlar 145-160°C çenli sowayarlar we emele gelen P_2O_5 -ň bir näçe mukdary gidratirleme sütüninde suwarylýan kislota-da siňýärler.

Ýakma sütünden öndürilýän kislota çykarylýar. Galan gazlar bolsa gidratirleme sütünine baranda fosfor kislotasyna öwrülýär. Gidratirleme sütüni yzyna öwrülýän gowşak fosfor kislotasy bilen suwarylýar. Reagirleşmedik gazlar gidratirleme sütüninden 50-60°C temperaturada elektrofiltre, atmosfera zyňylmakdan öň, gutarnykly arassalanýar.



Surat 2. Fosfor kislotasynyň termiki usul boýunça alynyşynyň çyzgydy.

“A” kg fosfory ýakmak üçin howanyň harajatyny V_{howa} (m³) we G (kg) aşakdaky deňlemeler boýunça hasaplap bolar:

$$V_{\text{howa}} = \frac{A \cdot 5 \cdot 22,4 \cdot 2 \cdot 1002}{4 \cdot 31 \cdot 100 \cdot 21} = \frac{A \cdot 5 \cdot 22,4a \cdot \lambda}{4 \cdot 31 \cdot 21} = 4,301 \cdot 10^{-2} A \text{ a } \lambda$$

(1)

$$G = V_{\text{howa}} \cdot 1,29 = \frac{A \cdot 5 \cdot 22,4a \cdot 1,29\lambda}{4 \cdot 31 \cdot 21} = 5,55 \cdot 10^{-2} A \text{ a } \lambda$$

Bu ýerde 31- fosforyň atom massasy;
a - tehniki sary (suwuk) fosforda elementar fosforyň saklanylşy, %;

21 – howada kislorodyň saklanylyşy,%;
 ξ - stehiometriki mukdara görä howanyň artykmaçlyk
 koeffisiýenti; adaty 1,9-2,1;
 1,29 – howanyň dykzlygy, kg/m³
 Emele gelýän kislotanyň mukdary:
 100%-li H₃PO₄

$$G_k = \frac{Aa \cdot 98}{100 \cdot 31} = 3,16 \cdot 10^{-2} Aa$$

“b” %-li H₃PO₄

$$G_{1k} = \frac{Gk \cdot 100}{b} = \frac{Aa \cdot 98}{b \cdot 31} = 3,16 \frac{Aa}{b}$$

“c” %-li P₂O₅

$$G_k = \frac{Gk \cdot 71 \cdot 100}{c \cdot 98} = \frac{Aa \cdot 71}{c \cdot 31} = 2,29 \frac{Aa}{c}$$

Eger ýakma sütünde g,kg, gidratirleme sütüninde g₂ kg, elektrofiltrede bolsa g₃ kg 100%-li H₃PO₄ emele gelýän bolsa, onda

$$g_1 + g_2 + g_3 = G_k$$

bu ýerde $g_1 = 0,01 m_1 G_k$; $g_2 = 0,01 m_2 G_k$ we $g_3 = 0,01 m_3 G_k$

m_1, m_2, m_3 – ýakma sütüninde, gidratirleme sütüninde we elektrofiltrede fosfor anhidridiniň tutulýan derejesi,%.

Emele gelýän P₂O₅-ň mukdaryny V_a (m³) we G_a (kg) aşakdaky deňlemeler boýunça hasaplaýarlar:

$$V_a = \frac{Aa \cdot 22,4 \cdot 142}{100 \cdot 2 \cdot 31 \cdot 2 \cdot 142} = \frac{Aa \cdot 22,4}{100 \cdot 4 \cdot 31} = 0,1806 Aa$$

$$G_a = \frac{Aa \cdot 142}{100 \cdot 2 \cdot 31} = 2,29 \cdot 10^{-2} Aa$$

Suwuň mukdaryny G_{suw} hasaplamak üçin gerek bolan deňlemeler, kg:

kislotany emele getirmek üçin (fosfor angidridynyň gidratasiýasy)

$$G_{\text{suw}} = G_k \frac{3 \cdot 18}{2 \cdot 18} = \frac{Aa \cdot 3 \cdot 18}{100 \cdot 2 \cdot 31} = 8,71 \cdot 10^{-3} Aa$$

fosfor kislotasynyň monogidratyny “b”%-li H_3PO_4 çenli gowşatmak üçin gerek bolan-

$$G'_{\text{suw}} = G'_k - G_k = \frac{Aa \cdot 98}{31} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{100} \right) = 3,161 Aa \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{100} \right) \quad (3)$$

umumy mukdary

$$G_{\text{suw}} + G'_{\text{suw}} = \frac{Aa}{31} \left(\frac{98}{b} - \frac{98}{100} + \frac{3 \cdot 18}{2 \cdot 100} \right) = \frac{Aa}{31} \left(\frac{98}{b} - \frac{71}{100} \right) Aa \left(\frac{3,16}{b} - 2,29 \cdot 10^{-2} \right)$$

Fosforyň ýakma temperaturasyny (t_{ýak}) aşakdaky deňleme boýunça kesgitlep bolýar.

$$t_{\text{ýak}} = \frac{Q_f + \xi_{\text{howa}} \cdot C_{\text{howa}} \cdot t_{\text{howa}} \cdot V_{\text{howa}} + Cp \cdot tp}{Vg \cdot Cg} \quad (4)$$

bu ýerde

Q_f – suwuk fosforyň ýylylyk çykarmagynyň ukyplygy, 23635 kJ/kg

ξ - howanyň artykmaçlyk koefisiýenti

V_{howa} - howanyň nazary harajaty, m³/kg fosfor;

C_{howa} – howanyň udel ýylylyk sygymy,

kJ/(m³.k);

t_{howa} – ýakma iberilýän howanyň temperaturasy,

0C;

Vg – emele gelýän gazlaryň göwrümi, m³;

Cg - emele gelýän gazlaryň ýylylyk sygymy, kJ/(m³.K.).

II.2.1 Mesele

Düzüminde 0,5% garyndy saklanýan 1000kg suwuk fosfory ýakmak üçin zerur bolan howanyň ($\rho = 1$) nazary harajatyny kesgitlemeli.

Howanyň çyglylygyny göz önünde tutmaly däl.

Çözüdi:

(1)-nji deňlemäni ulanýarys:

$$V_{\text{howa}} = \frac{1000 \cdot 5 \cdot 22,4 \cdot 99,5 \cdot 1}{4 \cdot 31 \cdot 21} \approx 4280 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Şol sanda, kg: kislorod } 4280 \cdot 0,21 &= 899 \text{ m}^3 \quad \text{ýa-da} \quad \frac{899 \cdot 32}{22,4} \\ &= 1284 \end{aligned}$$

$$\text{azot: } 4280 - 899 = 3381 \text{ m}^3 \quad \text{ýa-da} \quad \frac{3381 \cdot 28}{22,4} = 4226 \text{ kg}$$

II.2.2 Mesele

Eger ýakylýan suwuk fosforyň mukdary 2500kg/sag, fosforyň düzüminde 0,5% garyndy, ýakma sütüninde bolsa fosfor angidritiň umumy mukdaryndan 50% tutulmagynda we emele gelbän kislotanyň konsentrasiýasy 75% H_3PO_4 bolsa, onda ýakma sütüninde fosfor kislotasynyň emele gelmegi we gowşadylmagy üçin zerur bolan suwuň sagatlaýyn mukdaryny hasaplamaly.

Çözüdi:

P_2O_5 -ň tutulmagynyň 50%-ni hasaba almak bilen (2)-nji deňleme boýunça:

$$\begin{aligned} G_{\text{howa}} &= \frac{2500 \cdot 0,995 \cdot 3 \cdot 18 \cdot 0,5}{2 \cdot 31} = 8,71 \cdot 10^3 \\ &2500 \cdot 99,5 \cdot 0,5 = 1083 \text{ kg/sag} \end{aligned}$$

Kislotany 75% çenli gowşatmak üçin zerur bolan suwuň harajatyny (3)-nji deňleme boýunça tapýarys:

$$G'_{\text{howa}} = \frac{2500 \cdot 0,995 \cdot 0,5}{31} = \left(\frac{1}{75} - \frac{1}{100} \right) = 3,16 \cdot 2500 \cdot 0,5 \cdot 99,5$$

$$\left(\frac{1}{75} - \frac{1}{100} \right) = 1310 \text{ kg/sag.}$$

Fosfor angidridiniň gidratasiýasy we fosfor kislotasynyň gowşadylmagy üçin alynýan suwuň umumy harajaty:

$$1083 + 1310 = 2393 \approx 2400 \text{ kg/sag}$$

II.2.3 Mesele

1000kg ýakylýan fosforyň hasabyna fosfor kislotasynyň önümçiliginiň maddy balansyny düzmeli. Hasaplamada gerek bolan maglumatlar:

ýakma iberilýän fosforyň düzüminde 0,5% garyndy saklanýar;

fosfor angidridiň siňme derejesi, onuň umumy mukdaryndan ýakma sütüninde 50%, gidratasiýa sütüninde 44,5%, elektrofiltrede 5,5% deňdir;

emele gelýän fosfor kislotasynyň konsentrasiýasy ýakma sümüninde 75%, gisratasiýa sütüninde 65%, elektrofiltrede 75% H_3PO_4 ; çykarylýan önümini konsentrasiýasy 75% H_3PO_4 ;

1000 kg fosfory ýakmak üçin howanyň ,iş ýüzündäki maglumlary boýunça, harajaty 10370,8kg (8055m³ n.ş);

Gazlaryň çyglylyk saklaýjylygy ýakma sütüninden çykýanlaryňky 0,18, gidratasiýa sütüninden çykýanlaryňky 0,116, elektrofiltreden çykýanlaryňky 0,11kg/kg.

Çözüdi:

Giriş

Ýakma iberilýän fosforyň mukdary 1000kg (şert boýunça)

Ýakma sütünine iberilýän howanyň mukdary 10370,8kg, şol sanda 2416,5 kislorod we 7954,3 kg azot.

Fosfor kislotasynyň emele gelmegi we gowşadylmagy üçin zerur bolan suwuň, şeýle hem äkidilýän zyňyndy gazlardaky suwuň mukdaryny emele gelyän kislotanyň we zyňyndy gazlaryň mukdaryny kesgitlänimizde taparys.

Çykyş

Emele gelyän H_3PO_4 -ň mukdary, kg:

$$100\%-li \quad \frac{1000 \cdot 0,995 \cdot 98}{31} = 3145,5$$

$$75\%-li \quad 3145,5/0,75=4194$$

Şonda, tehnologik prosesinň aýratyn tapgyrlarynda emele gelyän fosfor kislotasynyň mukdary, kg:

Ýakma sütüninde kislotanyň umumy mukdaryndan 50%-

$$3145,5 \cdot 0,5 = 1572,75 \text{kg} \text{ (100\%-li } H_3PO_4)$$

$$1572,75/0,75 = 2097,0 \text{kg} \text{ (75\%-li } H_3PO_4)$$

Sowadyjy sütüninde (gidratasiýada) umumy mukdardan 45%-li

$$3145,5 \cdot 0,45 = 1399,7 \text{kg} \text{ (100\%-li } H_3PO_4)$$

$$1399,7/0,65 = 2153,4 \text{ (65\%-li } H_3PO_4)$$

Elektrofiltirde umumy mukdardan 5,5% -

$$3145,5 \cdot 0,055 = 173 \text{kg}$$

$$\text{ýa-da} \quad 3145,5 - 1572,75 - 1399,7 = 173 \text{kg} \text{ (100\%-li } H_3PO_4)$$

$$173/0,75 = 230,6 \text{ (75\%-li } H_3PO_4)$$

Tehnologik prosesinň aýratyn tapgyrlaryndan we umumy toplumdan aýrylýan zyňyndy gazlaryň mukdaryny tapýarys.

1 t fosfor ýakylanda harçlanýan kislorod:

$$\frac{1000 \cdot 0,0995 \cdot 32 \cdot 5}{100 \cdot 31 \cdot 4} = 1284 \text{ kg ýa-da } 899 \text{ m}^3$$

Diýmek, berilýan 10370,8kg howanyň mukdaryndan ýakma sütüninden we soňra gidratasiýa sütüninden hem-de elektrofiltlerden howa gazlaryň zyňylýan mukdary:

$$10370,8 - 1284 = 9086,8 \text{ kg}$$

onuň düzümi,kg:

$$\text{N}_2 \dots\dots\dots 7954,3$$

$$\text{O}_2 \dots\dots\dots 2416,5 - 1284 = 1132,5$$

onuň bilen äkidilýän suw bugynyň mukdary,kg:

$$\text{ýakma sütüninden çykýany } 9086,8 \cdot 0,18 \approx 1635,6$$

$$\text{gidratasiýa sütüninde çykýany } 9086,8 \cdot 0,116 \approx 1054$$

$$\text{elektrofiltlerden çykýany } 9086,8 \cdot 0,11 \approx 1000$$

Suw bugyny hasabata almak bilen zyňyndy gazlaryň umumy mukdary:

$$9086,8 + 1000 = 10086,8 \text{ kg}$$

Äkidilýän akymlarda saklanýan suwuň mukdary,kg-li

$$4194 - 3145,5 + 3145,5 \frac{3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 1048,5 + 866,5 = 1915$$

bu ýerde

4194 we 3145,5 kg emele gelen 75%-li we 100%-li fosfor kislotanyň mukdarlary;

866,5kg – monogidratda saklanýan suwyň mukdary;

Zyňyndy gazlarda saklanýan suwyň mukdary – 100kg

Diýmek, topluma girizmeli suwyň mukdary:

$$1915 + 1000 = 2915 \text{ kg.}$$

Geçirilen hasaplamalara laýýyklykda, fosfor kilotasynyň (1t.fosfor boýunça) önümçiliginiň maddy balansynyň tablisasy: Tabl. 12

Çiriş	kg	Çykyş	kg
fosfor	1000	75%-li önüm	
howa	10370,8	kislotasy	4194
Şol sanda	2416	Şol sanda	3145,5
Kislorod	7354	H ₃ PO ₄	1048,5
Azot		H ₂ O	10086,8
suw	2915	Zyňyndy gaz	
		Şol sanda	1132,5
		O ₂	7954,3
		N ₂	1000
		H ₂ O	5
		garyndy	
jemi	14285,8	jemi	14285,8

II.3. Ikili superfosfat

Ikili superfosfaty kameraly, kameraly-akymly ýa-da kamerasyz (akymly) usullar boýunça tebigy fosfatlaryň fosfor kislotasy bilen dargadylmagynda alýarlar. Ikili superfosfatyň kameraly usuly bilen alynmagynda fosfat çig malyny kamerada konsentirlenen fosfor kislotasy (50-52% P₂O₅)bilen dargadýarlar. Şonuň üçin ekstraksion fosfor kislotasyny başda bugardýarlar ýa-da termiki fosfor kislotasyny ulanýarlar. Kameraly superfosfat adatça 15 (käbir ýagdaýlarda 25-30) gije-gündiziň dowamynda ammarlarda bişişýär, fosfatyň dargama derejesi şonda 90-92% ýetýär.

Kameraly – akymly usulda ýeňil dargaýan fosfaty konsentirlenen kislota bilen dargadýarlar we emele gelen önümi däneleýärler, guratýarlar, bölejikleriň ululygy boýunça bölýärler.

Bugardylmadyk ekstraksion fosfor kislotasy ulanylýan ýagdaýda fosfatlary garyjy-reaktorlarda dargadýarlar, artykmaç

çygyllygyny bolsa pürküdişi we aýlanýan guradyjylarda guratma bilen aýyrýarlar.

Fosfor kislotasynyň stehiometriki normasyny “X”(kg-da 100kg fosfat üçin) çig malyň mineralogik düzümine ýa-da formulasyna laýyklykda komponentleriniň dargama reaksiýasy boýunça hasaplaýarlar:

$$x = \frac{a/28 + 2b/145 + c/20 + d/71}{e} \cdot 100 \quad (1)$$

bu ýerde a,b,c,d we e – dargadylýan fosfatda CaO , Me_2O_3 , MgO , P_2O_5 saklanylşy we fosfor kislotasynda birinji H^+ ionynyň konsentrasiýasy, %; 145- birýarym oksidleriň şertleýin ortaça ölçeg molekulýar massasy.

Kameraly usulynyň ýetmezçiligi – önümiň ammarda bişişmeginiň dowamlylygy we ftor zyňyndysynyň doly tutup bolmaýanlygy, akymly usulda bolsa tilsimat prosesiniň çylşyrymlylygy, önümiň hiliniň pesligi we ş.m..

II.3.1 Mesele

Düzümünde 26% P_2O_5 , 41,8% CaO , 5,08% Me_2O_3 saklanýan 100kg fosfatyň dargadylmagy üçin zerur bolan fosfor kislotasynyň harajatyny tapmaly. Kislotada wodorodyň birinji ionynyň konsentrasiýasy (dimetilgelb bilen titrlenende) 0,712% deň.

Çözüdi:

(1)-nji deňleme boýunça tapýarys:

$$\frac{100[41,8/28 + (2 \cdot 5,08)/145 + 26,0/71]}{0,712} = \frac{(1001,4929 + 0,0707 + 0,3662)}{0,712} = 168,1 \text{ kg}$$

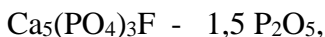
II.3.2 Mesele

Düzümünde 27,5% P_2O_5 , 2,5% ftor, 43,5 % CaO we 3,6% MgO bar bolan Karatan fosforitinde florapatit we dolomit görnüşinde

baglanan CaO-nyň mukdaryny hasaplamaly. MgO diňe dolomitiň düzümine, florapatity bolsa $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ diýip kabul etmeli.

Çözüdi:

1000kg çig malda saklanýar, kg: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ görnüşinde baglanan CaO:

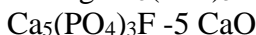


$$504 - 5 \cdot 56$$

$$x - 275 \quad x = \frac{504 \cdot 275}{1,5 \cdot 142} = 336\text{kg}$$



336 kg $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ saklanýan CaO-ň mukdary:



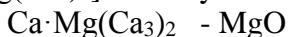
$$504 - 5 \cdot 56$$

$$306 - x \quad x = \frac{366 \cdot 5 \cdot 56}{504} = 186\text{kg}$$

Ftorapatit bilen baglanmadyk CaO-ň mukdary:

$$435 - 186 = 249\text{kg CaO}$$

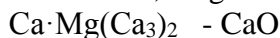
Çig malyň düzüminde saklanýan dolomityň $[\text{Ca} \cdot \text{Mg}(\text{Ca}_3)_2]$ mukdary:



$$184,3 - 40$$

$$x - 36 \quad x = \frac{184,3 \cdot 36}{4} = 164,63\text{kg}$$

164,63kg dolomitde saklanýan CaO-ň mukdary:



$$184,3 - 56$$

$$164,63 - x \quad x = \frac{164,63 \cdot 56}{184,3} = 50,0 \text{ kg CaO}$$

Diýmek 1000kg çig malyň düzüminde saklanýan 435kg CaO – nyň minerallarda saklanylşy:

florapatityň düzüminde -186kg dolomitde 50kg karbonat, silikat we beýlekilerde

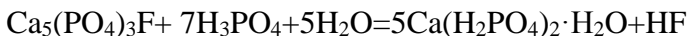
$$435-(186+50)=199\text{kg CaO}$$

II.3.3 Mesele

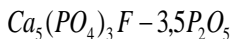
1 tonna ikili superfosfaty öndürmek üçin 366,7kg fosfor kislotasy (P_2O_5 boýunça hasaplanan) we 349,1kg apatit konsentraty harçlanýar. 100 kg apatit konsentratyna harçlanýan stehiometriki mukdary bilen deňeşdirilen, kislotanyň artykmaçlygyny hasaplamaly.

Çözüdi:

Reaksiýanyň deňlemesine laýyklykda



100 kg apatite harçlanýan fosfor kislotasynyň teoretiki harajaty:



$$504 \quad - \quad 3,5 \cdot 142$$

$$100 \quad - \quad x$$

$$x = \frac{3,5 \cdot 142 \cdot 100}{504} = 98,6 \text{ kg } \text{P}_2\text{O}_5$$

bu ýerde 142 we 504 - P_2O_5 -ň we $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ -ň molekulýar massasy 100 kg apatit konsentratyna iş ýüzünde harçlanýan kislotanyň mukdary:

349,1kg fosfat – 366,7 kg P_2O_5

$$100 \quad - \quad x$$

$$x = \frac{100 \cdot 366,7}{349,1} = 105,04 \text{ kg } \text{P}_2\text{O}_5$$

Diýmek, kislotanyň artykmaçlygy:

$$\frac{105,04 - 98,6}{98,6} \cdot 100 = 6,5\%.$$

II.3.4 Mesele

Ikili superfosfatyň kameraly usul boýunça alnyşynyň maddy balansy düzmeli.

Hasaplamalar üçin gerek bolan maglumatlar:

Ulanylýar: bugardylan kislotada ($541\% \text{ P}_2\text{O}_5$); 1000 kg önüme harçlanýar 366,7 kg fosfor kislotasy (P_2O_5 % hasaplanan); 349,1 kg apatit konsentraty we 3 kg hek daşy goşulýar ($95\% \text{ CaCO}_3$);

ftoryň saklanylyşy: fosfor kislotasynda 0,3%; apatit konsentratynda 3%; gaz fazasyna ftoryň umumy mukdaryndan 15 % geçýär;

kameraly usulda 2 kg suw bugy; superfosfatyň bişismeginde 100 kg apatite hasaplananda 1,5 kg H_2O aýrylýar;

apatitiň dargama derejesi 80%.

Önüm hek daşy ($95\% \text{ CaCO}_3$) bilen erkin P_2O_5 – ñ 1% çenli bitaraplaşdyrylýar; hek daşynyň ulanma derejesi 70%.

Hasaplamany 100 kg apatit konsentraty boýunça geçirmeli.

Çözüdi :

Materiallaryň girizilişi

100 kg apatit konsentratyna harçlanýan fosfor kislotasy, kg:

$$100\% - li \quad \frac{100(366,7)}{349,1} = 105,4 = 105$$

$$54\% - li \quad \frac{105,4}{0,54} = 194,52$$

Önüm üçin alynýan kislotada ftoryň saklanylyşy:

$$194,52 \cdot 0,003 = 0,58 \text{ kg}$$

Pulpada ftoryň umumy mukdary:

$$0,58 + 3 = 3,58 \text{ kg}$$

Garyja barýan umumy reagentler (fosfor kislotasy, apatit we hek daşy):

$$194,52+100+3,0=297,52 \text{ kg}$$

Materiallaryň harçlanylyşy

Garylmada bölünip çykýan gazlaryň we suw bugynyň mukdary, kg: uglerodyň ikili oksidiniň ähli mukdary

$$\frac{(3 \cdot 0,95 \cdot 44)}{100} = 1,25$$

Pulpada saklanýan ftoryň mukdarynyň 15 %-i, ýagny

$$3,58 \cdot 0,15 = 0,54$$

$$\left[SiF_4 - e \text{ hasaplananda } \frac{0,5}{100 \cdot 76} = 0,74 \right]$$

Suw bugy 2 kg

Bölünip aýrylýan gazlaryň we bugyň umumy mukdary:

$$1,25+0,74+2=3,99=4,0 \text{ kg.}$$

Şeýlelikde garyjydan kamera barýan pulpanyň mukdary:

$$297,5 - 3,99 = 293,53 \text{ kg}$$

Super fosfat göçürilende we agdarylanda suw bugynyň goşmaça 1,5 kg bölünip aýrylýar.

Diýmek, önüm goşmaça işlenenden soň, ambarda bolan superfosfatyň mukdary:

$$293,53-1,5=292,03=292 \text{ kg}$$

Emele gelen, agdarylan önümiň hil görkezijileri:

$$P_2O_{5\text{um}} \quad \frac{105,4+39,4}{292} \cdot 100 = 49,47\%$$

Çig malyň dargama derejesiniň 80 %-de önümde saklanýan özleşdiriji P_2O_5 – ñ mukdary

$$39,4 \cdot 0,8+105,04=136,56 \text{ kg}$$

$$P_2O_{5\text{özl}} \frac{136,56}{292} \cdot 100 = 46,77\%$$

80 kg apatity dargatmak üçin harçlanýan fosfor kislotasynyň (P_2O_5 görnüşinde) mukdary:

$$\begin{array}{rcl} Ca_5(PO_4)_3F & - & 3,5 P_2O_5 \\ 504 & - & 3,5 \cdot 142 \\ 80 & - & x \end{array}$$

$$x = \frac{80 \cdot 3,5 \cdot 142}{504} = 78,89 \text{ kg}$$

Artykmaç galan erkin (baglanmadyk) görnüşinde P_2O_5 – ñ mukdary

$$105,04 - 78,89 = 26,15$$

$$P_2O_{5\text{erk}} = \frac{26,15}{292} \cdot 100 = 8,96\%$$

Ikili superfosfatyň emele gelmegi üçin harçlanýan suwuň mukdary;

$Ca_5(PO_4)_3F - 5H_2O$ (reaksiýa boýunça)

$$504 \quad - \quad 5 \cdot 18$$

$$80 \quad - \quad x \quad x = \frac{80 \cdot 5 \cdot 18}{504} = 14,29 \text{ kg}$$

54%-li kislotanyň düzüminde, %;

$$H_3PO_4 \frac{2 \cdot 98 \cdot 54}{142} = 74,54$$

$$H_2O \quad 100 - 74,54 = 25,54$$

Kislota bilen girizilýän suw:

$$194,52 \cdot 0,2554 = 49,52 \text{ kg}$$

Önümde saklanýan gigroskopiki çyglylyk

$$\frac{49,52 - 14,29 - 2 - 1,5}{292} \cdot 100 = 10,87$$

bu ýerde 2 we 1,5-reagentleriň garylmagynda we superfosfatyň bişişme prosesinde bölünip aýrylýan suw bugy

Kristallizasion suwy hasaba almak bilen önümde saklanýan çyglylygyň umumy mukdary:

$$\frac{49,52 - 2 - 1,5}{292} \cdot 100 = 15,76$$

Önümiň düzümindäki floryň mukdary, %

$$\frac{3,58 - 0,54}{292} \cdot 1,04\%$$

Bitaraplaşdyrylan superfosfatyň maddy balansynyň tablisasy: Tabl. 13

Çiriş	kg	Çykyş	kg
apatit	100	ikili superfosfat	292,03
kislota (54% P ₂ O ₅)	194,52		
CaCO ₃	3	bölünip çykýan buglar we gazlar (0,74+1,25+2+1,5)	5,49
jemi	297,52	jemi	297,52

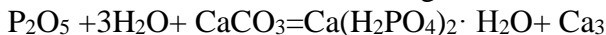
P₂O₅_{erik} –ň bitaraplaşdyrylmagy üçin zerur bolan hek daşyň mukdaryny tapýarys:

Önümde bitaraplaşdyrmakdan ön erkin P₂O₅-ň umumy mykdary 26,15kg deň. Bitaraplaşdyrmakdan soň (superfosfatyň massasyna görä)

$$292,03 \cdot 0,01 = 2,92 \text{ kg}$$

Bitaraplaşdyrylýan P₂O₅-ň mykdary;

$$26,15 - 2,92 = 23,23 \text{ kg}$$



reaksiýa laýyklykda bitaraplaşdyrmaga gerek bolan hek daşyň mukdary:

$$\frac{23,23 \cdot 100}{142} = 16,36 \text{ kg}$$

Ulanyş derejesini we CaCO_3 -ň hek daşynda saklanyşyny göz önünde almak bilen zerur bolan hek daşynyň mukdary:

$$\frac{16,36}{0,7 \cdot 0,95} = 24,60 \text{ kg}$$

Şonda emel gelýän CO_2 -ň mukdary, kg

CaCO_3	-	CO_2
100	-	44

16,36	-	x	$x = \frac{16,36 \cdot 44}{100} = 7,20 \text{ kg}$
-------	---	---	--

Bitaraplaşdyrylan önümi çykymy

$$292,03 + 24,60 - 7,20 = 309,43 \text{ kg}$$

1% ýitgini hasaba alanda (göçürilende we ýüklenende)

$$309,43 - 3 = 306,43 \text{ kg}$$

Taýarlanan, bitaraplaşdyrylan ikili superfosfatyň hili, %

$$\text{P}_2\text{O}_{5\text{um}} \frac{105,04 + 39,4}{309,43} \cdot 100 = 46,68$$

$$\text{P}_2\text{O}_{5\text{özl}} \frac{39,4 \cdot 0,8 + 105,04}{309,43} \cdot 100 = 44,13$$

$$\text{P}_2\text{O}_{5\text{erk}} \frac{2,02}{309,43} \cdot 100 = 0,94$$

$$\text{Önümiň umumy çyglylygy} \frac{49,52 - 2 - 1,5}{309,43} \cdot 100 = 14,87$$

$$\text{Önümiň düzümindäki ftor} \frac{3,58 - 0,54}{309,43} \cdot 100 = 0,98$$

Önüмçiligiň umumy maddy balansynyň tablisasy Tabl. 14

Giriş	kg	Çykyş	Kg
Apatit	100	Ikili super fosfat bölünip aýrylýan buglar we gazlar (0,74+1,25+2+1,5+7,20)	309,43
Fosfor	194,52		
kislotasy	27,60		
Hek daşy (3+24,6)			12,69
Jemi	322,12	Jemi	322,12

II.3.5 Mesele

Bugardylmadyk fosfor kislotasyndan ikili superfosfatyň öнүмçiligiň maddy hasaplamalaryny geçirmeli.

Hasaplamada zerur bolan maglumatlar.

Fosfat çig malyň düzümi: 21,6% P_2O_5 , 2,15% ftor, 4,25% CO_2 we 10,5% Me_2O_3 ; ekstraksion fosfor kislotasynyň (32% P_2O_5) düzüminde 1,92% ftor we 7,5 kg/m³ gips; 100 kg fosforit umuny dargatmak üçin 75 kg P_2O_5 gerek; 100 kg fosforit unundan bitaraplaşdyrylan superfosfatyň çykymy 210 kg;

bitaraplaşdyrylan öнүmiň düzümi: $P_2O_{5\text{sum}}$ – 45,3%; $P_2O_{5\text{özl.}}$ – 44,7%;

$P_2O_{5\text{erk}}$ – 7%; fosforityň ulanyş derejesi 94%; returyň bitaraplaşdyrylmadyk öнүme bolan gatnaşygy 4:1;

Gaz fazasyna çykarylýan derejesi: ftoryň – 22%; CO_2 -niň - 100%; garmada suw bugaryşy, 100 kg fosforit boýunça hasaplananda – 1,7 kg;

Hek daşy bilen bitaraplaşdyrylmany erkin P_2O_5 -ň 4% çenli geçirilmeli; hek daşynyň ulanyş derejesi 70%, onuň düzüminde 95% $CaCO_3$ saklanýar; guratmada öнүmde galýan külüň mukdary ýangyçda saklanýanyndan 20%, bu bolsa her 100 kg fosforitde 2,59 kg bolar;

Mehaniki ýitgiler 1%. Hasaplamany 100 kg fosforit uny boýunça geçirmeli .

Çözüdi:

Garylma we pulpanyň emele gelmegi.

reaksiýany geçirmek üçin fosfor kislotasynyň (32% P_2O_5) zerur bolan mykdary:

$$\frac{75}{0,32} = 234,38 \text{ kg}$$

bu mukdarda saklanýan gips:

$$\frac{234,38 \cdot 7,5}{1320} = 1,33 \text{ kg}$$

bu ýerde 1320 – kislotanyň dykzlygy, kg/m^3

Diýmek, kislotanyň gerek bolan massasy:

$$235,71 + 100 = 335,71 \text{ kg}$$

Fosfar kislotasy bilen fosforityň özara täsirleşmesinde bugarýan suwuň massasy 1,7 kg we CO_2 -niň ahlisi, ýagny 4,25kg, bölünip çykýar. Diýmek, reagentleriň garylmagynda we garylmana iberilýän returdan emele gelýän pulpanyň mukdary:

$$335,71 - 1,7 - 4,25 = 329,76 \text{ kg}$$

Pulpa bilen returyň garylmagy we guratma

Pulpanyň emele gelmeginde bölünip çykýan ftor:

$$(234,38 \cdot 0,0192 + 100 \cdot 0,0215) \cdot 0,22 = 1,46 \text{ kg}$$

SiF_4 – e hasaplananda: $1,46 (104/76) = 2,0 \text{ kg}$.

Kislotada saklanýan gipsyň hasabyna taýýar önümiň çykymy:

$$210 + 1,33 = 211,33 \text{ kg}$$

Bu ýerde 210 we 1,33 – superfosfatyň çykymy we kislotada saklanýan gipsyň mukdary.

Guradylma prosesinde bölünip aýrylýan suw:

$$329,76-211,38-2=116,43 \text{ kg ýa-da n.ş. } 144,9 \text{ m}^3$$

Pulpa bilen garylma iberilýän returyň mukdary:

$$211,3 \cdot 4 = 845,32 \text{ kg.}$$

Garyjy – däneleýjä iberilýän materiallaryň umumy mukdary:

$$329,76+845,32=1175,08 \text{ kg}$$

Bu mukdarda saklanýan, soňra guradylmada aýrylýan çyglylyk:

$$(116,43/1175,08) \cdot 100 = 9,91\%$$

Guradyjy barabandan çykarylýan materialyň mukdary (küli hasaba almazdan):

$$211,33+845,32=1056,65 \text{ kg.}$$

II.3.6 Mesele

Öňdäki mysalyň berlenlerini ulanyp ikili super fosfatynyň guradylmagynda ulanylýan baraban peçiniň ýylylyk balansyny hasaplamaly we ýangyn gazlar we kömüriň harajatyny kesgitlemeli. 1 kg kömür ýakylanda $11,11 \text{ m}^3$ (n.ş) ýangyn gazy emele gelyär. Kömürde saklanýan külüň mukdary 23,5%.

Ýangyn gazlaryň başlangyç temperaturasy 500°C , ahyrkysy bolsa 150°C . Guratma iberilýän ýangyn gazlarda çyglylyk 6%. Barabana berilýän pulpanyň temperaturasy 90°C , returyňky- 70°C .

Çözüdi:

Girizilýän ýylylyk.

Pulpa we retur bilen girizilýän :

$$Q_1 = 329,76 \cdot 2,428 \cdot 90 + 845,32 \cdot 1,256 \cdot 70, = 146380 \text{ kJ}$$

bu ýerde 329,76 we 845,32- pulpanyň we returyň mukdary, kg.

2,428- pulpanyň ýylylyk sygymy $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

70 – returyň temperaturasy, $^{\circ}\text{C}$

1,256 – ikili superfosfatyň ýylylyk sygymy $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

Ýangyn gazlar bilen girizilýän ýylylygy (Q_2) çykarylýan ýylylyk bilen pulpa hem-de retur arkaly girizilýän ýylylygyň tapawudy boýunça kesgitleýärler.

Ýylylygyň harçlanylşy (çykarylýan ýylylyk).

Guradyjy barabandan çykarylýan temperaturasy 90°C bolan materiallar bilen äkidilýän ýylylyk

$$Q_{11} = 1055,65 \cdot 1,256 \cdot 90 = 119399 \text{ kJ} \approx 119,4 \text{ MJ}$$

bu ýerde 1055,65 – barabandan çykarylýan materiallaryň mukdary, kg 1,256 – materialyň ortaça ýylylyk sygymy, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

Suwyň bugarmagyna we bugyň 130°C çenli gyzdrylmagyna harçlanýan ýylylyk

$$Q_{12} = 116,43 \cdot 2721,84 = 316904 \text{ kJ} \approx 316,9 \text{ MJ}$$

bu ýerde 116,43- guratmada bugarýan suwyň mukdary, kg.

2721,84- suw bugynyň 130°C -de entalpiýasy, kJ/kg .

Daşky gurşawa 5% ýylylyk ýitgini hasaba almak bilen ýylylygyň umumy harçanylşy:

$$Q_{\text{harç.}} = (119399 + 316904) \cdot 1,05 = 458118 \text{ kJ} \approx 458,1 \text{ MJ}$$

Ýangyn gazlar bilen girizilmeli ýylylygyň mukdary:

$$Q_2 = Q_{\text{harç.}} - Q_1 = 458118 - 146380 = 311738 \text{ kJ} \approx 311,7 \text{ MJ}$$

$100-700^{\circ}\text{C}$ araçägindäki ortaça ýylylyk sygymynyň $1,361 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ geňliginde ýangyn gazlaryň harajaty:

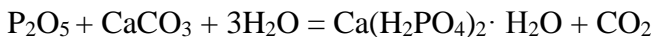
$$\frac{311738}{(500 - 130) \cdot 1,361} = 619,1 \text{ m}^3$$

Kömüriň harajaty $619,1/11,11=55,72\text{kg}$. Ýangyn gazlar bilen önüme girizilýän külüň mukdary: $55,72 \cdot 0,235 \cdot 0,2=2,62\text{kg}$ bu ýerde 0,235- ýangyçda saklanýan kül, massa bölekde, 0,2 – ýangyn gazlar blen külüň äkidilme derejesi, massa bölekde.

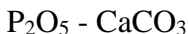
Ikili superfosfatyň bitaraplaşdyrylmagy.

Erkin P_2O_5 -ň bitaraplaşdyrylma massasy:

$$210 \cdot (0,07-0,04)=6,3 \text{ kg.}$$



Reaksiýa laýyklykda bitaraplaşdyrylma üçin zerur bolan hek daşy:



$$142 - 100$$

$$6,3 - x \quad x = \frac{6,3 \cdot 100}{142} = 4,44 \text{ kg}$$

Bitaraplaşdyrylma prosesinde bölünip çykyan CO_2 :

$$x = \frac{6,3 \cdot 44 \cdot 100}{142 \cdot 100} = 1,95 \text{ kg}$$

Hek daşyň düzüminde CaCO_3 -ň saklanyşyny we ulanma derejesini hasaba almak bilen iş ýüzünde onuň berilmeli zerurlygy:

$$x = \frac{4,44}{0,7-0,95} = 6,68 \text{ kg}$$

Taýýar önümiň çykymy

$$231,92+6,68-1,95=218,65\text{kg}$$

Önümiň düzümi, %

$$\text{P}_2\text{O}_{5\text{sum}} \frac{(75 + 21,6)}{218,65} \cdot 100 = 44,18$$

$$P_2O_{5\text{özl}} \frac{(75 + 21,6 \cdot 0,94)}{218,65} \cdot 100 = 43,59$$

1% ýitgini hasaba alnanda taýýar önümiň çykymy:

$$\frac{218,65}{1,01} = 216,48 \text{ kg}$$

II.4. Ýönekeý superfosfat

Ýönekeý superfosfatyň önümçiligi şeýle tehnologik tapgyrlardan düzülýär:

Fosfat çig malyň kükürt kislotasy bilen garylmagy;

Superfosfat massasynyň kameralarda bişşmegi;

Kameraly superfosfatyň ammarlarda gutarnykly bişşmegi;

Erkin kislotanyň bitaraplaşdyrylmagy, dänelenmegi we käbir ýagdaýlarda guradylmagy;

Sowadylmagy, gaplanmagy we ulanyja iberilmegi.

Fosfat çig malynyň düzümi bölekleri bilen arabaglanyşýan reaksiýalaryň deňlemeleri boýunça hasaplanan kükürt kislotasynyň mukdaryna stehiometriki mukdary (normasy) diýilýär. Kislotanyň artykmaç alynýanlygynyň hasabynda iş ýüzündäki mukdaryny stehometriasyndan prosentde ýa-da fosfatyň 100 massa bölegine H_2SO_4 –ň massa böleginiň berilmegini aňlatýarlar.

Apatityň P_2O_5 -niň 1 massa bölegine degişli bolan H_2SO_4 –ň stehiometriki mukdaryny aşakdaky deňlemä laýyklykda hasaplaýarlar:



$$3,5M_{H_2SO_4} / 1,5M_{P_2O_5} = \frac{3,5 \cdot 98}{1,5 \cdot 142} = 1,61 \text{ mas. böl.}$$

Fosforitleriň dargadylmagynda kükürt kislotasynyň stehiometriki normasyny degişli oksidleriň 1 massa bölegine laýyklyk bolan şeýle koeffisientleri ulanyp hasaplaýarlar:

P ₂ O ₅	1,61
CO ₂	2,23
Fe ₂ O ₃	0,61
Al ₂ O ₃	0,96

“a” konsentراسىýaly, “n” normaly kükürt kislotasynyň fosfatyň 100 massa bölegine bolan harajaty:

$$G_k = \frac{n}{a} \cdot 100 \text{ mas. böl.}$$

Kükürt kislotasy bilen girizilýän suw:

$$G_{H_2O} = \frac{n}{a} \cdot 100 - n$$

100 massa bölek fosfatdan çykýan superfosfatyň mukdary:

$$G_{sup} = 100 + n + (1 - x) \left(\frac{n}{a} \cdot 100 - n \right)$$

bu ýerde x – reagentleri garanda, pulpanyň tutluşmagynda we kamerada bişmeginde bugarýan suwuň mukdary.

y- gaz fazasyna bölünip aýrylýan dördtforly kremniniň mukdary, massa bölegi.

Ortaça x = 0,25 we y = 1,7 (fosfatda ftoryň 31% we onuň uçanlygy 40% deňliginde) kabul edip bolýar.

Şonda

$$G_{sup} = 100 + n + 0,75 \left(\frac{n}{a} \cdot 100 - n \right) - 1,7 = 98,3 + 0,25n + \frac{75 \cdot n}{a}$$

Fosforityň 1 massa böleginde superfosfatyň çykymy:

$$A = \frac{G_{sup}}{100} = \frac{98,3 + 0,25n + 75 \cdot n/a}{100}$$

Analitiki maglumatlar boýunça superfosfatyň çykymyny şeýle hasaplaýarlar:

$$A = \frac{C_{fos.}}{C_{sup}}$$

bu ýerde C_{fos} we C_{sup} – fosfat çig malynda we emele gelýän superfosfatda saklanýan P₂O₅-ň umumy mukdary.

Çig malyň dargama koeffisientini (K) P_2O_5 -ň özleşdirilýän bölüminiň önümde saklanýan P_2O_5 -ň umumy mukdaryna bolan gatnaşygy (%) hökmünde kabul edilýär.

$$K = (C_{\text{özl}} / C_{\text{um}}) \cdot 100$$

II.4.1 Mesele

Kameraly we ambardaky superfosfatyň çykymyny kükürt kislotasynyň harajatyny hasaplamaly we 100 kg apatit konsentratyna laýyklykda prosesin maddy balansyny düzmeli.

Hasaplama üçin gerek bolan maglumatlar:

apatityň 100 massa bölegine monogidratyň 68 massa bölegi berilmeli;

kükürt kislotasynyň başda alynýan konsentrasiýasy 75 %;

kameraly superfosfatyň düzümi:

20,15% $P_2O_{5\text{um}}$; 17,6% $P_2O_{5\text{özl}}$; we 13% H_2O

ambarda bişişen superfosfatyň düzümi:

20,3% $P_2O_{5\text{um}}$; 18,9% $P_2O_{5\text{özl}}$; we 11% H_2O

apatit konsentratynda P_2O_5 -ň saklanylyşy 39,4%

Çözüdi :

Kükürt kislotasynyň mukdary, kg: başlangyç mukdary (75%-li)

$$(68 \cdot 100) / 75 = 90,66$$

69 %-li kislotanyň mukdary

$$(68/100)/69 = 98,55$$

Başlangyç kislotany gowşatmak üçin alynýan suwuň mukdary:

$$98,55 - 90,66 = 7,89 \text{ kg.}$$

Prosesse girizilýän materiallaryň umumy mukdary:

$$100 + 90,66 + 7,89 = 198,55 \text{ kg}$$

Kameraly superfosfatyň emele gelen mukdary:

$$(39,4 \cdot 100)/20,15 = 195,53 \text{ kg}$$

garyjyda we kamerada bölünip aýrylýan gazlaryň we buglaryň mukdary

$$198,56 - 195,53 = 3,02 \text{ kg}$$

ambarda taýýar bolan superfosfatyň mukdary

$$(39,4 \cdot 100)/20,3 = 194,09 \text{ kg}$$

ambarda bölünip aýrylýan suw bugy

$$195,53 - 194,09 = 1,44 \text{ kg}$$

100 kg apatit konsentraty boýunça superfosfat önümçiliginiň maddy balansynyň tablisasy: Tabl.15

Giriş	kg	Çykyş	kg
apatit	100	ambardaky	194,09
75%-li	90,66	superfosfat	
H ₂ SO ₄	7,89	kamerada we ambarda	3,02
suw		çykýan gazlar we buglar	1,44
		ambarda çykýan suw bugy	
Jemi	198,56	Jemi	198,55

II.4.2 Mesele

Apatit konsentratyndan ýylda 1 mln. tonna ýönekeý superfosfatyň önümçiliginde çig malyň harçlanma koeffisientini, materiallaryň sagatlaýyn harajatyny we bölünip çykýan gazlaryň mukdaryny hasaplamaly.

Başlangyç maglumatlar:

apatit konsentratynda saklanýar 39,4% P₂O₅ – (gury maddanyň hasabynda) we 1% H₂O

kükürt kislotasynyň konsentrasiýasy 76%; prosesde ulanylýar 68%-li kislota; 100 kg apatit konsentraty üçin 68 kg monogidrat alynýar (normasy);

kameraly superfosfatda saklanýar 20,8% P_2O_{5um} ; 17,6% $P_2O_{5özl}$ we 11% P_2O_{5erk}

Taýýar (ekspedision) superfosfatda 21% P_2O_{5um} saklanýar.

Hasaplamany 100 kg apatit konsentraty boýunça geçirmeli.

Çözüdi :

Superfosfat önümçiliginiň maddy balansy

100 kg apatit konsentratyna monogidratyň 68 kg normasynda kükürt kislotasynyň alynmaly mukdary, kg:

$$76\%-li\ H_2SO_4 \quad (68 \cdot 100)/76 = 89,47$$

$$68\%-li\ H_2SO_4 \quad (68 \cdot 100)/68 = 100$$

Kislotany gowşatmak üçin berilmeli suwuň mukdary:

$$100 - 89,47 = 10,53\ kg$$

Girizilýän materiallaryň umumy mukdary:

$$100 + 89,47 + 10,53 = 200\ kg$$

Kameradan çykarylýan superfosfatyň mukdary:

$$(39,4/20,8) \cdot 100 = 189,42\ kg.$$

Superfosfatyň kamerada bişmeginde bölünip çykýan gazlaryň we buglaryň mukdaryny girizilýän materiallaryň umumy mukdarynyň we emele gelýän kameraly superfosfatyň mukdarynyň arasyndaky tapawudy boýunça tapýarys:

$$200 - 189,42 = 10,58\ kg$$

Ekspedision superfosfatyň mukdary:

$$(39,4/21) \cdot 100 = 187,62\ kg$$

Ambarda superfosfatyň goşmaça işlenmeginiň we saklanmagynyň netijesinde bölünip çykýan suw bugynyň mukdary: $189,42 - 187,62 = 1,80$ kg.

Şeýlelikde superfosfatyň önümçiliginiň maddy balansynyň tablisasyny düzýäris:

Tabl. 16

Giriş	kg	%	Çykyş	kg	%
apatit	100	50,0	Ekspedision	187,62	93,8
konsentraty	89,47	44,74	superfosfat		
76%-li			dargadylmada emele	10,58	5,29
H ₂ SO ₄	10,53	5,26	gelyän gazlar we		
gowşadylmak			buglar goşmaça		
üçin alynýan			bişismekde bölünip	1,80	0,90
suw			aýrylýan suw buggy		
Jemi	200	100	Jemi	200	100

Çig malyň harçlanma koeffisientleri. (kg/1000 kg önüm)

Maddy balansyň maglumatlary boýunça 1000 kg taýýar önüme harçlanýar, kg:

$$\text{apatit konsentraty } 1000 \cdot \frac{100}{187,62} = 532,99 = 533 \text{ kükürt kislotasy}$$

$$(\text{monogidratda hasaplananda}) 1000 \cdot \frac{89,47 \cdot 76}{187,62 \cdot 100} = 362,4$$

III bap.

Mineral dökünleriň, duzlaryň we aşgarlaryň himiki tehnologiýasy dersi boýunça ýyllyk taslamasynyň ýerine ýetirilişiniň metodiki görkezmesi

III.1 UMUMY MAGLUMAT

Ýyllyk taslamasy okuw prosesiniň hökmany bölegi bolup inženerçilik taýýarlygyň biridir we her talyp hususy ýumuşnama boýunça ýerine ýetirmelidir. Bu, talyplaryň ýörite derslerden, okuw döwründe, alan biliblerine esaslanýan özbaşdak işidir.

Taslamada işlenilýän soraglar boýunça monografiýalarda, awtorlyk şahadatnamalarda döwürleýän tehniki neşirlerde bar bolan täze üstünlikleri şeýle hem önümçilik iş tejribelikde toplanan maglumatlar ulanylmalydyr.

Ýyllyk taslamanyň ýerine ýetirilýän döwründe talyp habar beriji edebiýatlary ulanmaklyk, Döwlet standarta laýyk edip çyzgylary we düşündiriji ýazgyny taýýarlamak endiklerini berkitmelidir.

ÝYLLYK TASLAMASYNYŇ MOWZUGY

Ýyllyk taslamasynyň mowzугy hökmünde organiki däl önümçilikleriň sehi ýa-da bir bölegi bolýar.

Mowzuk ýolbaşçy tarapyndan kesgitlenilýär, ol kafedranyň ýygnygynda seredilýär we tassyklanylýar.

Mugallym-ýyllyk taslamasynyň ýolbaşçysy, talyba taslamanyň esasy bölümleri boýunça yzygiderli maslahat bermekligi üpjün edýär. Ýumuşnamada hödürlenýän edebiýatlar görkezilýär.

ÝYLLYK TASLAMASYNYŇ MAZMUNY

Ýyllyk taslamanyň içine hasap – düşündiriş haty we çyzgylar bölümi girýär. Hasap-düşündiriş haty aşakdaky takmyn göwrümlü bölümleri öz içine alýar:

Referat (1 sahypa çenli)- taslamanyň gysgaça mazmuny.

Temalary.

Giriş (1 sahypa).

1. Çig malyň, ýarym önümleri, taýýar önümiň häsiýetnamasy we olara talaplar. (2-3 sahypa).

2. Önümçiligiň gysgaça analitiki gözden geçirilişi we ulanylýan usulyň delillendirilmegi. (4-5 sahypa).

3. Tehnolog düzüminiň beýany. (5-6 sahypa)

4. Maddy balansy. (8-12 sahypa çenli)

5. Ýyllyk balansy (8 sahypa çenli)

6. Esasy apparatyň hasaplanylýşy (6 sahypa çenli)

7. Kömekçi enjamlaryň saýlanylmagy (3 sahypa çenli)

8. Akymalaryň, işlenilen gazlaryň, galyndylaryň arassalanylmagy we gaýtadan işlenilmegi.

Ikilenji energoresurslaryň ulanylyşy. (33 sahypa çenli)

Netijeler (1 sahypa)

Ulanylýan edebiýatyň sanawy.

Hatyň umumy göwrümi 50 sahypa çenli.

DÜŞÜNDIRIŞ HATYŇ BÖLÜMLERINE EDILÝÄN UMUMY TALAPLAR

1. Referatda taslamanyň gysgaça mazmuny, işiň maksady we onuň netijeleri beýan edilýär. Şeýle hem işçi göwrümi, tablisalaryň, suratlaryň we bibliografiki çykgytlaryň sanawyny görkezmek zerurdyr. Düşündiriş hatda daşary ýurt dillerde (iňlis, rus) annotasiýa berilýär.

2. Girişde önümiň ulanylýan pudaklary, taslanylýan önümçiligiň halk hojalyk ähmiýeti, ösüşiň meseleleri we geljegi baradaky gysgaça maglumat berilmelidir. Bu ýerde taslamanyň maksady hem kesgitlenýär.

3. “Çig malyň we taýýar önümiň häsiýetnamasy” bölümde çig malyň häsiýetlerini, onuň düzüminde saklanýan dürli galyndylaryň mukdaryny, çig malyň TDS we TŞ görkezijilerini, kömekçi materiallary we taýýar önümi getirmek zerurdyr.

4. Önümçilik usulyň saýlanylyşy we onuň şekillendirilişi gözlegiň we adaty bar bolan usullaryň bahalanmagynyň esasynda geçirilmeli. Talyp önümçilik usulyny saýlanda onuň ýokary tehniki – ykdysadyýet effektiwliligini, zähmetiň howpsuzlygyny we daş-töweregiň goralmagyny üpjün etmekligi göz önünde tutmalydyr.

5. “Tehnologik düzüminiň beýany” bölümde ilkinjy önümçiligiň esasy we goşmaça reaksiýalaryň stehiometriki deňlemelerini görkezilmegi bilen fiziki-himiki esaslary we olaryň geçiş şertleri beýan edilmeli. Bu ýerde deňagramlylygyň, kinetikanyň we prosesiniň matematiki ýazgytlarynyň maglumatlary getirilmelidir.

Tehnologik shemasynyň beýanyny önümçilik düzüminiň degişli çyzygysyny düşündirýän ýerleriniň hasabatynyň çykytlary bilen amala aşyrylmalydyr. Prosesiniň işiniň yzygiderliligini we gurulýan enjamlaryň arabaglanşygyny, iş şertlerini we enjamlaryň iş görkezijiliklerini görkezmek zerurdyr.

6. Çig malyň we materiallaryň zerur mukdarynyň kesgitlenilmegi maddy balansyň hasaplanlymagynyň esasy meseleleridir. Maddy balansyň kömegi bilen önümçiligiň galyndylaryny we hakyky ýitgileri anyklanylýar. Şeýlelikde, maddy hasaplamalaryň netijesinde enjamlaryň, kommunikasiýalaryň, ambarlaryň, basyşly gaplaryň we ş.m., şeýle hem tehniki-ykdysadyýet görkezijileriniň hasaplanmagy üçin gerek bolan maglumatlar alynýar.

Taslamada önümçiligiň ähli bölümleriniň enjamlarynyň maddy balansy hasaplanmaly.

Maddy balanslary üznüksiz usulda sagat öndürilijiliginde hasaplanýlar.

Aýratyn ýagdaýlarda hasaplaman 1 tonna önüm ýa-da ulanylýan çig mal boýunça geçirmek bolar.

7. Ýylylyk balanslar apparatlar boýunça düzülýär. Ýylylyk hasaplamalaryň kömegi bilen prosesiniň tilsimat parametrlerini (apparatyň suwarlyşyny, sirkulýasyýanyň

bölüjiligini) şertlendirýän sirkulirlenýän akymalaryň ululygyny kesgitläp bolýar. Sähelçe ýylylyk mukdary berilýän ýa-da aýrylýan prosesli apparatlar üçin ýylylyk balansy düzülmeýär.

8. Esasy apparatyň hasaplanmagy.

Esasy apparatyň konstruktiv hasaplanmagy apparatyň konstruksiýasyny, ýagny olaryň diametrini, beýikligini, nasadkalaryň üstüni, aýratyn elemenleriň aralygyny, germewlerini, guýma gurallaryny, katalizatoryň gatlagynyň beýikligini we ş.m. kesgitlemek maksady bilen geçirilýär.

Apparatlaryň diwarynyň, gapaklarynyň düýbini, bolt birleşmeleriniň berkligini barlamak maksady bilen mehaniki hasaplama geçirilýär.

Açyk meýdanda sütünli enjamlar gurnalanda olaryň şemalyň güýjüne we seýsmiklige durnuklylygy barlanmalydyr.

9. Esasy apparatyň işiniň barlagy.

Bu bölümde barlag üçin nusganyň alnyş usuly we alynmagyň ýygylgy, derňewi, esasy apparatda geçýän prosesin awtomatlaşdyрма gurallaryň we serişdeleriň sanawy görkezilýär.

10. Kömekçi enjamlaryň saýlanylyşy.

Kömekçi enjamlaryň saýlanylyşy önümçiligiň görkezijileriniň ulaldylyp alynmagy, başga praktiki ýa-da edebiýat maglumatlary boýunça geçirilýär. Enjamyň görwürminiň ölçedleriniň we komstruksiýalarynyň takykklanmagynda STenj, GOST-laryň TŞ (tehniki şertler) ulanylmagy hökmanydyr. Kömekçi enjamlaryň saýlanylmagynyň soňunda enjamyň materialy ýa-da onuň poslap dargamakdan goramak usuly saýlanylýar.

11. Taslamanyň netijesinde hasaplamalaryň esasy netijelerini, olaryň aýratynlyklaryny, hadaplanan görkezijilerini baýleki önümçiliklere seredeniňde ýokary derejeliliginiň bahalanmagy getirilýär.

ÝYLLYK TASLAMANYŇ DÜZÜLIŞI

Düşündiriş haty TDS-a degişlilikde ýerine ýetirilmeli. Ulanylan edebiýatyň sanawy GOST-7.1-84. (Bibliografiçeskiýe opisniýs dokumentow) talabyna laýyklykda düzülmeli.

Ýyllyk taslama talybyň ýerine ýetirýän özbaşdak işidir we talyp hasaplaryň dogrulygyna, taslamanyň ähli bölekleriniň doly işlenilişine jogapkärdir.

TASLAMANYŇ GORAMAK DÜZGÜNI

Ýyllyk taslamanyň goralmagy kafedra müdiri tarapyndan bellenilýän toparyň önünde geçirilýär. Talybyň çykyşyna 10 minutdan köp bolmadyk wagt goýberilýär. Goramagyň netijesi “baş”, “ýagşy”, “kanagatlanarly” bahalar bilen kesgitlenýär.

III.2 Ýyllyk taslamasynda berilýän temalaryň hasaplama mysallary

III.2.1 Mesele :

Tebigy gazyň konwersiýasy üçin turbajykly pejiň maddy we ýylylyk balansyny düzmeli, (gow) %: $\text{CH}_4 - 97,8$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 0,5$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 0,2$; $\text{C}_4\text{H}_{10} - 0,1$; $\text{N}_2 - 1,4$.

Başda alynan garyndyda bug/gaz göwrümleriň gatnaşygy 2,5 kabul edilmeli: uglerod boýunça gazyň konwersiýa derejesi 67%; metanyň gomologlary doly dargaýarlar; konwertirlenen gazda CO we CO_2 – niň arasyndaky gatnaşyk peçden çykýan gazyň temperaturasyndaky (III. 4) reaksiýa degişlidir; peje girýän bug – gazly garyndynyň temperaturasy 380°C , çykanda 800°C . Daştöwerege ýylylyk ýitgilerine girýän ýylylygyň mukdaryndan 4% deň diýip hasaplamaly. Konwertordaky basyş $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (1 atm.)

Hasap tebigy gazyň normal şertlerde 100m^3 boýunça geçireris.

Çözüdi:

Konwertirlenen gazdaky CO_2 – a, CO – b, H_2 – c
uglewodorodlar we CO bilen birleşýän suwly bugy d arkaly
mukdarlaryň belgisini girizeli, m^3 .

Gutarnykly gazda CH_4 boýunça uglewodorod mukdary:

$$\frac{97,8 + 0,5 \cdot 2 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4(100 - 67)}{100} = 32,9 \text{ m}^3$$

Başda alnan we konwertirlenen gazlarda hemme
elementleriň balans deňlemelerini düzeli; m^3 .

uglerod boýunça

$$97,8 + 0,5 \cdot 2 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 = a + b + 32,9; \quad a = 66,9 - b \quad (1)$$

kislород boýunça (başlangyç bug – gazly garyndyda

$$100 \cdot 2,5 = 250 \text{ m}^3 \text{H}_2\text{O}$$

saklanýar diýip hasaba alynanda)

$$250 \cdot 0,5 = a + 0,5b + 0,5(250 - d)$$

$$a + 0,5b - 0,5d = 0 \quad (2)$$

wodorod boýunça

$$97,8 \cdot 2 + 0,5 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 250 = c + 2 \cdot 32,9 + (250 - d)$$

$$c = d + 132,6 \quad (3)$$

Gutarnykly gazda CO we CO_2 -nyň gatnaşygy
uglerodyň okisiniň suwly bug bilen konwersiýa reaksiýasynyň
diagramlylygy bilen ksgitlenýär (ýagny bu reaksiýanyň
deňagramlylygy 700°C – da çalt edýär)

Şoňa degişlilikde

$$K_4 = - \frac{P_{\text{CO}_2} P_{\text{H}_2}}{P_{\text{CO}_2} P_{\text{H}_2\text{O}}} - \frac{ac}{b(250 - d)} = 1,54 \quad (4)$$

we (2) deňlemelerde “a” – nyň bahasyny ýerine goýup, alýarys:

$$b = 133,8 - d \quad (5)$$

deňlemä (5)-nji deňlemeden b-niň bahasyny ýerine goýup:

$$a=d-66,9$$

(6)

taparys.

(4)-nji deňlemä a,b,c-nyň manylaryny d-nyň üsti bilen görkezip alýarys:

Bu deňlemäni, işläp tapýarys $d=100\text{m}^3$ d-ny bilip, a,b,c-ny m^3 -da tapýarys:

$$a=100-66,9=33,1;$$

$$b=133,8-100=33,8;$$

$$c=100+132,6=232,6$$

Reaksiýa girýän suwly bugyň mukdary, m^3 :

uglewodorodlar bilen: ----- $100-33,1=66,9$

uglerodyň okisi bilen: ----- $33,1$

Gazda galan suwly bugyň mukdary: $250-100=150\text{m}^3$

konwersiýadan soň çykýan gazyň düzümi:

Tabl. 17

Komponent	çig gaz		gury gaz	
	m^3	% (göw.)	m^3	% (göw.)
CH ₄	32,9	6,8	32,9	9,9
H ₂	232,6	48,07	232,6	69,6
CO	33,8	7,0	33,8	10,15
CO ₂	33,1	6,84	33,1	9,93
N ₂	1,4	0,29	1,4	0,42
H ₂ O	150,0	31,00	-	-
Jemi	438,8	100,00	333,8	100,00

$$\text{Bug /gaz gatnaşyk } n=150/333,8=0,45$$

Turbajykly pejiň maddy balabsyny hasaplaýarys:

Giriş tebigy gaz	kg	m ³	%	(göw.)
CH ₄	$\frac{97,8}{22,4}$	$\cdot 16 = 70,0$	97,8	
97,8				
C ₂ H ₆	$\frac{0,5}{22,4}$	$\cdot 30 = 0,67$	0,5	0,5
C ₃ H ₈	$\frac{0,2}{22,4}$	$\cdot 44 = 0,39$	0,2	0,2
N ₂	$\frac{1,4}{22,4}$	$\cdot 28 = 1,75$	1,4	1,4
C ₄ H ₁₀	$\frac{0,1}{22,4}$	$\cdot 58 = 0,26$	0,1	0,1
Gury gazyň barysy	73,0		100	100
Suwly bug	$\frac{250}{22,4}$	$\cdot 18 = 201$	250	
Jemi:.....		274,0		350
Çykyş	kg	m ³	% (göw.)	
peçden çykýan gury gaz				
CH ₄	$\frac{32,9}{22,4}$	$\cdot 16 = 23,5$	32,9	6,8
H ₂	$\frac{232,6}{22,4}$	$\cdot 2 = 20,8$	232,6	48,07
CO.....	$\frac{33,8}{22,4}$	$\cdot 28 = 42,4$	33,8	7,0
CO ₂	$\frac{33,1}{22,4}$	$\cdot 44 = 65,05$	33,1	6,84
N ₄	1,75	1,4		0,29

Gury gazyň barysy	153.5	333.8
Suwly bug	$\frac{150}{22,4} \cdot 18 = 120.5$	150
Jemi:.....	274.0	483.8
		100

Turbajykly pejiň ýylylyk balansyny düzeli.

Ýylylygyny girişi.

380⁰C-da ortaça ýylylyk sygymlar: gury gazyňky 1,965 we suwuň bugynyň 1,555 kj/(m³·k)

Bug-gaz garyndysy bilen girýän ýylylyk:

$$Q_1 = 100 \cdot 1,965 \cdot 380 + 250 \cdot 1,555 \cdot 380 = 223000 \text{ kj}$$

Komponentleriň ýylylyk ukybyna we gazyň düzümine baglylykda 1m³ tebigy gazyň ýakma ýylylygyny kesgitleýäris. 18⁰C-da we 1·10⁵ Па(1atm) basyşda uglewodorodlaryň ýakma ýylylyklary, kj/kmol:

$$\text{CH}_4 \dots \dots \dots 889500$$

$$\text{C}_3\text{H}_8 \dots \dots \dots 2297800$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 \dots \dots \dots 155800$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10} \dots \dots \dots 2870000$$

1m³ tebigy gazyň ýanma ýylylygy:

$$q = 889500 \frac{0,978}{22,4} + 1558000 \frac{0,005}{22,4} + 22978000 \frac{0,002}{22,4} + 2870000 \frac{0,001}{22,4} = 39,540 \text{ kj}$$

Turbajykly peji gyzdyrmak üçin harçlanýan Xm³ tebigy ýakma ýylylygy:

$$Q_2 = 39540x \text{ kj}$$

18⁰C-da ýangyn gaz bilen girizilýän ýylylyk:

$$Q_3 = x \cdot 2,08 \cdot 18 \approx 37x \text{ kJ}$$

Umumy girizilýän ýylylyk (peje howa bilen girizilýän ýylylykdan başga):

$$Q_{\text{gir}} = 223000 + 39340x + 37x = 223000 + 39577x \text{ kDj}$$

Ýylylygyň çykyşy.

Ýylylyk endotermiki konwersiýa prosesiniň geçirilmegine harçlanýar. CH_4 -ň we beýleki uglewodorlaryň konwersiýasy bilen şol bir wagta, ýylylygyň emele gelmeginde, CO_2 -ň suw bugy bilen okislenme prosesi geçýär.

Konwersiýada geçýän reaksiýalaryň umumy ýylylyk effekti Gessyň kanunyna laýyklykda kesgitlenýär we muňa görä:

$$Q = \Sigma \Delta H_{\text{gut.}} - \Sigma \Delta H_{\text{baş.}}$$

bu ýerde - $\Sigma \Delta H_{\text{baş.}}$ we $\Sigma \Delta H_{\text{gut}}$ – başlangyç we gutarnykly garyndylarda birleşmeleriň emele gelme entalpiýalaryny aşakdaky ýaly kabul edýäris:

CO_2	CO	H_2O	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	
	C_4H_{10}					
$\Delta H, \text{kJ/m}^3$	7600	4930	10800	3300	3680	4520
5480						

$$Q = 3300 \cdot 32,9 + 4930 \cdot 33,8 + 17600 \cdot 33,1 + 10800 \cdot 150 - 97,8 \cdot 3300 - 3680 \cdot 0,5 - 4520 \cdot 0,2 - 5480 \cdot 0,1 - 10800 \cdot 250 = -535000 \text{ kJ}$$

700°C-da çyg konwertirlenen gazyň ýylylygy:

$$483,8 \cdot 1,55 \cdot 700 = 524000 \text{ kJ}$$

Tüsse gazlarynyň ýylylygyny kesgitlemek üçin, olaryň 1,25 howanyň artykmaçlygynda 1m^3 tebigy gazyň CO_2 we H_2O çenli ýakylmagynda emele gelýän mukdarlaryny tapaly.

1 m³ gazy ýakmak üçin zerur bolan kislorodyň mukdary:

$$1,25(0,978 \cdot 2 + 0,005 \cdot 3,5 + 0,002 \cdot 5 + 0,001 \cdot 6,5) = 2,49 \text{ m}^3$$

Howanyň düzüminde kislorodyň mukdary 21% bolany üçin howanyň zerur bolan mukdary:

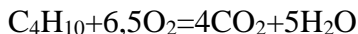
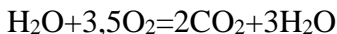
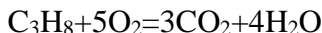
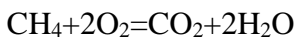
$$\frac{2,49 \cdot 100}{21} = 11,8 \text{ m}^3$$

Onuň düzüminde azotyň mukdary:

$$11,8 - 2,49 = 9,31 \text{ m}^3$$

18°C-da we 0,016 m³/m₂ howanyň çyglylygynda howa bilen girýän suw bugynyň mukdary:

$$11,8 \cdot 0,016 = 0,19 \text{ m}^3$$



reaksiýalara laýyklykda 1 m³ gazyň ýakylmagynda emele gelýän tüsse gazlaryň düzümini kesgitläli:

$$\text{CO}_2 \quad 0,978 \cdot 1 + 0,005 \cdot 2 + 0,002 \cdot 3 + 0,001 \cdot 4 = 0,998$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 0,978 \cdot 2 + 0,005 \cdot 3 + 0,002 \cdot 4 + 0,001 \cdot 5 = 1,984$$

$$\text{Galan kislorod :} \quad 2,49 - 2,49/1,25 = 0,5 \text{ m}^3$$

Gazda saklanýan suwly buglar (howanyň çyglylygyny göz öňünde tutulmak bilen):

$$1,984 + 0,19 = 2,174 \text{ m}^3$$

1m³ tebigy gazyň ýakylmagymda emele gelýän tüsse gazyň düzümi:

CO ₂ jemi	O ₂	N ₂	H ₂ O		
m ³	0,998	0,5	9,31	2,174	12,982≈13
%(göwr.).....	7,7	3,9	71,7	16,7	100

1m³degişli 800⁰C-da ýokardaky düzümlü tüsse gazyň ortaça çylylyk sygymy 1,48 kj/(m³.k) deňdir.

Tüsse gazlar bilen harçlanýan ýylylyk:

$$Q_1=13x \cdot 1,48 \cdot 800=15450x$$

Iberilýän howa bilen (18⁰C-de)girýän ýylylyk:

$$Q_4=(11,8 \cdot 0,983+0,19 \cdot 1,79) \cdot 18x=218x$$

Daş töwerege ýitýän ýylylygy olary girişden 4%-de deň diýip kabul edýäris göz önünde tutup turbajykly peçň ýylylyk balansynyň deňlemesi şeýle görnüşlidir:

$$0,96(22300+39577x+218x)=536000+523000+155000x;$$

$$\text{Onda: } x=37,3\text{m}^3$$

Şunda degişlilikde tapýarys, kj:

$$Q_2=39540 \cdot 37,5=1473000;$$

$$Q_3=37,4 \cdot 37,4=1390;$$

$$Q_4=218 \cdot 37,3=8120;$$

$$Q_1=15500 \cdot 37,3=578000$$

Ýakylmaga iberilýän çig howanyň harajaty:

$$(11,8 \cdot 0,19) \cdot 37,3=447 \text{ m}^3$$

Tüsse gazyň mukdary:

$$13x=13 \cdot 37,3=485 \text{ m}^3$$

Turbajykly pejiň ýylylyk balansy:

Tabl. 18

Giriş	kDj	%	Çykyş	kDj	%
bug-gaz garyndysynyň ýylylygy	223000	13,14	Konwersiýa reaksiýasyna harçlanýan ýylylyk	536000	31,4
tebigy gazyň ýakylmagyn da emele gelýän ýylylyk	1473000	86,3	Konwertirlenen gazyň ýylylygy	524000	30,7
Ýakylýan gaz bilen girizilýän ýylylyk	1390	0,08	tüsse gazlaryň ýylylygy	578000	33,9
Howa bilen girizilýän ýylylyk	8120	0,48	Ýylylyk ýitgileri	$70551 \cdot 0,04 = 67510$	4,0
Jemi:	1705510	100,00	Jemi:	1705510	100,0

III.3 Kamerasyz ikili superfosfatyň önümçiligi boýunça hasaplamalar

Hasaplamaly:

1. Fosforitiň mineral düzümini.
2. Ekstraktoryň maddy balansyny.
3. Ekstraktoryň ýyllyk balansyny.

Başlangyç berlenler:

Fosforit unundan öndürijiligi sagatda 10.000 kg.

Kara-tau fosforitiniň düzümi.

$P_2O_5=24,5\%$

$CaO=43,2\%$

$Fe_2O_3=4,4\%$

$Al_2O_2=0,84\%$

$CO_2=6,05\%$

$$\text{CaF}_2=2,18\%$$

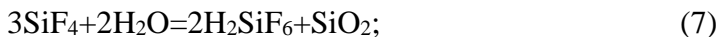
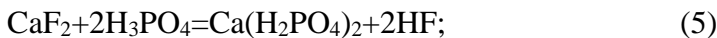
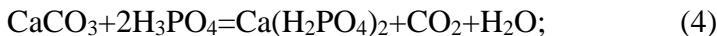
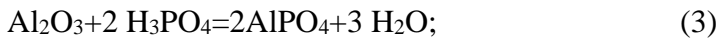
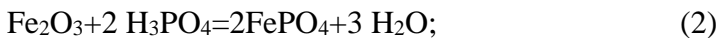
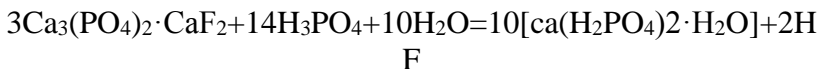
$$\text{H}_2\text{O}=3\%$$

$$\text{Eremedik galyndy}=15,83\%$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4=68\%$$

$$\text{Suw: gaty} = 2,5:1$$

Dargadylmagyň material balansy.

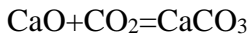


Berlen deňlemelerden maddy balansy detirilýär.

1 sagatda işlenilýän fosforit ununyň mukdary (komponentlerden):

	%	kg/s
P ₂ O ₅	24,5	2450
CaO	43,2	4320
Fe ₂ O ₃	4,4	440
CO ₂	6,05	605
CaF ₂	2,18	218
H ₂ O	3,0	300
eremedik galandy	15,83	1583
Jemi	100	10,000

CO₂-niň ähli mukdary CaCO₃ görnüşinde tapylýar.



Emele gelyär CaCO_3

$$\frac{605 \cdot 100}{44} = 1375 \text{ kg/s}$$

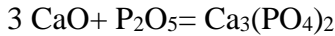
CaCO_3 görnüşinde birleşen CaO

$$\frac{605 \cdot 56}{44} = 770 \text{ kg/s}$$

$\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ görnüşinde birleşen CaO

$$4320 - 770 = 3550 \text{ kg/s}$$

CaO -ň bu mukdary $\text{CaO}(\text{PO}_4)_2$ -ň mukdaryna gabat gelyär.

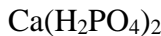


$$\frac{3550 \cdot 310}{3 \cdot 56} = \frac{1100500}{168} = 6550 \text{ kg/s}$$

reaktorlardaky deňlemeleriniň balansynyň hasaplanylyşy.

(1)-nji deňlemeden ugur alyp:

6550 kg/s $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -den emele gelyär



$$\frac{6550 \cdot 0,8 \cdot 4 \cdot 234}{310} = 11866 \text{ kg/s}$$

H_3PO_4 harçlanýar

$$\frac{6550 \cdot 0,8 \cdot 4 \cdot 98}{310} = 6626 \text{ kg/s}$$

(2)-nji deňlemeden peýdalanyň, 440 kg/s Fe_2O_3 almak
üçin H_3PO_4 harçlanýar

$$\frac{440 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 431 \text{ kg/s}$$

Şonda emele gelyär FePO_4

$$\frac{440 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 151}{160} = 664 \text{ kg/s}$$

Emele gelyär suw

$$\frac{440 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 151}{160} = 664 \text{ kg/s}$$

(3)-nji deňlemeden:

84 kg/s Al_2O_3 -i almak üçin H_3PO_4 harçlanýar

$$\frac{84 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 129 \text{ kg/s}$$

Şonda AlPO_4 emele gelyär:

$$\frac{84 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 122}{102} = 160 \text{ kg/s}$$

emele gelyär H_2O

$$\frac{84 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 18}{102} = 35 \text{ kg/s}$$

(4)-nji deňlemeden:

1375kg/s CaCO_3 -i almak üçin H_3PO_4 harçlanýar.

$$\frac{1375 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{100} = 2574 \text{ kg/s}$$

Şonda $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ emele gelyär:

$$\frac{1375 \cdot 0,8 \cdot 234}{100} = 2574 \text{ kg/s}$$

emele gelyär CO_2

$$\frac{2375 \cdot 0,8 \cdot 44}{100} = 484 \text{ kg/s}$$

emele gelyär H_2O

$$\frac{1375 \cdot 0,8 \cdot 18}{100} = 198 \text{ kg/s}$$

(5)-nji deňlemeden

218kg/s CaF_2 almak üçin H_3PO_4 harçlanýar

$$\frac{218 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{78} = 438 \text{ kg/s}$$

Şonda emele gelýär $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

$$\frac{218 \cdot 0,8 \cdot 234}{78} = 523 \text{ kg/s}$$

emele gelýär HF

$$\frac{218 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 20}{78} = 89 \text{ kg/s}$$

(6)-nji deňlemeden

89 kg/s HF-ň SiO_2 bilen täsirleşme girmegi üçin gerek bolýar SiO_2

$$\frac{39 \cdot 60}{4 \cdot 20} = 66,75 \text{ kg/s}$$

Şonda emele gelýär SiF_4

$$\frac{34 \cdot 104}{4 \cdot 20} = \frac{8736}{80} = 109,2 \text{ kg/s}$$

emele gelýär suw

$$\frac{84 \cdot 2 \cdot 18}{4 \cdot 20} = 37,8 \text{ kg/s}$$

(7)-nji deňlemeden

(6) we (7) deňlemelerde emele gelen SiF_4 , H_2O , H_2SiF_6 we SiO_2 109 kg/s bilen täsirleşmesi üçin harçlanýar H_2O

$$\frac{109 \cdot 2 \cdot 18}{3 \cdot 104} = \frac{3924}{312} = 12 \text{ kg/s}$$

Şonda emele gelýär H_2SiF_6

$$\frac{109 \cdot 2 \cdot 144}{3 \cdot 104} = 100 \text{ kg/s}$$

emele gelýär SiO_2

$$\frac{109 \cdot 60}{3 \cdot 104} = 21 \text{ kg/s}$$

H_3PO_4 doly normanyň çykdaýjysy

$$\frac{9780}{0,8} = 12225 \text{ kg/s}$$

Reagirleşmedik H_3PO_4 –ň mukdary

$$12225 - 9780 = 2445 \text{ kg/s}$$

Fosfatlaryň fosfor kislotasynyň kömegi bilen dargadylmanyň ýylylyk balansy.

Başlangyç berlenler.

Dargadylma gelýän H_3PO_4 –ň mukdary (44%-li H_3PO_4 – 27784 kg/s)

$$\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ –ň } t_0\text{-C} = 60^\circ\text{C}$$

Fosforit ununyň mukdary = 10.000 kg/s.

Fisforit ununyň t_0 -sy = 20°C

Dargadylma prosesiniň t_0 -sy = 90°C

Ýylylygyň girişi.

Fosfor kislotasy bilen gelýän ýylylyk

$$Q_1 = 27784 \cdot 60 \cdot 4.822.746 = \text{kg/s},$$

Fosforit uny bilen gelýän ýylylyk

$$Q_2 = 10.000 \cdot 20 \cdot 0,924 = 185.000 \text{ kg/s},$$

H_3PO_4 –ň üsti bilen geçýän fosforit ununyň bölünmesi şu reaksiýa boýunça geçýär.



Komponentleriň ýylylyk emele gelmesi we reaksiýanyň önümi. (kg/mol)

$$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \text{ F}_2 = 13650000;$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = -1258600;$$

$$\text{H}_2\text{O} = 286200;$$

$$\text{HF} = 267600;$$



Reaksiýanyň ýylylyk effekti

$$q = 10 \cdot 3375080 + 2 \cdot 267800 - 3650000 + 14 \cdot 1258600 + 10286200 = \\ = 54000 \text{ kg/mol} \\ \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \text{F}_2$$

Reaksiýanyň summarný ýylylyk effekti

$$Q_3 + \frac{q_{\text{mm}}}{M};$$

$$Q_3 + \frac{154000 \cdot 10.000 \cdot 0,8}{1008} = 1220000 \frac{\text{kg}}{\text{s}}.$$

Sistema gelýän ýylylygyň umumylygy.

$$\Sigma Q_g = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4882746 + 185000 + 1220000 = 62.87746 \text{ kg/s}.$$

Ýylylygyň çykdaýjysy:

Gaz fazasy bilen gidýän ýylylyk

$$Q_1 = 423 \cdot 0,882 \cdot 90 = 33600 \text{ kg/s}.$$

2) Suwly bug bilen gidýän ýylylyk

$$Q_2 = 14105 \cdot 0,03 \cdot 2659 = 1125000 \text{ kg/s}.$$

3) Ýiten ýylylyk, daşky sredada

$$Q_3 = a_2 F (t_{\text{st}} - t_w) \tau;$$

Ýylylyk beriji koeffisient α Mençewskiniň formulasyndan kesgitlenilýär.

$$\alpha_2 = 9,3 + 0,058 t_{\text{st}} \text{ wt/m}_2 \cdot \text{grad}$$

$$\alpha_2 = 9,3 + 0,058 \cdot 50 = 12,2 \text{ wt/m}_2 \cdot \text{grad}$$

Reaktoryň diwarlaryndan daşky sreda çykýan ýylylygyň ýitgisi.

$$Q_3 = \alpha_2 F \Delta t \tau;$$

$$Q_3 = 12,2 \cdot 100(50 - 20)3600 = 131800000 \text{ g/s} \\ \text{ýa-da} \quad 131800 \text{ kg/s};$$

4) Reaktordan pulpa bilen äkidilýän ýylylyk.

$$Q_4 = 62.87746 - 33600 - 1125000 = 4997346 \text{ kg/s.}$$

Reaktordaky pulpanyň temperaturasy.

$$t = \frac{Q_4}{mc} = \frac{4997346}{35127 \cdot 1468} = 97^\circ \text{C}$$

Ýylylyk balansyň tablisasy

Tabl. 20

Giriş		kg/s	Çykyş	kg/s
H ₃ PO ₄ bilen	482	2746	gaz fazasy bilen	33600
fosfor uny bilen	185	000	suw bugy bilen	1125000
rektoryň ýylylygy	1220	000	pulpa bilen ýit.Q ýylylyk	4997346
jemi	6287746		jemi	6287746

III.4 Natriý bikarbonatynyň kalsinasiýasynyň peji.

Başlangyç maglumatlar.

Çig mal görnüşdäki NaHCO₃-ň düzümi (%)

NaHCO₃.....79%

(NH₄)₂ CO₃.....1,8%

NH₄ HCO₃.....0,7%

NH₄Cl.....0,1%

Na Cl.....0,35%

Na₂SO₄.....0,06%

H₂O.....16,29%

Kalsinirlenen sodanyň düzümi (%)

Na₂ CO₃..... 95,8

Na HCO₃..... 2,3

sodanyň gaýtarylmasyz ýitgisi

(gazlar bilen äkidilen).....0,15

(taýýar önümden %-de alnan)

Giren Na HCO₃-ň temperaturasy (°C) 25

Çykan gazlaryň temperaturasy ($^{\circ}\text{C}$) 160
Ýüklenen sodanyň temperaturasy ($^{\circ}\text{C}$) 130

Maddy balans.

Peçde ýitgini hasaba almak bilen, tehniki soda emele gelýär

$$1000(1+0,0015)=1001,5 \text{ kg}$$

Bu mukdarda Na_2CO_3 saklanýar:

$$1001,5 \cdot 0,958 = 959,44 \text{ kg}$$

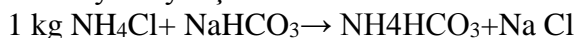
959,44 kg soda üçin Na bikarbonaty gerek bolýar:

$$(959,44 \cdot 2 \cdot 84) / 106 = 1520,62 \text{ kg}$$

Taýýar kalsinirlenen sodada 2,3% dargamadyk Na HCO_3 saklanýar, ýagny 1001,5 kg soda üçin 23,4 kg düzüminde bolýar. Bu ýitgiler hasaba alnyp, gerek bolan NaHCO_3

$$1520,62 + 23,04 = 1543,66 \text{ kg}$$

Reaksiýa boýunça:



1 kg NH_4Cl üçin Na HCO_3 harç edilýär:

$$\frac{1 \cdot 84}{53,5} = 1,57$$

Na HCO_3 -de ýerleşýän hlörly ammoniniň massasyny x arkaly aňladaly. Şu mukdar bilen NH_4Cl , 1,57 x kg Na HCO_3 bilen täsirleşýär. Peje çig bikarbonatyň massasynyň 79% saklaýan, ýagny $1543,66 + 1,57 \text{ x kg Na HCO}_3$ barmaly.

Şert boýunça x bu massanyň 0,1%-e deň bolmaly.

$$1543,66 + 1,57x - 79\%$$

$$(1543,66 + 1,57x) \cdot 0,1 = 79x$$

$$154,366+0,157x-79x=0$$

$$78,843x=154,366$$

$$X=1,96\text{kg NH}_4\text{Cl}$$

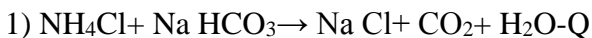
NH_4Cl -yň bu mukdary bilen täsirleşýär: $1,57 \cdot 1,96 = 3,08$ kg NaHCO_3 1000 kg taýýar soda üçin peje bikarbonatyň şu aşakdaky mukdary berilmeli.

$$1543,66+3,08=1546,74 \text{ kg}$$

Peje kalsinirlemek üçin baryan çig bikarbonatyň düzümi:

	kg	%
NaHCO_3	1546,74	79
$(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$	35,65	1,8
NH_4Cl	1,98	0,1
Na Cl	6,93	
	0,35	
Na_2SO_4	1,188	
	0,06	
$\text{NH}_4 \text{HCO}_3$	13,86	0,7
H_2O	322,5	
	16,29	
çökündi.....	33,66	1,7
Jemi	1962,5	
100,00		

Kalsinasiýa prosesinde geçýän reaksiýalar:



1,96 kg NH_4Cl we 3,08 kg NaHCO_3 harçlanýar. Emele gelýär:

$$\frac{1,96 \cdot 58,5}{53,5} = 2,14 \text{ kg NaCl}$$

$$\frac{1,96 \cdot 17}{53,5} = 0,62 \text{ kg } NH_3$$

$$\frac{1,96 \cdot 44}{53,5} = 1,61 \text{ kg } CO_2$$

$$\frac{1,96 \cdot 18}{53,5} = 0,66 \text{ kg } H_2O$$



13,86 kg $NH_4 HCO_3$ harç edilyär.

Emele gelyär:

$$\frac{13,86 \cdot 17}{79} = 2,98 \text{ kg } NH_3$$

$$\frac{13,86 \cdot 44}{79} = 7,72 \text{ kg } CO_2$$

$$\frac{13,86 \cdot 18}{79} = 3,16 \text{ kg } H_2O$$



35,65 kg $(NH_4)_2 CO_3$ mukdarda çykdaýjy edilyär. Emele gelyär:

$$\frac{35,65 \cdot 34}{96} = 12,63 \text{ kg } NH_3$$

$$\frac{35,65 \cdot 44}{96} = 16,34 \text{ kg } CO_2$$

$$\frac{35,65 \cdot 18}{96} = 6,68 \text{ kg } H_2O$$



Harçlanýar: 1546,74-23,04-3,08=1520,62 kg $NaHCO_3$

Emele gelyär:

$$\frac{1546,62 \cdot 106}{168} = 959,44 \text{ kg } Na_2CO_3$$

$$\frac{1520,62 \cdot 44}{168} = 398,26 \text{ kg } CO_2$$

$$\frac{1520,62 \cdot 18}{168} = 162,92 \text{ kg } H_2O$$

Umumy emele gelyär:

$$0,62+2,98+12,63=16,23 \text{ kg } NH_3$$

$$1,61+7,72+16,34+398,26=423,93 \text{ kg } CO_2$$

$$0,66+3,16+6,68+162,92=173,42 \text{ kg } H_2O$$

Natriý karbonatynyň kalsinasiýasy üçin pejiň jemleýji maddy balansy.
(1000 kg soda üçin)

Tabl. 21

	Giriş	Peçde reaksiýalar boýunça			Çykyş		
		emele geldi	ulanyl -dy	jemi	taýýar odanyň	gazlaryň	jemi
NaCl	6,93	2,14		+2,14	9,07		9,07
NaHCO ₃	546,74		1523,69	1523,69	23,00	0,05	23,05
Na ₂ SO ₄	1,188				1,188		1,188
Na ₂ CO ₃		959,44		+959,44	958,00	1,44	959,44
NH ₄ Cl	1,96		1,96	1,96			0
(NH ₄) ₂ CO ₃	35,65		35,65	35,65			0
NH ₄ HCO ₃	13,86		13,86	13,86			0
CO ₂		423,93		423,93		423,93	423,93
NH ₃		16,23		16,23		16,23	16,23
H ₂ O	322,5	173,42		173,42		495,92	495,92
Jemi	928,828	1575,16	1575,16	0	991,258	937,258	1928,828

Ýylylyk balansy.

1) Ýangyç bilen gije girýän ýylylyk, pejiň barabanynyň aşagyndaky topkada ýanýar. Hasaplama ýylylyk emele getiriji ukyply ýangyç üçin geçirilýär, ýagny 29300 kJ/kg. Ýangyjyň mukdary 1000 kg kalsinirlenen soda üçin zerur bolup, ony x bilen belleýäris we ýylylyk balansy esasynda kesgitleýäris.

$$q_1 = 29300 \times \text{kJ}$$

NaHCO₃ bilen barabana barýan ýylylyk

$$Q_2 = 91962,5 - 322,50 \cdot 1,17 \cdot 25 = 322,5 \cdot 104,8 = 821768 \text{ kJ.},$$

bu ýerde 1,17- NaHCO₃ ýylylyk sygymy kJ/kg grad
104,8-sodanyň entalpiýasy; kJ/kg

$$Q_{\text{gir}} = 29300 \times + 821768 \text{ kJ}$$

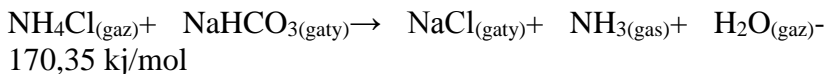
Ýylylygyň harçlanylyşy:

Çykýan soda bilen bilelikde alnyp gidilýän ýylylyk.

$$q_1 = 1000 \cdot 1,13 \cdot 160 = 181000 \text{ kJ}$$

bu ýerde 1,13-sodanyň ýylylyk sygymy; kJ/kg.grad

Endotermiki reaksiýalar üçin çykarylýan ýylylyk:



$$Q_{\text{gury}} = (410,90 + 46,19 + 393,51 + 241,84) - (315,19 + 947,40) = -170,35 \text{ kJ/mol}$$

NH₄Cl üçin, bu ýerde

410,90- NaCl emele gelmegi bilen çykýan ýylylyk; kJ/mol

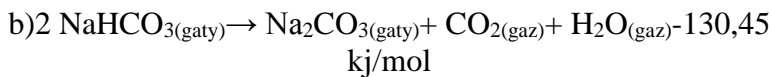
46,19- NH₃ emele gelmegi üçin ýylylyk; kJ/mol

393,56- CO₂ emele gelmegi üçin ýylylyk; kJ/mol;

241,84- H₂O emele gelmegi üçin ýylylyk; kJ/mol;

315,39- NaHCO₃ emele gelmegi üçin ýylylyk; kJ/mol;

$$q_a = \frac{170,35 \cdot 1000 \cdot 1,96}{53,5} = 6240,86 \text{ kdj};$$

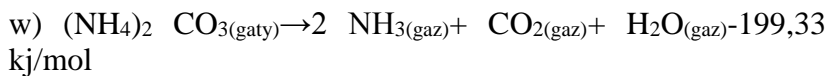


$$Q_p = (1129,00 + 393,51 + 241,84 - (2 \cdot 947,40)) = -130,45 \text{ kJ Na}_2\text{CO}_3 \text{ için,}$$

bu yerde

1129- Na₂CO₃ emele gelmeği için ıylylyk; kJ/mol

$$q_b = \frac{130,45 \cdot 1000 \cdot 959,44}{106} = 1180744,7 \text{ kJ}$$



Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Атрощенко В.И. и др. Технология связанного азота. Химия, М., 1968.

11. Блясак Е. и др. Технология связанного азота. Синтез аммиака.
12. Госхимиздат, М., 1961.
13. Ганз С.Н. Технологические процессы и оборудование производства.
14. Синтез газа и связанного азота. Изд. Харьковского университета, Харьков, 1960.
15. Дыбина П.В. и др. Расчеты по технологии неорганических веществ.
16. «Высшая школа», М., 1967.
17. Атрощенко В.И. и др. Методы расчетов по технологии связанного азота. Изд. Харьковского университета. Харьков, 1960.
18. Атрощенко В.И. и др. Номограммы в технологии азотной кислоты.
19. Химия, М., 1972.
20. Справочник азотчика. т. I и II. Химия, М., 1967.
21. Зейлингер А.С., Середкин Е.П. Агрегаты разделения коксового газа
22. методом глубокого охлаждения. Химия, М., 1964.
23. Арощенко В.И., Каргин С.И. Технология азотной кислоты. Госхимиздат, М., 1962.
24. Справочник по азотной кислоте под ред. Маниовича М.А.
25. Госхимиздат, М., 1967.
26. Клевке Я.И. и др. Технология азотных удобрений. Госхимиздат, М., 1963.
27. Богуславский В.Н. Производство аммиачной селитры. «Техника» Киев,
28. 1963
29. Мельников Е.П., Кудрявцев И.Д. Производство мочевины. Химия 1965.
30. Ганз С.Н. и др. Плазма в химической технологии «Техника». Киев. 1969.
31. Фиксация атмосферного азота. Изд. ГИАП.М. 1963.

32. Андреев Ф.А. и др. Курс технологии связанного азота. Химия, М, 1966
33. Амелин А.Г. Производство серной кислоты. «Химия» 1971.
34. Амелин А.Г. Теоретические основы образования тумана при
35. конденсации. Химия, М., 1966.
36. Боресков Г.К. Катализ в производство серной кислоты. Госхимиздат. 1954.
37. Гладушко В.И. производство серной кислоты. «Техника». Киев. 1956.
38. Справочник сернокислотника. Госхимиздат М..1958.
39. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений . Химия, М., 1971.
40. Соколовский А.А. Технология минеральных удобрений. Химия, М.,1971.
41. Чепелевский М.Л., Бруцкий Е.Б. Суперфосфат, физико-химические основы производство. Госхимиздат, М., 1971.
42. Печковский В.В. и др. Технология калийных удобрений. «высшая школа». Минск. 1984.
43. Справочник по удобрениям. «Колос» М., 1964.
44. Шокин И.Н., Крашенинников С.А. Технология кальцинированной соды и очищенного бикарбоната натрия. «Высшая школа». М., 1985.
45. Чернов В.Ф. производство каустической соды химическими способами. Госхимиздат, М., 1961.
46. Зеликин Н.Б. производство каустической соды химическими способами. Госхимиздат, М., 1961.
47. Коуль А.А., Ризенфельд Р.С. Очистка газа. Гостоптехиздат, М., 1962.
48. Соколов В.А., Торочешников Н.С., Кельцев Н.В. Молекулярные сита и их применения. Химия, М., 1964,

49. Очистка производственных сточных вод. Под ред. Ю.И. Турского и
50. М.В.Филиппова. Химия, М., 1967.
51. Позин М.Е. и др. Расчеты по технологии неорганических веществ.
52. Химия, М.Л., 1966.
53. Дыбина П.В. Технологические расчеты в производстве минеральных удобрений. Изд. ВЗПИ. М., 1972.
54. Домашнев А.Д. Конструирование и расчет химических аппаратов. Машгиз, М., 1961.
55. Лащинский А.А., Толчинский Р.А. Основы конструирования и расчет химической аппаратуры. Справочник. Машгиз, М-Л., 1963.
56. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Химия, М. изд. 8-е 1970.
57. Плановский А.К. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Химия, М., 1967.
58. Рамм В.М. Абсорбция газов. Химия, М., 1966.
59. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. ГНТИ химической
60. литературы, Л., 1959.
61. Чернобыльский И.И. и др. Машины и аппараты химических производств. Машгиз М. 1959.
62. Федоров И.М. Теория и расчет процесса сушки. Госенергоиздат. М. 1955.
63. Жужиков В.А. Процессы фильтрации в химической промышленности. Госхимиздат, М., 1960.
64. Бакланов Н.А. Турбопроводы в химической промышленности .
65. Госхимиздат, М., 1953.
66. Михеев М.А. Основы теплопередачи. Госенергоиздат . М., 1956.

67. Андреева В.А., Казарян В.Н. Новые конструкционные химические
68. стойкие, металлические материалы. Госхимиздат, М., 1960.
69. Дерешкевич Ю.В. Кислотоупорные сооружения в химической
70. промышленности. Госхимиздат, М., 1960.
71. Вайлас С. Химическая кинетика и расчеты промышленных реакторов. Химия, М., 1964.
72. Крамерс Х., Весертерп К. Химические реакторы, расчеты и управление ими. Химия, М. 1967.
73. Робертс С. Динамическое программирование в процессах химической технологии и методы управления. «Мир», М.1965.
74. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Химия, М.1969.

Mazmuny

№	Temalar	Sahy pa
1	Sözbaşy	
2	I. Bap. Organiki däl maddalaryň himiki tehnologiýasynda geçirilýän hasaplamalar	8
3	I.1 Gaty materiallaryň düzümi we häsiýetnamasy	8
4	I.2 Stehiometriki hasaplamalar	11
5	I.3 Maddy balansyň esaslary	17
6	I.4. Ýylylyk balansyň esaslary	32
7	II bap. Organiki däl maddalaryň önümçilikleri boýunça hasaplamalar	48
8	II.1. Ekstraksion fosfor kislotasy	48
9	II.2. Termiki fosfor kislotasy	68
10	II.3. Ikili superfosfat	77
11	II.4. Ýönekeý superfosfat	91
12	III bap. Mineral dökünleriň, duzlaryň we aşgarlaryň himiki tehnologiýasy dersi boýunça ýyllyk taslamasynyň ýerine ýetirilişiniň metodiki görkezmesi	97
13	III.1 Umumy maglumat	97
14	III.2 Ýyllyk taslamasynda berilýän mowzuklaryň hasaplama mysallar	1
15	III.3 Kamerasyz ikili superfosfatyň önümçiligi boýunça hasaplamalar	10 9
16	III.4 Natriý bikarbonatynyň kalsinasiýasynyň peji	11 6
17	Edebiýat	12 3

