

B.CH.NURIMBETOV, M.J.AYIMBETOV,
A.M.REYMOV, N.K.YUSUPOVA

XIMIYALIQ TEXNOLOGIYA TIYKARLARI

BOYINSHA ÁMELIY
SHINIĞIWLAR TOPLAMI



Kitob quyidagi ko'rsatilgan
muddatda topshirilishi shart

Oldingi foydalanishlar
miqdori

ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASI JOQARI HÁM ORTA
ARNAWLI BILIMLENDIRIW MINISTRILIGI

QARAQALPAQ MÁMLEKETLIK UNIVERSITETI

B.CH.NURIMBETOV, M.J.AYIMBETOV,
A.M.REYMOV, N.K.YUSUPOVA

2 to
**XIMIYALIQ TEXNOLOGIYA
TIYKARLARI**

**BOYÍNSHA ÁMELIY SHINIĞIWLAR
TOPLAMI**

5320400 – Ximiyaliq texnologiya,

5321300 – Neft hám neft – gazdi qayta islew texnologiyasi

5320300 – Texnologiyaliq mashinalar hám uskeneler (ximiya sanaati)
tálim bağdarlari studentleri ushin Ózbekstan Respublikasi Joqari hám
orta arnawli bilimlendiriw ministriligi tárepinen oqıw qollanba
sıpatında usınılğan

«O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi»
nashriyot-matbaa birlashmasi
Toshkent – 2020

UO*K: 66(075.8)

KBK: 35ya73

X

Ximiyaliq texnologiya tiykarlari boyınsha ámeliy shiniǵıwlar toplami [Matn] : o'quv qo'llanma / B.Ch.Nurimbetov, M.J.Ayimbetov, A.M.Reymov, N.K.Yusupova. — Toshkent : «O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi» nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020. — 124 b.

UO*K: 66(075.8)

KBK: 35ya73

Dúziwshiler:

B.Ch.Nurimbetov, M.J.Ayimbetov, A.M.Reymov, N.K.Yusupova

Pikir bildiriwshiler:

Seytnazarov A. - *Ózbekstan Ilimler Akademiyası Uliwma hám organikalıq emes ximiya instituti bas ilimiy xızmetkeri, t.i.d.*

Qaypbergenov A. - *Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti kafedrası baslıǵı, t.i.d.*

Qurbaniyazov R. - *Qaraqalpaq mámleketlik universiteti docenti, t.i.k.*

Oqıw qollanba Joqarı hám orta arnawlı bilimlendiriw ministrligi tárepinen tastıyqlanǵan «Ximiyalıq texnologiya», «Neft hám neft-gazdı qayta islew texnologiyası» hám «Texnologiyalıq mashinalar hám úskeneler (ximiya sanaatı)» bakalavr baǵdarları ushın «Ximiyalıq texnologiya tiykarları» pániniń oqıw baǵdarlaması tiykarında dúzilgen bolıp, onı joqarı oqıw orınlarınıń tiyisli bakalavr baǵdarı studentleri, ximiyalıq óndiris xızmetkerleri, sonday-aq kásip-óner kolledjleri hám akademiyalıq licey oqıwshıları hám oqıtıwshıları ushın mólsherlengen. Qollanbada hár qıylı óndirislerdegi ximiya texnologiyalıq processlerde júrgiziletuǵın esaplawlardı sheshiw usılları hám iyelengen kónlikpelerdi bekkemlew ushın esaplar toplamı keltirilgen.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020-yil 30-iyundagi 359-sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan.

ISBN 978-9943-6712-9-4

© «O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi»
nashriyot matbaa birlashmasi, 2020.

Kirisiw

Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń 2017 jıl 27 iyuldaǵı «Joqarı maǵlıwmatlı qánigeler sıpatın asırıwda ekonomikalıq tarawlar hám tarmaqlardıń qatnasın jáne de keńeytiriw shara ilajları haqqında» ǵı PQ-3151 san qararında, sonday — aq Ózbekstan Respublikası Prezidenti Shavkat Mirziyoyevtiń Oliy Majliske múrátatında, sonday-aq Ózbekstan Respublikası Prezidenti Sh.M.Mirziyoyevtiń 2020 jıl 31 yanvar kúni alımlar, jas izleniwshiler, ilim izertlew institutları basshıları hám óndiris sektori wákılleri menen bolıp ótken ushırasıwında Respublikamız ilimpazları hám professor — oqıtıwshılarına ilimdi rawajlandırıw hám kadrlar tayarlaw boyınsha úlken wazıypalardı qoydı.

Ózbekstan Respublikasında ximiyalıq materiallar óndirisi búgingi kúnde eń aktual máselelerdiń biri bolıp qalmaqda. Respublikamız húkimeti islep shıǵarılıp atırǵan materiallardıń shiyki zatı hám olardan tayarlanatuǵın ónimlerdiń sapasın asırıw, olardıń básekige shıdamlılıǵın támiyinlew hám eksport qılıw imkaniyatların asırıwǵa úlken itibar qaratpaqda.

Ózbekstan Respublikasınıń ximiyalıq materiallar óndirisindeǵı orını dúnya júzinde bekkemlenip atırǵan bir waqıtta básekige shıdamlı materiallar óndirisi, tereń bilimge iye technolog kadrlarǵa baylanısh boladı. Respublikamızda bilimlendiriw reformalarınń basqıshpa — basqısh ámelge asırılıp atırǵan házirgi dáwirde «Kadrlar tayarlawdıń milliy dástúri» talaplarınan hám reformalardıń bas maqsetlerinen kelip shıqqan halda joqarı oqıw orınlarınıń studentleriniń oqıw processin óz betinshe orınlaw, kerekli maǵlıwmatlardı izlep tabıw hám analiz qılıwǵa úyreniw usınıń tiykarında juwapkeshilikli sheshimler qabil etiw kónlikpelerin qalıplestiriw hám rawajlandırıw wazıypası qoyılǵan.

Respublikamızda neft hám gazdı qayta islew, mineral tóginler, qurılıs materialları, metallurgiya, organikalıq zatlar óndirisi h.t.b. hár qıylı óndiris kárxanaları bar bolıp, bul kárxanalarda sapalı ónimler óndirisi ushın joqarı mamanlıqdaǵı kadrlardı talap etedi. Respublikamızda ǵárezsizlik jıllarında kadrlar tayarlawdıń jańa sisteması jaratılıp, qánigeler sapasına qoyılatuǵın zamanagóy talaplarǵa juwap beretuǵın joqarı bilimli, tańlaǵan tarawı boyınsha óz



betinshe, erkin isley alatuǵın, mámlekettiń ilimiy – texnikalıq, social – ekonomikalıq hám mádeniy rawajlanıwına múnásip úles qosa alatuǵın, tez pát benen rawajlanıp atırǵan social – ekonomikalıq rawajlanıw shárayatına qalıplese alatuǵın qánigeler tayarlaw izbe – iz ámelge asırılmaqda.

Qaraqalpaq tilindegi oqıw ádebiyatına bolǵan mıtájlıkten kelip shıǵıp, bul oqıw qollanbanıń maqseti joqari oqıw orınları studentlerine, óndirisi kárxanaları xızmetkerlerine hám kásip – óner kolledjleri oqıtıwshılarına ximiyalıq óndirisi boyınsha alıp barılatuǵın esaplawlardı durıs júrgiziwdi úyretiwden ibarat.

“Ximiyalıq texnologiya tiykarları” pánin oqıw barısında studentler teoriyalıq alǵan bilimlerin ámeliy tárepten bekkemlew, yaǵnıy hár qıylı ximiya texnologiyalıq óndirislerde júrgiziletuǵın esaplawlardı úyreniwı zárúr bolıp esaplanadı.

Texnologiyalıq esaplawlar studentlerge ximiyalıq texnologiyanıń tiykarǵı túsiniqlerin hám ólshem birliklerin bilip alıwǵa úyretedi. Metodikalıq qollanbada tiykarǵı texnologiyalıq processler, túsiniqler hám ólshem birlikler esaplar sheshiw arqalı bekkemlenedi. Bekkemlew ushın esaplardı sheshiw usılları hám óz betinshe esaplaw ushın esaplar toplamı keltirilgen.

Esaplaw usı texnologiyalıq processlerdegi ximiyalıq reaksiyanıń teńlemesi hám olardıń ótiw nızamlıqları tiykarında ámelge asırıladi. Esaplawlar mektep kursında úyrenilgen metodlar: proporcıya metodı, algebralıq metod, formula boyınsha esaplaw metodı, esaplawdıń grafikalıq metodı h.t.b. metodlar járdeminde ámelge asırıladi.

I BAP. XIMIYALÍQ TEXNOLOGIYANÍŇ TIYKARǴÍ TÚSINIQLERI

1.1 Ximiyalıq texnologiyanıń predmeti hám wazıypaları

Texnologiya – shiyki zatlardı óndiris qurallarına hám xalıq tutınıw buyımlarına aylandırıw usılların úyreniwshi pán bolıp esaplanadı.

Ádette texnologiya mexanikalıq hám ximiyalıq túrlerge bólinedi. Materiallar mexanikalıq jol menen qayta islenetuǵın processler, yaǵnıy materialdıń tek sırtqı kórinisi ózgerip, onıń ximiyalıq quramı ózgerissiz qalatuǵın processler mexanikalıq texnologiyaǵa jatadı. Shtampovkalaw, metallardı qısıp - sozıw (prokatlaw), quyıw, dándi maydalaw, ayǵabaǵardan hám basqada tuqımlardan túyiw yamasa ekstrakciyalaw járdeminde may shıǵarıw – bulardıń barlıǵı mexanikalıq texnologiyanıń predmetin quraydı.

Ximiyalıq texnologiyanı – materiallarǵa islew beriwde onıń ximiyalıq quramında tereń ózgerislerge alıp keletuǵın processler quraydı. Máselen, glinozemnen alyuminiydiń, etilennen etanoldıń alınıw processleri h.t.b. ximiyalıq texnologiyaǵa jatadı.

Ximiyalıq texnologiya – organikalıq emes zatlar hám organikalıq zatlar texnologiyası bolıp bólinedi. Organikalıq emes zatlardı (mineral shiyki zatlardı) qayta islew usılların úyreniwshi ximiyalıq texnologiya, organikalıq emes zatlar ximiyalıq texnologiyası dep ataladı.

Organikalıq zatlar ximiyalıq texnologiyasına uglerod tutqan zatlardı, máselen neft, kómir, slanec, tábiyiy gaz h.t.b. qayta islew processleri jatadı.

Ximiyalıq texnologiya óndiris processlerin racional shólkemlestiriw jolların hám usılların úyrenedi.

1.2 Sarplanıw koefficientin esaplaw

Sarplanıw koefficienti dep (A) ónimniń bir birligin óndiriw ushın jumsalǵan shiyki zattıń, materiallardıń yamasa energiyanıń muǵdarın kórsetedi. Onıń ólshemleri tómendegishe: [kg shiyki zat/tonna ónim], [m^3 shiyki zat/kg ónim], [kVt – saat/kg ónim], [kkal/tonna ónim] h.t.b.

Teoriyalıq sarplanıw koefficienti (A_{teor}) shiyki zattıń tayar ónimge aylanıwındaǵı stexiometriyalıq qatnası tiykarında esaplanadı.

$$A_{teor} = \frac{m_1}{m_2} \quad (1.1)$$

Bul jerde A_{teor} – teoriyalıq sarplanıw koefficienti (t, kg, m³); m_1 – shiyki zat muǵdarı, m_2 ónim muǵdarı.

Ámeldegi sarplanıw koefficienti ($A_{ámel}$) qosımsha juretuǵın reakciyalardı hám óndirislik ısırap bolıwları esapqa aladı.

Ónimniń shıǵımı η – ámelde alınǵan ónimniń muǵdarınıń teoriyalıq alınıwı múmkin bolǵan muǵdarına qatnası bolıp tabıladı hám procentlerde kórsetiledi:

$$\eta = \frac{m_{ámel}}{m_{teor.}} \quad (1.2)$$

bul jerde $m_{ámel}$ – ámelde alınǵan ónimniń muǵdarı, $m_{teor.}$ – teoriyalıq alınıwı múmkin bolǵan muǵdarı.

Óndiristiń ónimdarlıǵı (quwatlılıǵı) – waqıt birligi ishinde alınǵan ónimniń muǵdarı yamasa qayta islengen shiyki zattıń muǵdarı:

$$\Pi = \frac{m}{\tau} \quad (1.3)$$

Π – ónimdarlıq (kg/s, t/sut, m³/sut); m – ónim muǵdarı (t, kg); τ – waqıt (saat, sut). Úskeneniń optimal shárayatda maksimal óndirisi múmkinshiligi onıń quwatlılıǵı (N) dep ataladı.

$$N = \Pi_{optim.} \quad (1.3a)$$

Bul jerde N – úskeneniń quwatlılıǵı (kg/saat, t/sut).

Processtiń intensivligi (I) – qayta isleniwshi shiyki zattıń yamasa úskeneniń kólem birliginde payda bolıwshı ónimniń muǵdarı. Bul kórsetkish texnologiyalıq úskenede processtiń júriw jedelligin hám processti shólkemlestiriwdiń jetikligin kórsetedi.

$$I = \frac{\Pi}{v_n} = \frac{m}{v_n \tau} \quad (1.4)$$

$$I = \frac{\Pi}{S_n} = \frac{m}{S_n \tau}$$

Ekonomikalıq kórsetkishler – óndiristiń ekonomikalıq effektivligin kórsetedi.

Salıstırma kapital shıǵınlar (K_d) – úskenelerge ketken shıǵınlarıń, onıń ónimdarlıq birligine qatnası bolıp esaplanadı. Bul kórsetkish natural ólshemlerde kórsetiledi, máselen [metall t /sutkasına 1000 tonna ónim], yamasa pul birliginde.

$$K_c = \frac{K}{N} \quad (1.5)$$

Bul jerde K_s – salıstırma kapital shıǵınlar, K – kapital shıǵınlar, N – qurılmanıń quwatlılıǵı.

Ónimniń ózine túser bahası (S) – ónimniń bir birligin alıw ushın jumsalǵan ulıwma shıǵınlar. Ónimniń ózine túser bahasınıń hám óndirisishı qurılmanıń bir birlik quwatlılıǵı arasında baylanıs tómendegishe esaplanadı:

$$S = m \cdot N^n \quad (1.6)$$

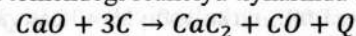
Bul jerde S – ónimniń ózine túser bahası (sum/t); N – qurılmanıń yamasa cextiń quwatlılıǵı (t/jıl), m , n – koefficientler ($n=0,2$ yamasa $0,3$).

№1 esap.

Quramında 90% CaC_2 tutqan kalcıy karbidin óndirisiniń sarplanıw koefficientin tabıń. Shiyki zat – antracit quramında C – 96%, sónbegen hák quramında CaO – 85% bar.

Sheshiliwi:

Kalcıy karbidi tómendegi reakciya tiykarında alınadı:



$$M_{rCaC_2} = 64; M_{rCaO} = 56; A_{rC} = 12.$$

Esaptıń shárti boyınsha 1 t ónimde 900 kg CaC_2 boladı. 900 kg CaC_2 alıw ushın qansha kalcıy oksidi kerek ekenligin tabamız:

$$A_t = \frac{900 \cdot 56}{64} = 787,5 \text{ (kg)}.$$

CaO niń tazalıǵın esapqa alǵan halda ámeldegi sarplanıw koefficientin hák boyınsha tabamız:

$$A'_{ámelde} = \frac{787,5}{0,85} = 926,47 \text{ (kg)}$$

CaC_2 payda bolıwı ushın qansha uglerod kerekligin tabamız:

$$A''_t = \frac{900 \cdot 3 \cdot 12}{64} = 506,25 \text{ (kg)}$$

Antracit boyınsha sarplanıw koefficientin tabamız:

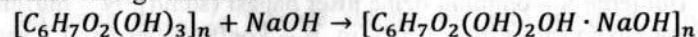
$$A''_{\text{ámelde}} = \frac{506,25}{0,96} = 527,34 \text{ (kg)}$$

№2 Esap

5% ıǵallıq hám 4% qosımtalarǵa iye bolǵan 1 t cellyulozanıń mersezıaciyası ushın kerek bolatuǵın kúydirgish natriydiń 18% li eritpesiniń teoriyalıq sarplanıw koefficientin esaplań.

Sheshiliwi:

Cellyulozanıń mersezıaciya processı tómendegi reakciya tiykarında ámelge asırıladı:



$$M_{r_{\text{celluloza}}} = n \cdot 162; M_{r_{\text{kúydirgish natriy}}} = 40.$$

0,91 t cellyulozanıń mersezıaciyası ushın kerek bolatuǵın taza natriy gidrooksidiniń qansha kerek ekenligin tabamız:

$$A_t = \frac{0,91 \cdot n \cdot 40}{n \cdot 162} = 0,225 \text{ (t)}$$

18% li eritpeden $0,225 : 0,18 = 1,248 \text{ (t)}$ kerek boladı.

№3 Esap

Etilendi kóp márteli cirkulyaciyalaw nátiyjesinde alınǵan etil spirtiniń shıǵımın esaplań. 1 t etil spirtin alıw ushın etilenniń ámeldegi sarplanıw koefficienti 0,69 t.

Sheshiliwi:

Etil spirti etilendi suw menen tásirlestirip tómendegi reakciya tiykarında alınadı:



Molekulyar massaları:

$$M_{r_{C_2H_4}} = 28; M_{r_{C_2H_5OH}} = 46;$$

690 kg etilennen etil spirtiniń teoriyalıq shıǵımı:

$$m_{\text{teor}} = \frac{690 \cdot 46}{28} = 1133,6 \text{ (kg)} = 1,1336 \text{ (t)}.$$

Etanoldıń ámeldegi massası $m_{\text{ámelde}} = 1000 \text{ kg}$

Etil spirtiniń ámeldegi shıǵımın tabamız:

$$\eta = \frac{1000}{1133,6} \cdot 100 \text{ (%) } = 88 \text{ (%)}$$

№4 Esap

Kameradan hár 10 minutta 250 kg rezina aralaspası kelip tursa, jabıq túrdegi rotorlı rezina aralastırǵıstıń bir sutkadaǵı ónimdarlıǵın esaplań.

Sheshiliwi:

Rezina aralastırǵıstıń ónimdarlıǵı (1.3 teńleme) tómendegishe anıqlanadı:

$$\Pi = \frac{250 \cdot 60 \cdot 24}{10} = 36000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{sut}} \right) = 36 \left(\frac{\text{t}}{\text{sut}} \right)$$

№5 Esap

Eger hár bir saatta 30 t 99% li ammiak islep shıǵarılatsuǵın bolsa, 100% ammiakqa esaplaǵandaǵı ammiaktı sintezlew kolonnasınıń jıllıq ónimdarlıǵın esaplań.

Sheshiliwi:

99% li ammiak islep shıǵarıwshı sintez kolonnasınıń jıllıq ónimdarlıǵın esaplaymız:

$$\Pi_1 = 30 \cdot 24 \cdot 365 = 262800 \left(\frac{\text{t}}{\text{yl}} \right)$$

100% li ammiak óndirisi ushın kolonnanıń ónimdarlıǵın esaplaymız:

$$\Pi_2 = \frac{262800 \cdot 99}{100} = 260172 \left(\frac{\text{t}}{\text{yl}} \right)$$

№6 Esap

Qattı halındaǵı parafındı okislew ushın kolonnaǵa 40 t parafın salındı. Bul kolonnanıń 75% kólemin iyeleydi (kolonnanıń biyikligi 10 m, diametri 2,5 m). Okislew processı ortasha 18 saat dawam etedi. Parafındı okislendiriw processiniń intensivligin hám kolonnanıń ónimdarlıǵın esaplań.

Sheshiliwi:

Okislendiriw kolonnasınıń kólemi:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 2,5}{4} \cdot 10 = 49 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Kolonnanıń paydalı kólemi (V_n):

$$V_n = 49 \cdot 0,75 = 36,75 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Kolonnaniń ónimdarlıgıń (1.3 teńleme boyınsha) anıqlaymız:

$$\Pi = \frac{40 \cdot 1000}{18} = 2222,2 \left(\frac{\text{kg}}{\text{saat}} \right)$$

Parafinniń okisleniw processiniń intensivligin (1.4 teńleme boyınsha) anıqlaymız:

$$I = \frac{2222,22}{36,75} = 60,46 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{saat}} \right)$$

№7 Esap

Quwatlılıgı jılına 360 mıń t H_2SO_4 islep shıǵarıwdıń kontaktlı usılında sulfat kislotasın shıǵarıw sistemasınıń bahası 17 600 mıń sumdı quraydı. Salıstırmalı kapital shıǵımdı esaplań.

Sheshiliwi:

Salıstırmalı kapital shıǵın 1.5 teńleme boyınsha esaplap tabıladı.

$$K_c = \frac{K}{N} = \frac{17600000}{360000} = 48,9 \left(\frac{\text{sum} \cdot \text{jıl}}{t} \right).$$

1.3 Ximiya-texnologiyalıq processlerdiń materiallıq hám jıllıq balansları

Materiallıq balans. Reakciyaǵa kirisiwshi zatlar arasındagı óz – ara tásirlesiw shiyki zattıń aralasıp júrgen qosımtalar menen pataslanıwı saldarınan qıyınlasadı. Bul náirse shıǵımdı kemeytedi hám tayar ónimniń sapasın tómendetedi, úskenenin quwatlılıgın páseytedi. Sonlıqtan tayar ónimdi óndiriw processinde tek ǵana tiykarǵı tásirlesiwshi zatlar haqqında emes, al aralasıp júriwshi qosımtalar hám payda bolıwshı qosımsha ónimler haqqında da anıq túsiniwke iye bolıw zárúr. Sonıń ushın, ximiyalıq óndiriste shiyki zat, yarım ónimler hám tayar ónimler kúndelikli qadaǵalawǵa alınıwı tiyis. Analiz materialları materiallıq balans dúziwge imkaniyat jaratadı, bul balanstıń tiykarına *zatlardıń massasınıń saqlanıw nızamı hám ximiyalıq reaksiyalar* jatadı. Shiyki zattıń sarplanıwshı norması, sonday – aq óndiristiń payda bolıwshı zatlarınıń, yarım ónimleriniń hám shıǵındılarınıń muǵdarı usılayınsha anıqlanadı.

Qálegen texnologiyalıq processtıń materiallıq balansı yamasa onıń bólimleri zatlardıń massasınıń saqlanıw nızamı tiykarında dúziledi:

$$\sum m_{\text{shiyki zat}} = \sum m_{\text{aqırǵı ónim}}$$

bul jerde $\sum m_{\text{shiyki zat}}$ – processtıń shiyki zatlarınıń summarlıq massası; $\sum m_{\text{aqırǵı ónim}}$ – processtıń aqırǵı ónimleriniń summarlıq massası.

Bul teńleme *materiallıq balanstıń teńlemesi* dep ataladı.

Solay etip, eger qandayda bir úskenege yamasa texnologiyalıq bólimge A zatınan m_A kg, V zatınan m_V kg kelip tússe hám ximiyalıq qayta islew nátiyjesinde S óniminen m_S kg, D óniminen m_D kg alınsa hám eger aqırǵı ónimlerde dáslepki zatlardıń $A(m'_A \text{ kg})$ hám $V(m'_V \text{ kg})$ bólegi qalǵan bolsa, onda bul jaǵdayda tómendegi teń salmaqlıq saqlanıwı tiyis:

$$m_A + m_V + \dots = m_S + m_D + \dots m'_A + m'_V + \dots + \Delta m$$

bul jerde Δm – ónimniń óndirislik ısırap bolıwı.

Materiallıq balans tayar ónimniń yamasa shiyki zattıń bir – birligine esaplap dúziledi; ol kg, t yamasa kg•mollerde kórsetiledi.

Esaplawlardıń nátiyjeleri ádette materiallıq balans kestesine dáslepki zatlardıń hám reakciya ónimleriniń massası boyınsha kirgiziledi hám kg larda kórsetiledi (yamasa % lerde) (1 – keste). Ayırım jaǵdaylarda keste menen birge diagrammada dúziledi.

Materiallıq balanstıń kiris bólimi qayta islewge kelip túsken zatlardıń salmaǵınan ibarat boladı.

Texnologiyalıq processtıń jıllıq balansı energianıń saqlanıw nızamı tiykarında dúziledi:

$$\sum Q_{\text{kirilgen}} = \sum Q_{\text{jumsalǵan}} \quad (1.7)$$

Bul jerde Q_{kiris} – Q_1, Q_2, Q_3 lardıń jıllıq summası; Q_1 – qurılmaǵa kirip atırǵan zatlar menen kiriwshi jıllıq; Q_2 – usı qurılmada júrip atırǵan ekzotermiyalıq reakciyanıń jıllıqlıǵı; Q_3 – qızdırıw arqalı sırttan berilip atırǵan jıllıq; $Q_{\text{jumsalǵan}}$ – Q_4, Q_5, Q_6 lardıń jıllıq summası; Q_4 – qurılmadan ónim menen shıǵıp ketetuǵın jıllıq muǵdarı; Q_5 – usı qurılmada júrip atırǵan endotermiyalıq reakciyanıń jıllıqlıǵı; Q_6 – sırtqı ortalıqqa ısırap bolatuǵın hám qurılmanıń ishinde ornattılǵan suwıtqısh (xolodilnik) arqalı shıǵatuǵın jıllıq.

Jıllılıq balansınıñ teńlemesi:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6. \quad (1.8)$$

Q_1 hám Q_4 lerdı texnologiyada materiallardıñ jıllılıq saqlawshıları dep ataladı hám qurılmaǵa kırıwshı hám shıǵıwshı zatlar ushın esaplanadı:

$$Q_1 \text{ hám } Q_4 = m \cdot c \cdot t \quad (1.9)$$

Bul jerde m – zat massası (kg, mol) (bunıñ mánisin materiallıq balanstan alıńadı); c – zattıñ ortasha jıllılıq sıyımlılıǵı, (spravochnikten alıńadı); t – qandayda bir esaplangan tochkadaǵı temperatura (kóbinese 273 K).

Ximiyalıq reaksiyanıñ jıllılıq effektleri (Q_2 hám Q_5) zattı qurawshı elementlerdiñ izobaralıq jıllılıq payda etiwshılıǵı $q_{payda bolıw}^0$ tiykarında, janıw jıllılıǵı yamasa standart jaǵdaylardaǵı ($1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, temperatura 298 K) zattıñ payda bolıw entalpiyası tiykarında esaplanadı. Reaksiyanıñ entalpiyasınıñ ózgeriwi ΔH sanlıq muǵdarı boyınsha reaksiyanıñ jıllılıq effektiniñ teris alıńan mánisine teń boladı:

$$\Delta H = -Q_p. \quad (1.10)$$

Reaksiyanıñ entalpiyasınıñ ózgeriwin ΔH reaksiya óniminiñ hám dáslepki zatlardıñ entalpiyasınıñ ayırmashılıǵı arqalı tabamız:

$$\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{ónim}} - \sum \Delta H_{\text{dáslepki}} \quad (1.11)$$

$\Delta H_{payda bolıw}$ tıñ mánisi termoximiyalıq hám termodinamikalıq shamalar keltirilgen spravochniklerde berilgen.

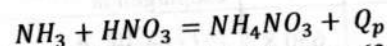
Qızdırw arqalı sırttan berilip atırǵan jıllılıqda Q_3 jıllılıq tasıwshıdaǵı ısırap bolıw esapqa alıw múmkin. Sırtqı ortalıqqa ısırap bolatuǵın hám qurılmanıñ ishinde ornatılǵan suwıtqısh (xolodilnik) arqalı shıǵatuǵın jıllılıq Q_6 jıllılıq agentiniñ jıllılıǵınıñ ózgeriwi menen esaplaw múmkin.

№8 Esap

1 t ammoniy nitratın alıw (azot kislotasın ammiak penen neytralizaciyalaw) processiniñ materiallıq balansın dúziñ. Azot kislotasınıñ koncentraciyası - 55%, gaz tárizli ammiak - 100%, ammoniy nitratı - 85%. Ammiak hám azot kislotasınıñ ısırap bolıwı - 1%.

Sheshiliwi:

Ammoniy nitratın tómendegi neytrallaw reaksiyası nátiyjesinde alıńadı:



Molekulyar massaları $Mr_{NH_3} = 17$; $Mr_{HNO_3} = 63$; $Mr_{NH_4NO_3} = 80$.

Kiristi esaplaymız. Joqarıdaǵı teńleme boyınsha 1 kmol NH_3 1 kmol NH_4NO_3 ti payda etedi. 1 t NH_4NO_3 (100%) islep shıǵarıw ushın kerek bolatuǵın ammiaktıñ massasın esaplaymız:

$$A_t = \frac{17 \cdot 1000}{80} = 212,5 \text{ (kg)}.$$

Islep shıǵarıwdıǵı ısırap bolıwları esapqa alsaq:

$$A_{is.sh.} = 212,5 \cdot 1,01 = 214,6 \text{ (kg)}.$$

1 t NH_4NO_3 (A_t) islep shıǵarıw ushın kerek bolatuǵın azot kislotasınıñ (100% li) massasın tabamız:

$$A_t = \frac{63 \cdot 1000}{80} = 787,5 \text{ (kg)}.$$

Óndiristegi ısırap bolıwları hám HNO_3 koncentraciyasın esapqa alıp $A_{is.sh.}$ ti esaplaymız:

$$A_{is.sh.} = \frac{787,5 \cdot 1,01}{0,55} = 1446,1 \text{ (kg)}.$$

Azot kislotası menen birge keletuǵın suw muǵdarı:

$$1446,2 - 795,4 = 650,7 \text{ (kg)}$$

Neytrallawǵa kelip túsken reagentlerdiñ ulıwma massası:

$$214,6 + 1446,2 = 1660,8 \text{ (kg)}.$$

85% li ammoniy nitrat eritpesiniñ sarplanıwın esaplaymız:

$$1000:0,85 = 1176,47 \text{ (kg)}.$$

NH_3 tıñ ısırap bolıwı:

$$214,6 - 212,5 = 2,1 \text{ (kg)}.$$

HNO_3 tıñ ısırap bolıwı:

$$795,4 - 787,5 = 7,9 \text{ (kg)}.$$

Puwlǵan suw massası:

$$1660,8 - (1176,47 + 2,1 + 7,9) = 474,33 \text{ (kg)}.$$

Esaplawlardıñ nátiyjesi kestege jazıladi.

Azot kislotasın ammiak penen neytralizaciyalaw processiniñ materiallıq balansı

Kirim		Shıǵım	
Dáslepki zatlar	m, kg	Ónim	m, kg

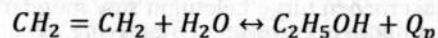
HNO_3	795,4	NH_4NO_3 100% ke esaplağanda	1000
H_2O	650,8	H_2O (sherbetli puw)	176,47 474,33
NH_3	214,6	NH_3 tiń ısırap boliwı HNO_3 tiń ısırap boliwı	2,1 7,9
Jámi	1660,8		1660,8

№9 Esap

Etilendi tikkeley gidratacıyalap etil spirtin alıw óndirisiniń ápiwayılastırılğan materiallıq balansıń dúziń. Dáslepki puw gazlı aralaspanıń quramı: etilen – 60, suw puwı – 40. Etilenniń gidratacıyalanıw dárejesi – 5%. Esaplaw 1 t etil spirtine júrgizilsin. Qosımsha reakciya hám basım esapqa alınbasın.

Sheshiliwi:

Etilendi tikkeley gidratacıyalap etil spirtin alıw 560 K temperaturada hám $80 \cdot 10^5$ Pa da tómendegi reakciya tiykarında júredi:



Molekulyar massaları $M_r C_2H_4 = 28$; $M_r H_2O = 18$; $M_r C_2H_5OH = 46$

Kiris. Etilenniń teoriyalıq sarplanıwın esaplaymız:

$$A_t = \frac{28 \cdot 1000}{46} = 608,7 \text{ (kg)}.$$

Aylanıw dárejesin (etil spirtke) esapqa alğan halda etilenniń ámeldegi sarplanıwı:

$$608,7 : 0,05 = 12174 \text{ (kg)} \text{ yamasa } \frac{12174 \cdot 22,4}{28} = 9739,2 \text{ m}^3$$

Puw - gazlı aralaspadağı suw puwınıń kólemin tabamız:

$$\frac{9739,3 \cdot 40}{60} = 6492,8 \text{ (m}^3\text{)} \text{ yamasa } \frac{6492,2 \cdot 18}{22,4} = 5217,5 \text{ (kg)}.$$

Sarplanıw. Gidratacıyalaw ushın qansha suw puwı jumsalğanın tabamız:

$$9739,3 \cdot 0,05 = 486,97 \text{ (m}^3\text{)}$$

Suw puwınıń artıqsha muğdarın tabamız (proskok):

$$6492,8 - 486,97 = 6005,8 \text{ (m}^3\text{)} \text{ yamasa } \frac{6005,8 \cdot 18}{22,4} = 4826,2 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Alınğan mağlıwmatlardı kestege jaylastıramız.

Etilendi tuwrıdan-tuwrı gidratacıyalap etil spirtin alıw óndirisiniń materiallıq balansı

Kirim			Shıǵım		
Dáslepki zatlar	m, kg	V, m ³	Ónim	m, kg	V, m ³
etilen	12174	9739,3	Etil spirti	1000	486,95
Suw puwı	5217,5	6492,8	Reakciyaǵa kirispey qalğan etilen	11565,3	9252,3
			Artıqsha muğdardağı suw puwı	4826,2	6005,8
Jámi	17391,5	16231,6	Jámi	17391,5	15745,05

№10 Esap

Acetilendi alıwdıń bir usılı – bul metandı termookislendiriwshi kreking (piroliz) bolıp esaplanadı. Reakciyanıń 298 K temperaturadağı standart jıllılıǵın esaplań.

Sheshiliwi:

Metandı termookislendiriwshi kreking tómendegi sxema boyınsha baradı:



Piroliz reakciyasınıń ΔH in esaplaymız. Reakciyada qatnasıp atırğan zatlardıń entalpiyasın spravochnikten alamız.

ΔH kDj/mol: $CH_4 - (-74,85)$; $C_2H_2 - 226,75$; $CO - (-110,5)$; $CO_2 - (-393,51)$;

$H_2O - (-241,84)$; $O_2 - 0$; $H_2 - 0$.

$$\Delta H_r = 2 \cdot 226,75 + 6(-110,5) + (-393,51) + 2(-241,84) - 11(-74,85) = -263,34 \left(\frac{kJ}{mol} \right).$$

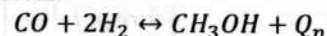
$$\Delta H = -Q_p \text{ bolğanlığı sebepli } Q_p = 263 \frac{kJ}{mol}.$$

№11 Esap

CO hám H₂ den 100 kg metil spirtiniń payda bolıw reaksiyasınıń jıllılıǵın esaplań. Payda bolıw entalpiyası (kJ/kmol): CO – 110583; H₂ – 0; CH₃OH – 201456.

Sheshiliwi:

CO hám H₂ den metil spirtiniń payda bolıw reaksiyası tómendegi teńleme tiykarında júredi:



bul jerde Q_p – reaksiyanıń jıllılıq effekti.

(1.10) formulasına muwapıq $\Delta H = -Q_p$,

bul jerde ΔH – metanol sintezi reaksiyasınıń entalpiyası, ΔH tı esaplaymız (1.11 – formula boyınsha):

$$\Delta H = -201455 - (-110683) = -90772 \left(\frac{kJ}{kmol} \right).$$

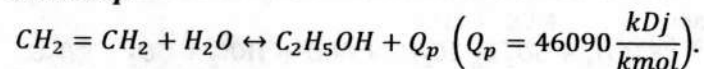
Solay etip $Q_p = 90772 \text{ kJ/kmol}$ ǵa teń boladı.

100 kg metil spirtiniń payda bolıw reaksiyasınıń jıllılıǵın tabamız:

$$Q = \frac{90772 \cdot 100}{32} = 283662 \text{ (kJ)}$$

bul jerde 32 – metil spirtiniń molekulyar massası, kg.

№12 Esap



Reaksiyası bolıp ótetuǵın etil spirtin sintezlew reaktorınıń jıllılıq balansın esaplań.

Dáslepki gazdıń quramı 40% H₂O hám 60% C₂H₄. Reaktor - gidratatorǵa beriliw tezligi 2000 m³/saat, reaktorǵa kiriwdegi temperaturası 563 K, shıǵıwdaǵı temperaturası 614 K, etilenniń ótiw konversiyası 5%. Kiriwdegi hám shıǵıwdaǵı ónimniń jıllılıq sıyımlıǵı birdey bolıp, ol 27,1 kJ/kmol ge teń. Qosımsha processler hám

ónimler esapqa alınbaydı. Qorshaǵan ortalıqqa ısırap bolatuǵın jıllılıq muǵdarı (kiriw jıllılıǵı esabınan) -3%.

Sheshiliwi:

Dáslepki gazdıń quramın tabamız:

$$V_{C_2H_4} = 2000 \cdot 0,6 = 1200 \text{ (m}^3\text{)}; \quad V_{H_2O} = 2000 \cdot 0,4 = 800 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Reaktordan shıǵıwdaǵı gazdıń quramın anıqlaymız:

$$V_{C_2H_4} = 1200 - 1200 \cdot 0,05 = 1140 \text{ (m}^3\text{)};$$

$$V_{H_2O} = 800 - 1200 \cdot 0,05 = 740 \text{ (m}^3\text{)};$$

$$V_{C_2H_5OH} = 1200 \cdot 0,05 = 60 \text{ (m}^3\text{)};$$

Gaz kóleminiń ulıwma summasın tabamız:

$$V = 1140 + 740 + 60 = 1940 \text{ (m}^3\text{)};$$

Jıllılıq balansı:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4.$$

Kiriw jıllılıǵın esaplaymız. Gazdıń fizikalıq jıllılıǵı:

$$Q_1 = \frac{2000}{22,4} \cdot 27,1 \cdot 290 = 701696,5 \text{ (kJ)}$$

Reaksiya jıllılıǵı:

$$Q_2 = \frac{2000}{22,4} \cdot 0,6 \cdot 46090 \cdot 0,05 = 123455 \text{ (kJ)}.$$

Jami: $\sum Q_{kiriw} = 825151,5 \text{ (kJ)}$

Jıllılıqtıń sarplanıwın esaplaymız. Shıǵıwshı gazlar menen alıp ketiliwshi jıllılıq:

$$Q_3 = \frac{1940}{22,4} \cdot 27,1 \cdot 341 = 800345,3 \text{ (kJ)},$$

$$Q_4 = 825151,5 \cdot 0,03 = 24754,5 \text{ (kJ)}.$$

Jámi: $\sum Q_{sarplanıwshi} = 825099,8 \text{ (kJ)}$.

Process az muǵdarda jıllılıqtıń bólinip shıǵıwı menen júredi.

1.4 Ximiyalıq teńsalmaqlılıq turaqlısı (konstantası)

Ximiyalıq texnologiyada júretuǵın kópshilik reaksiyalar qaytımlı bolıp keledi. Sonıń ushın ximiya-texnologiyalıq processtıń áhmiyetli xarakteristikalarınıń biri reaksiyanıń teń salmaqlıq turaqlısı (konstantası) bolıp esaplanadı. Onı esaplaw ónimniń birgelkili

shıǵıwınıń optimal jaǵdayların hám hár qıylı parametrlerin anıqlap beredi.

$mA + nB \leftrightarrow pC + qD$ túrindegi qaytımlı reakciyanıń ximiyalıq teńsalmaqlılıq konstantasın massalar tásiri nızamı tiykarında esaplanadı:

$$\frac{[C]^p[D]^q}{[A]^m[B]^n} = K \quad (1.14)$$

bul jerde K – ximiyalıq teńsalmaqlılıq konstantası

Eger reagentlerdiń koncentraciyası $[C]$ mol/dm³ yamasa kmol/m³ lerdə keltirilse (1.14) formula boyınsha esaplaw K_s niń mánisin beredi. Eger gaz tárizli komponentlerdiń parcial basımı Pa da berilse, onda K_r nin mánisin beredi. K_s hám K_r lerdin arasındaǵı baylanıs tómendegi formula arqalı baylanısadı:

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta N}} = \frac{K_p}{(PV)^{\Delta N}} \quad (1.15),$$

bul jerde $\Delta N = v_1 - v_2$; $v_1 = q + p$, $v_2 = m + n$; R – universal gaz turaqlısı, 8,314 Dj/mol K; v – teńsalmaqlılıq jaǵdayındaǵı reakciyalasıwshı aralaspanıń kóleminiń ólshem birliǵi.

Ximiyalıq teńsalmaqlılıq turaqlısı temperaturadan ǵárezli boladı. Reakciyanıń K_r niń shamalanǵan (priblijennıy) mánisi tómendegi formula menen esaplanadı:

$$\lg K_p = \frac{-1000 \cdot \Delta H_{298}^0}{19,14 \cdot T} + \frac{S_{298}^0}{19,14} \quad (1.16)$$

bul jerde ΔH_{298}^0 hám S_{298}^0 reakciyanıń standart termodinamikalıq potencialı, kDj/mol hám kDj/mol K.

T_1 temperaturada K_r^1 diń mánisi belgili bolsa, T temperaturada K_r niń mánisi tómendegi formula járdeminde esaplanadı:

$$\lg \frac{K_p}{K_p^1} = \frac{\Delta H(T_1 - T)}{19,14T \cdot T_1} \quad (1.17)$$

bul jerde ΔH – reakciyanıń entalpiyası, Dj/mol (kórilip shıǵılatuǵın temperatura intervalında turaqlı).

Gaz fazada ótiwshi $A + V \leftrightarrow C^1$ tipindegi reakciya ushın teńsalmaqlılıq konstantası K_r hám ónimniń teńsalmaqlılıq shıǵımı x_r arasındaǵı baylanıs tómendegi formula járdeminde kórsetiledi:

$$K_p = \frac{4x_p}{(1 - x_p) \cdot p} \quad (1.18)$$

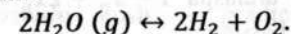
bul jerde p – sistemanıń basımı, Pa.

№13 Esap

Standart termodinamikalıq turaqlı járdeminde 800 K temperaturadaǵı suw puwınıń dissociaciyalanıw turaqlısınıń K_p shamalanǵan mánisin esaplań.

Sheshiliwi:

Suw puwınıń dissociaciyalanıwın tómendegi reakciya teńlemesi menen kórsetiw múmkin:



Reakciyaǵa qatnasıp atırǵan zatlardıń ΔH_{298}^0 hám S_{298}^0 lardıń mánisin termodinamikalıq kestden tabamız:

ΔH_{298}^0 kDj/mol: $H_2 - 0$; $O_2 - 0$; $H_2O - 241,84$;

S_{298}^0 kDj/mol K: $H_2 - 126,42$; $O_2 - 205,03$; $H_2O - 188,60$.

Suw puwınıń dissociaciyalanıw reakciyasınıń ΔH_{298}^0 hám S_{298}^0 ların esaplaymız:

$$\begin{aligned} \Delta H_{298}^0 &= 2\Delta H_{298H_2}^0 + \Delta H_{298O_2}^0 - 2\Delta H_{298H_2O}^0 = -2(241,84) \\ &= 483,68 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{298}^0 &= 2\Delta S_{298H_2}^0 + \Delta S_{298O_2}^0 - 2\Delta S_{298H_2O}^0 = 2 \cdot 126,42 + \\ &205,03 - 2 \cdot 188,60 = 81,44 \text{ (kJ/mol K)} \end{aligned}$$

(1.16) formula boyınsha:

$$\lg K_p = \frac{-1000 \cdot 483,68}{19,14 \cdot 800} + \frac{81,44}{19,14} = -31,6 + 4,25 = -27,35$$

ekenligin tabamız.

$$\lg K_p = -27,35; K_p = 0,5 \cdot 10^{-25}$$

№14 Esap

1100 K temperaturada $C_2H_6 \leftrightarrow C_2H_4 + H_2$ reakciyasınıń teńsalmaqlılıq konstantası $K_p = 1,67 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ǵa teń. Reakciyanıń entalpiyası $\Delta H = -14445,4 \text{ Dj/mol}$. 1000 K hám $p = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ basımdaǵı etanniń teńsalmaqlı aylanıw dárejesin tabıń.

Sheshiliwi:

1000 K deǵı K_p niń mánisin (1.17) formula járdeminde tabamız:

$$\lg K_p = \lg 1,67 \cdot 10^5 + \frac{(-144451,4) \cdot (1100 - 1000)}{19,14 \cdot 1100 \cdot 1000}$$

$$\lg K_p = 5,2227 - 0,6861 = 4,5366.$$

$$K_p = 0,344 \cdot 10^5$$

K_p hám x_p arasındagı baylanıstı kórsetiwshi formulanı keltirip shıǵaramız.

Dáslep teńsalmalıqlıq jaǵdayında 1 mol C_2H_6 payda bolǵan bolsın. Máseleniń shártı boyınsha x_r mol etan reakciyalasqan hám onnan sonsha muǵdarda etilen hám vodorod payda bolǵan. $1 - x_p$ etan qaladı. Ulıwma aralaspa $1 - x_p + 2x_p = 1 + x_p$ mol. Hár bir komponenttiń parcial basımı:

$$p_{C_2H_6} = \frac{1 - x_p}{1 + x_p} \cdot p$$

$$p_{C_2H_4} = \frac{x_p}{1 + x_p} \cdot p$$

$$p_{H_2} = \frac{x_p}{1 + x_p} \cdot p$$

onda

$$K_p = \frac{p_{H_2} p_{C_2H_4}}{p_{C_2H_6}} = \frac{x_p^2 \cdot r}{(1 + x_p) \cdot (1 - x_p)}$$

yamasa

$$K_p = \frac{x_p^2 \cdot p}{1 - x_p^2}$$

bunnan:

$$0,344 \cdot 10^5 = \frac{x_p^2}{1 - x_p^2} \cdot 1,01 \cdot 10^5$$

$$0,344(1 - x_p^2) = x_p^2$$

$$x_p = 0,51.$$

1.5 Ximiya-texnologiyalıq processtiń tezligi hám qozǵawshı kúshi

Qurılmanıń ónimdarlıǵın hám processtiń intensivligin anıqlawshı áhmiyetli parametri – bul ximiya-texnologiyalıq processtiń tezligi

bolıp esaplanadı. Massalar tásiiri nızamına muwapiq gomogen processtiń tezligi tómendegi formula járdeminde esaplanadı:

$$v = k \cdot \Delta C \quad (1.18)$$

Geterogen processlerde, tásirlesiw betiniń mánisi belgili bolǵanda processtiń tezligi tómendegi formula járdeminde esaplanadı:

$$v = k \cdot F \cdot \Delta C \quad (1.19)$$

bul jerde v – ximiya-texnologiyalıq processtiń tezligi, k – proporcionallıq koefficient yamasa processtiń tezlik konstantası; F – fazalardıń tiyisiw beti (soprikosnoveniya) ΔC – processtiń júrgiziwshi kúshi.

Processtiń júrgiziwshi kúshi – gradient parametri yaǵnıy parametrdiń dáslepki mánisi menen kórilip atırǵan waqıttaǵı mánisin bildiredi. Gomogen processler ushın júrgiziwshi kúsh ΔC massalar tásirlesiw nızamı menen anıqlanadı.

$mA + nB \rightarrow pD$ túrindegi qaytımsız reakciya ushın

$$\Delta C = [C_A]^\alpha \cdot [C_B]^\beta \quad (1.20)$$

$mA + nB \rightarrow pD + qD$ tipindegi ΔC teńsalmalıqlıq jaǵdayınan uzaqda bolǵan qaytımlı reakciya ushın (1.20) formula járdeminde anıqlanadı, al teńsalmalıqlıq jaǵdayında yamasa soǵan jaqın bolǵan reakciya ushın (eger K úlken mániske iye bolsa) tómendegi teńleme tiykarında anıqlanadı:

$$\Delta C = (C_A - C_A^*) \cdot (C_B - C_B^*) \quad (1.21)$$

Bul jerde C_A hám C_B – sol waqıttaǵı koncentraciya, C_A^* hám C_B^* – aylanıw dárejesi tiykarında esaplanıwshı teńsalmalıqlıq koncentraciya.

Diffuziyalıq oblastta ótiwshi massa almasıw processleri ushın (mısalı suyıqlıqqa gazdiń absorbcıyası), júrgiziwshi kúшти absorbcıalanıwshı gazdiń fazadaǵı beriliwshı hám jutılıwshı komponenttiń basımındaǵı ayırmashılıqlar tiykarında esaplanadı:

$$v = k \cdot F \cdot \Delta p \quad (1.22)$$

bul jerde v – ximiya-texnologiyalıq processtiń tezligi, k – processtiń absorbcıalanıw tezligi; F – absorbcıyanıń beti, Δr – absorbcıyanıń júrgiziwshi kúshi.

Reakciya tezliginiń konstantasınıń temperaturadan ǵárezziligi Arrhenus teńlemesi tiykarında esaplanadı:

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (1.23)$$

bul jerde E – aktivleniw energiyası, kDj/mol; R – universal gaz turaqlısı, k_0 – eksponencial kóbeytiwshi, k – T temperaturadağı reaksiyanıń tezlik konstantası.

№15 Esap

Eger SO_2 niń SO_3 ke aylanıw dárejesi 0,67 ge teń bolsa, katalizatordıń birinshi qabatındağı SO_2 niń SO_3 ke aylanıw reaksiyasınıń ortasha tezligin esaplań. Kólem boyınsha dáslepki koncentraciyalar (%): SO_2 – 10; O_2 – 11; N_2 – 79. Tezlik konstantası $k = 2,81 \cdot 10^5$.

Sheshiliwi:

$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \leftrightarrow SO_3$ qaytımlı reaksiyasınıń júrgiziwshi kúshi

$\Delta C = (C_{SO_2} - C_{SO_2}^*) \cdot (C_{O_2} - C_{O_2}^*)^{1/2}$ formulası járdeminde esaplanadı, bul jerde C_{SO_2} hám C_{O_2} SO_2 hám O_2 niń dáslepki koncentraciyaları.

$C_{SO_2}^*$ hám $C_{O_2}^*$ lerdi tabamız. Esaplawdı 100 molge esaplap alıp baramız. Dáslepki aralaspada SO_2 10 mol, O_2 11 mol, N_2 79 mol boladı. Reaksiya nátiyjesinde $10 \cdot 0,67 = 6,7$ (mol) SO_3 payda boladı, buniń ushın 6,7 mol SO_2 hám 6,7/2 mol O_2 jumsladı. Reaksiyaǵa kirispegen $10 - 6,7 = 3,3$ (mol) SO_2 hám $11 - 3,35 = 7,65$ (mol) O_2 qaladı. Gaz aralaspalarınń teńsalmaqlılıq quramı: 3,3 mol SO_2 , 7,65 mol O_2 , 6,7 mol SO_3 , 79 mol N_2 boladı yaǵnıy gaz aralaspalarınń jámi 96,65 mol boladı.

SO_2 hám O_2 lerdiń teńsalmaqlılıq koncentraciyasını anıqlaymız:

$$\frac{3,3}{96,65} \cdot 100\% = 3,41\% SO_2; \frac{7,65}{96,65} \cdot 100\% = 7,92\% O_2.$$

Qaytımlı reaksiyanıń júrgiziwshi kúshin tabamız:

$$\Delta C = (10 - 3,41) \cdot \sqrt{11 - 7,92} = 6,58 \cdot 1,75 = 11,56$$

(1.21) formula járdeminde processtń tezligin esaplaymız:

$$v = 2,81 \cdot 10^5 \cdot 11,56 = 32,483 \cdot 10^5 \left(\frac{\text{mol}}{\text{min}}\right).$$

№16 Esap

Kislorodtı keptiriwdiń skrubberli bashnyasınıń kólemi 85 m³, bashnyanı toltırıwshı 1 m³ keramikalıq nasadkalarınń júzesi 110 m². Tómendegi kórsetkishlerge iye bolǵan gazdegi ıǵallıqtıń jutılıw

tezligin esaplań: jutılıw koefficienti $k = 2,1 \cdot 10^{-4}$ Pa, processtń júrgiziwshi kúshi $\Delta p = 773,26$ Pa, bashnyanıń zapaslıq koefficienti $\alpha = 1,2$.

Sheshiliwi:

Jutılıw tezligin (1.22) formula járdeminde tabamız:

$$v = k \cdot F \cdot \Delta p$$

Bashnyadağı nasadkaladıń ulıwma hám onıń paydalı betin anıqlaymız:

$$F = 110 \cdot 85 = 9350 \text{ (m}^2\text{)},$$

$$F_n = 9350 : 1,2 = 7791,66 \text{ (m}^2\text{)},$$

$$v = 2,1 \cdot 10^{-4} \cdot 7791,66 \cdot 773,26 = 1265,25 \text{ (Pa)}.$$

№17 Esap

773 K temperaturada SO_2 niń SO_3 ke aylanıw tezliginiń konstantası $k_1 = 3,20 \cdot 10^5$ ke teń. 793 K temperaturada usı reaksiyanıń tezlik konstantasını k_2 anıqlań. Aktivleniw energiyası $E = 87900$ kDj/mol.

Sheshiliwi:

793 K temperaturadağı reaksiyasınıń tezlik konstantası (1.23) formula járdeminde tabamız. k_2 : k_1 qatnası:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT_2}}}{k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT_1}}} = e^{(E/R)(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})},$$

$$\text{Sonlıqtan } k_2 = k_1 \cdot e^{(E/R)(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})}.$$

$$k_2 = 3,2 \cdot 10^5 \cdot 2,3^{8700/8,314(\frac{1}{773} - \frac{1}{793})}$$

$$k_2 = 3,2 \cdot 10^5 \cdot 2,3^{10572,52(0,00129 - 0,00126)}$$

$$k_2 = 4,25 \cdot 10^5$$

1.6 Geterogen katalitikalıq processler

Katalizatordıń aktivliginiń ólshemi retinde reaksiyanıń katalitikalıq hám katalitikalıq emes tezlik konstantalarınń qatnası xızmet etedi. Eger (1.23) formuladağı k_0 (eksponencial jiklegish) ózgermese, onda

$$A_{kat} = \frac{k_{kat}}{k} = \frac{e^{-E_{kat}/RT}}{e^{-E/RT}} = e^{\Delta E/RT} \quad (1.24)$$

boladı. Bul jerde $E = E - E_{kat}$ katalitikalıq reaksiyanı katalitikalıq emes reaksiyaǵa salıstırǵandaǵı aktivleniw energiyasınıń tómendewi. Katalitikalıq zonada bolıw waqtı tómendegi teńleme járdeminde ańlatıladı:

$$\tau = \frac{V_{kat}^1}{V_r} = \frac{h}{V_2} \quad (1.25)$$

bul jerde τ -kontaktlasıw waqtı, V_1^1 - katalizatordıń tolıq kólemi, m^3 ; V_r - gazdıń sarplanıwı, $m/saat$; h -katalizator qabatınıń biyikligi; V_2 - gazdıń sıziqlı tezligi, $m/saat$.

№18 Esap. $2A + B = 2C$ reaksiyasınıń aktivleniw energiyası 1073K de $E = 89700 kJ/mol$ ge teń. Katalizatordı qollanıw nátiyjesinde ol 59000 kJ/mol ge tómendedi. Reaksiya usı tezlikte qanday temperaturada ótedi? Basqa barlıq parametrlr ózgermegen.

Sheshiliwi: Arrenius teńlemesi (1.23) boyınsha reaksiyanıń tezlik konstantası: $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$ boladı.

Máseleniń shártı boyınsha: $k_0 \cdot e^{-\frac{E_1}{RT_1}} = k_0 \cdot e^{-\frac{E_2}{RT_2}}$, yamasa

$$e^{-\frac{E_1}{RT_1}} = e^{-\frac{E_2}{RT_2}} \quad \frac{-89700}{8,31 \cdot 1073} \cdot \lg 2,3 = \frac{-59000}{8,31 \cdot T_2} \cdot \lg 2,3$$

$$\text{bunnan } T_2 = \frac{1073 \cdot 59000}{89700} = 705,76 K.$$

№19 Esap. Reaksiya katalizator qatnasında $V_{kólem} = 125 m^3$ tezlik penen júredi. Reaktordıń diametri $d = 1,52 m$, biyikligi $h = 3,05 m$. Eger katalizator reaktordıń 0,75 kólemin iyelese, gazdıń katalizator menen kontaktlesiw waqtın hám 1 saatta reaktordan ótiwshi gazlı aralaspanıń kólemin anıqlań.

Sheshiliwi: Gazdıń katalizator menen kontaktlesiw waqtın anıqlaymız:

$$\tau = \frac{1}{V_{kólem}} = \frac{1}{125} = 0,008 \text{ (saat)}.$$

1 m^3 katalizatorдан ótiwshi gazdıń kólemi belgili - $V_{kólem}$, katalizatorдан tolıq ótiwshi gazdıń kólemin (gazdıń sarplanıwı) tómendegi formula járdeminde tabamız:

$$V' = V_{kat} \cdot V_{kólem}$$

$$\text{Katalizatordıń kólemi } V_{kat} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot 0,75.$$

Gazdıń sarplanıwı

$$V'_{gaz} = V_{kólem} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot 0,75 = 125 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 1,52^2 \cdot 3,05 \cdot 0,75 = 518,59 m^3.$$

$$V'_{gaz} = 518,59 m^3.$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

1-1. Sulfatlı usıl menen 1 t 30%li duz kislotasınıń alınıwındaǵı teoriyalıq sarplanıw koefficientin esaplań. *Juwabı:* 480 kg; 404 kg.

1-2. $CH_3CHO + 0,5O_2 \rightarrow CH_3COOH$ reaksiyası boyınsha 1 t uksus kislotasın alıw ushın texnikalıq acetaldegidtiń (tazalıǵı 99%) sarplanıw koefficientin anıqlań. Aldegid boyınsha kislotanıń shıǵımı 93,5%. *Juwabı:* 792,12 kg.

1-3. 1 t ammoniy fosfatı $(NH_3)_3PO_4$ óndirisi shiyki zatınıń sarplanıw koefficientin esaplań. Dáslepki zatlar 55% li fosfor kislotası; 98% li ammiak, ıǵallı - 2%. *Juwabı:* 1146 kg, 349 kg.

1-4. 1 t metil spirtin alıw ushın 12065 m^3 sintez gazi ($CO:H_2=1:2$) jumsaldı. Eger dáslepki gazlerdiń bir ótkende ónimge aylanıwı 20% bolsa, metil spirtiniń shıǵımın esaplań. *Juwabı:* 87%.

1-5. Uksus kislotasın óndirisi qurılmasınıń jıllıq ónimdarlıǵı jılına 20000 t. Eger bir jılǵa 365 kún islese (sonnan 32 kúnde ońlaw isleri alıp barıladı) óndiristegi joǵaltıwlar 4% bolsa, óndiristiń bir saattaǵı ónimdarlıǵın esaplań. *Juwabı:* 2602,6 kg/saat.

1-6. Kólemi 20 m^3 , ónimdarlıǵı sutkasına 2160 kg bolǵan divinil hám stirolıń sopolimerleniwindegi polimerizatordıń intensivligin esaplań. *Juwabı:* 4,5 kg/($m^3 \cdot saat$).

1-7. Nitrozalı usıl menen sulfat kislotası óndirisida paydalanatúǵın denitratordıń (ónim bashnyası) biyikligi 16 m, diametri 5,5 m. Bashnyanıń paydalı kólemi 85% ti quraydı. Bashnya sutkasına 90 t kislotası islep shıǵaradı. Processtiń intensivligin anıqlań. *Juwabı:* 11,6 kg/($m^3 \cdot saat$).

1-8. 30-10⁶ Pa basımǵa shıdaytuǵın, quwatlılıǵı 411 t/sutka bolǵan sintetikalıq ammiak óndirisiniń qurılmasınıń bahası 1,950 mln sumdı quraydı. Salıstırmalı kapital shıǵımın esaplań. *Juwabı:* 130 sum/(t·jıl).

1-9. Metanol óndirisiniń qurılmasınıń quwatlılıǵın 2,5 márte asırǵanda kapital shıǵımlar neshe esege kemiyetuǵının anıqlań. *Juwabı:* 30%.

1-10. Dáslepki koncentraciyası 15%, al puwlandırılǵannan keyingi eritpeniń koncentraciyası 60% bolsa, 100 t NaOH eritpesin puwlandırıw processiniń materiallıq balansın dúziń. Puwlandırıwdaǵı isirap bolıwlar 0,3%. *Juwabı:* Kirim hám shıǵım – 100 t.

1-11. Shiyki zat – antracit quramındaǵı uglerodtıń muǵdarı 96%, háktiń quramında 85% CaO bolsa, 90% CaC₂ tutqan 1 t kalcıy karbidin alıw processiniń materiallıq balansın dúziń. *Juwabı:* Kirim hám shıǵım – 1489 kg.

1-12. 1000 m³ ammiak óndirisiniń materiallıq balansın dúziń. Azotlı-vodorodlı aralaspa shiyki halındaǵı azot (N₂-99,6%, O₂-0,2%, Ar-0,2%) hám vodorodtan (H₂-99,6%, CH₄-0,2%, CO-0,2%) alınsa. Sintez 30,3 · 10⁶ Pa basımda hám 673 K temperaturada ótkeriledi. Sintez kolonnasınan keyingi gazdegi ammiaktiń koncentraciyası 18%, cirkulyaciyalıq gazde 4%, cirkulyasialıq gazdegi basqa gazlerdiń muǵdarı 3%. *Juwabı:* Kirim (N₂, H₂, Ar, CH₄) 876,6 kg, shıǵım (N₂, H₂, Ar, CH₄, NH₃) – 876 kg.

1-13. Metil spirtiniń teoriyalıq shıǵımı 87%, sintez gaziniń konversiyası 20%, CO hám H₂ niń qatnası 1:2 bolǵan sintez gazinen 1 t taza metil spirtin alıw óndirisiniń materiallıq balansın dúziń. *Juwabı:* Kirim hám shıǵım – 5746,9 kg.

1-14. Acetileniń payda bolıw jıllılıǵın esaplań. 1 mol acetilen janǵanda 1608,1 kDj jıllılıq bólip shıǵadı. Suwdıń payda bolıw jıllılıǵı 241,840 kDj/mol, uglerod oksidiniń payda bolıw jıllılıǵı 394 kDj/mol. *Juwabı:* $Q_p = -263,75 \text{ kDj/mol}$.

1-15. Tómendegi quramǵa iye (kólemi boyınsha % te): 20 CO hám 80 H₂ gazlerden metanol sintezi reaktorınıń jıllılıq balansın dúziń. Onıń reaktorǵa beriliw tezligi 80000 m³/saat, reaktorǵa kiriwdegi temperaturası 473 K, al shıǵıwındaǵı temperaturası 573 K. CO niń konversiyası 35%. Gazdiń jıllılıq sıyımlıǵı kiriwde hám shıǵıwda 32,3 (kDj/mol·K). Xolodilnik járdeminde 20240000 kDj jıllılıq alıp ketiledi. *Juwabı:* Kirim hám shıǵım 45593000 kDj.

1-16. $H_2 + CH_2O \leftrightarrow CH_3OH$ teńlemesi boyınsha ótiwshi formaldegidten metil spirtiniń payda bolıwınıń K_C ni esaplań. 298,1 K

temperaturada hám $1,05 \cdot 10^5$ Pa basımda reakciyanıń K_p $2,02 \cdot 10^{13}$ Pa. *Juwabı:* $1,7 \cdot 10^{-11}$.

1-17. 573 K temperaturada hám $80 \cdot 10^5$ Pa basımdaǵı $C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$ teńlemesi boyınsha ótiwshi etileniń tikkeley gidrataciyaı reakciyasınıń teńsalmaqlılıq turaqlısı $K_p = 2,9 \cdot 10^{-8}$ Pa ǵa teń. Etileniń teńsalmaqlılıq aylanıw dárejesin anıqlań. *Juwabı:* 10%.

1-18. $p=10^6$ Pa basımdaǵı $NO + NO_2 \leftrightarrow N_2O_4$ reakciyasınıń K_p esaplań. Dáslepki aralaspada 5% NO_2 bar, azot (IV) oksidiniń polimerleniw massası 16,5%. *Juwabı:* 0,435.

1-19. $Fe_3O_4(qattı) + CO \leftrightarrow 3FeO(qattı) + CO_2$ reakciyasınıń 873 K temperaturadaǵı hám $6 \cdot 10^7$ Pa basımdaǵı teńsalmaqlılıq konstantası $K_p = 1,15$ ke teń. 1000 m³ (sistemadaǵı teńsalmaqlılıq jaǵdayında 1 mol/dm³ CO hám 0,3 mol/dm³ CO₂ bolsa) gazden qansha temir oksidin qálpine keltiriw múmkin. *Juwabı:*

II bap. SHIYKI ZATTÍ HÁM SUWDI QAYTA ISLEW

2.1 Shiyki zattı qayta islew

Shiyki zattı qayta islewdiń tiykargı ekonomikalıq kórsetkishleriniń biri bul koncentratıń shıǵımı (η_k), komponentti ajıratıp alıw dárejesi (ε) hám onıń koncentracıyasınıń dárejesi (α) bolıp esaplanadı. Shiyki zattı bayıtıwda koncentratıń shıǵımı tómendegi formula járdeminde tabıladı:

$$\eta_k = \frac{w_p - w_k}{w_k - w_x} \cdot 100$$

bul jerde w_p – rudadaǵı komponenttiń massalıq úlesi, %; w_k – koncentratıǵı komponenttiń massalıq úlesi, %; w_x – xvosttaǵı komponenttiń massalıq úlesi, %.

Komponentti shiyki zattan ajıratıp alıw dárejesi (ε) tómendegi formula járdeminde esaplanadı:

$$\varepsilon = \frac{\eta_k \cdot w_k}{w_p}$$

Eger komponenttiń shiyki zattaǵı (m_1) hám koncentratıǵı (m_2) massaları belgili bolsa, ajıratıp alıw dárejesi tómendegi formula járdeminde esaplanadı:

$$\varepsilon = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100$$

Komponenttiń bayıtıw ónimenindegı koncentracıyasınıń dárejesi (α) tómendegi formula járdeminde esaplanadı:

$$\alpha = \frac{w_k}{w_p}$$

№1 Esap. Bayıtıw fabrikasında mıstıń massalıq úlesi 0,015 bolǵan 20 t mis sulfidli rudadan 2 t koncentrat alındı (bunda massası boyınsha 14,4% CuS bar). Koncentratıń shıǵımın, ajıratıp alıw dárejesin hám mıstıń koncentracıyasınıń dárejesin anıqlań.

Sheshiliwi: Koncentratıń shıǵımın anıqlaymız:

$$\eta_k = (2:20) \cdot 100 = 10 (\%)$$

Rudadaǵı mıstıń massasın anıqlaymız:

$$(20 \cdot 1,5): 100 = 0,3 (t).$$

Koncentratıǵı mis sulfidtiń massası:

$$(2 \cdot 14,4)/100 = 0,288$$

Koncentratıǵı mıstıń massası:

$$(0,288 \cdot 64)/96 = 0,192$$

Ajıratıp alıw dárejesi:

$$\varepsilon = (0,192:0,3) \cdot 100 = 64 (\%).$$

Koncentratıǵı mıstıń massalıq úlesi:

$$\omega_k = (0,192 \cdot 100):2 = 9,6 (\%).$$

Koncentracıya dárejesi:

$$\alpha = 9,6:1,5 = 6,4.$$

2.2 Suwdi qayta islew

Suwdiń tiykargı sapalıq kórsetkishleriniń biri bul onıń qattılıǵı bolıp esaplanadı, ol mmol/l de kórsetiledi. Suwdiń ulıwma qattılıǵı ($\mathcal{K}_{ulwma}$) karbonatlı ($\mathcal{K}_{karb}$) hám karbonatlı emes ($\mathcal{K}_{karb.emes}$) qattılıqlarınıń qosındısı menen tabıladı:

$$\mathcal{K}_{ulwma} = \mathcal{K}_{karb} + \mathcal{K}_{karb.emes}$$

Eger $C_{HCO_3^-}$ ionlarınıń molyar koncentracıyası $C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}$ ionlarınıń koncentracıyasınan úlken bolsa, onda $\mathcal{K}_{karb} = C_{HCO_3^-}$ boladı.

Eger $C_{HCO_3^-} < C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}$ bolsa, $\mathcal{K}_{karb} = \mathcal{K}_{ulwma} = C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}$ boladı.

Karbonatlı qattılıqtı analiz qılınıp atırǵan suw úlginin duz kislotasınıń eritpesi menen titrlep anıqlaw múmkin. Bul jaǵdayda esaplaw tómendegi formula járdeminde ámelge asırıladı:

$$\mathcal{K}_{karb} = \frac{V \cdot C_{HCl} \cdot 1000}{2 \cdot V_{H_2O}} \quad (2.1)$$

bul jerde V -duz kislotası eritpesiniń kólemi, ml; C_{HCl} - duz kislotasınıń molyar koncentracıyası, mol/l; V_{H_2O} - analiz qılınıp atırǵan suwdiń kólemi, ml.

Suwdiń okisleniwshenligi O_{suw} - bul sol suwdiń quramındaǵı organikalıq zatlardıń muǵdarı bolıp, ol 1 l suwdi kalıy permanganatı menen qosıp qaynatqandaǵı organikalıq qosımtalardı okislew ushın jumsalǵan kislorodtıń muǵdarı (mg) menen kórsetiledi.

$$O_{suw} = \frac{V \cdot C_{KMnO_4} \cdot 158,0253 \cdot 1000}{V_{H_2O}} \quad (2.2)$$

bul jerde V - jumsalğan kaliy permanganatınıń muǵdarı, ml;
 C_{KMnO_4} - kaliy permanganatınıń molyar koncentraciyası, mol/l; 158 – kaliy permanganatınıń molekulyar massası; 0,253 – kislorodtıń suwdı okislewdegi koefficienti.

Suwdı jumsartıwda eń kóp qollanılatuǵın usıllar - bul ximiyalıq (reagentli) hám fizika - ximiyalıq usıllar bolıp tabıladı. Reagentli usıldıń ishinde eń áhmiyetlisi fosfatlı hám hák-sodalı usıl bolıp esaplanadı. Hák - sodalı usılda esaplaw stexiometriyalıq kóriniste júrgizilip, jumsalatıwın sodanıń dozasını (muǵdarın) tómendegi formula járdeminde tabıw múmkin:

$$D_{hák} = \frac{M_r}{2} \cdot \left[\frac{C_{CO_2}}{22,1} + \frac{C_{HCO_3^-}}{61,02} + \frac{C_{Mg^{2+}}}{12,16} + \frac{D_K}{K} + 0,5 \right] \frac{100}{\omega} \quad (2.3).$$

bul jerde $D_{hák}$ - CaO ǵa esaplaǵandaǵı háktiń muǵdarı (karbonatlı qattılıqtı saplastırıw ushın), mg/l; D_K - suwsız zatqa esaplaǵandaǵı koagulyantıń muǵdarı, mg/l; C - jumsartılwshı suwdáǵı ionlardıń massalıq koncentraciyası, mg/l; K - koagulyant koncentraciyasına esaplangan koefficient, bul shama $FeCl_3$ ushın 54, $FeSO_4$ ushın 76; ω - háktegi CaO nıń massalıq úlesi, %; M_r - CaO nıń salıstırma molekulyar massası.

№2 Esap. 15 m³ tábiy suwda 700 g kalcıy ionı hám 400 g magniy ionı bar. Suwdıń ulıwma qattılıǵın anıqlań.

Sheshiliwi: 1. Ionlardıń koncentraciyasını mg/l ge aylandıramız:

$$a) \frac{700 \cdot 1000}{15 \cdot 1000} = 46,7 \text{ (mg/l kalcıy ionı)}$$

$$b) \frac{400 \cdot 1000}{15 \cdot 1000} = 26,7 \text{ (mg/l magniy ionı)}$$

2. Suwdıń ulıwma qattılıǵın esaplaymız:

$$J_{ulıwma} = C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}} = \frac{46,7}{40} + \frac{26,7}{24,3} = 2,27 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}.$$

№3 Esap. 75 ml kólemdegi suwdıń quramındaǵı karbonat ionların titlew ushın 0,03M 12 ml HCl eritpesi jumsaldı. Suwdıń turaqlı qattılıǵı 2,1 mmol/l bolsa, suwdıń ulıwma qattılıǵın tabıń.

Sheshiliwi: Esaplawdı (2.1) formula járdeminde ámelge asıramız:

$$J_{karb} = \frac{12 \cdot 0,03 \cdot 1000}{2 \cdot 75} = 2,4 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}.$$

$$J_{ulıwma} = J_{karb} + J_{karb.emes} = 2,4 + 2,1 = 4,5 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}$$

№4 Esap. 300 ml analiz qılınıp atırǵan suwdáǵı organikalıq zatlardı okislew ushın 0,005 mol/l koncentraciyadaǵı kaliy permanganatınan 5 ml jumsalğan bolsa, suwdıń okisleniwshenligin (kislorod boyınsha) tabıń.

Sheshiliwi: (2.2) formula járdeminde suwdıń okisleniwshenligin (O_{suw}) tabamız:

$$O_{suw} = \frac{5 \cdot 0,005 \cdot 158 \cdot 0,253 \cdot 1000}{300} = 3,33 \text{ mg/l } O_2$$

№5 Esap. Quramında 180 mg/l Ca^{2+} , 335,66 mg/l HCO_3^- , 36,48 mg/l Mg^{2+} hám 99,95 mg/l CO_2 tutqan suw jumsartılwshı stanciyaǵa kelgen suwdıń qattılıǵın ($J_{ulıwma}$, J_{karb} , $J_{karb.emes}$) anıqlań. Jumsartılw ushın paydalanatuǵın háktiń (CaO ǵa esaplaǵanda) muǵdarın esaplań (stanciyada quramında 0,65 massa birlik CaO tutqan hák paydalanıladı). Kaogulyantıń ($FeCl_3$) muǵdarı (suwsız zatqa esaplaǵanda) 40 mg/l ge teń.

Sheshiliwi: (2.3) formulası járdeminde háktiń muǵdarın esaplaymız:

$$D_{hák} = \frac{56}{2} \cdot \left[\frac{99,92}{22,1} + \frac{335,66}{61,02} + \frac{36,48}{12,16} + \frac{40}{54} + 0,5 \right] \frac{100}{65} = 592,8 \text{ mg/l}$$

Ionlardıń koncentraciyasını mmol/l de kórsetemiz:

$$C_{HCO_3^-} = \frac{335,66}{61,02} = 5,5 \text{ mmol/l}, C_{Ca^{2+}} = \frac{180}{40,08} = 4,5 \text{ mmol/l},$$

$$C_{Mg^{2+}} = \frac{36,48}{24,31} = 1,5 \text{ mmol/l}$$

$$C_{HCO_3^-} < C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}} \text{ bolǵanlıqtan } J_{karb} = C_{HCO_3^-} = 5,5 \text{ mmol/l}.$$

$$J_{ulıwma} = C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}} = 4,5 + 1,5 = 6 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}.$$

$$J_{ulıwma} = J_{karb} + J_{karb.emes} = 6 + 5,5 = 11,5 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}$$

№6 Esap. 4,2 m³ jumıs kólemine iye bolǵan kationitli filtr arqalı 12 m³/saat tezlik aǵıs penen suw ótkerildi. Dáslepki suwdıń qattılıǵı 6

mmol/l, al jumsartilğan suwdıń qattılıǵı 0,01 mmol/l bolsa kationittıń jutıw sıyımlıǵın anıqlań. Filtr regeneraciyasız 64 saat isleydi.

Sheshiliwi: Filtrdiń jumıs islew dawamında onnan $64 \cdot 12 = 768 \text{ m}^3$ suw ótedi. Usı ótken suwdan $768 \cdot (6,00 - 0,01) = 4600 \text{ mol}$ ionnıń muǵdarı filtr tárepinen uslanıp qaladı, bunnan kationittıń jutıw sıyımlıǵı:

$$E_k = \frac{4600}{4,2} = 1095 \text{ mol/m}^3 \text{ boladı.}$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

2.1. Ruda quramındaǵı Fe_2O_3 tiń massalıq úlesi 70%, al koncentrat quramında bolsa 70%. 10 t usınday ruda qansha koncentratnıń ornın basa aladı? *Juwabı:* 7 t.

2.2. Taw jınısların bayıtıw fabrikasındaǵı magnitli seperator saatına 160 t maydalangan titanmagnetit rudasın qayta isleydi. Bunda temirdiń ajralıp shıǵıw dárejesi 72,1% hám shıǵım 38,1% magnitli ónim payda boladı. Temirdiń rudadaǵı massalıq úlesi 16,9%, al ónimde bolsa 32%. Koncentratat hám shıǵındıń massasın hám ondaǵı temirdiń muǵdarın anıqlań. *Juwabı:* koncentratnıń massası 60,96 t, shıǵındı massası 99,04 t, shıǵındıdaǵı temirdiń massalıq úlesi 7,62%.

2.3. Keramikalıq materiallar alıw ushın mólsherlengen, quramında 44,5% SiO_2 hám 31,31% Al_2O_3 (massası boyınsha) tutqan aq saz ılay bayıtıldı. Bayıtılǵannan keyin SiO_2 niń muǵdarı 3,37% ke, al Al_2O_3 muǵdarı bolsa 4,82% ke arttı. Anıqlaw kerek: 1) koncentratdaǵı kaolin mineralınıń ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) massalıq úlesin; 2) bayıtıw nátiyjesinde qansha qosımtalardıń muǵdarınıń kemeygenin. *Juwabı:* 1) 98,9% 2) 4,53%.

2.4. 25 ml tábiy suwdıń quramında 42,5 mg Ca^{2+} , 6,25 mg Mg^{2+} hám 60 mg HCO_3^- . Suwdıń karbonatlı emes qattılıǵın esaplań. *Juwabı:* 1,37 mmol/l.

2.5. Suw jumsartıwshı kárxanaǵa quramında 200 mg/l Ca^{2+} , 28 mg/l Mg^{2+} , 110,5 mg/l erkin CO_2 , hám 305,1 mg/l HCO_3^- ionları bar bolǵan suw kelip tústi. Jumsartıw ushın jumsalatuǵın háktiń muǵdarın (CaO ne esaplaǵanda) esaplań. Kárxanada quramında 70% CaO bolǵan ekinshi sorttaǵı hák bar. Suwdı tındırıw ushın jumsalatuǵın FeCl_3 tiń muǵdarı 35 mg/l (suwsız zatqa esaplaǵanda). Suwdıń

karbonatlı, karbonatsız hám ulıwma qattılıǵın anıqlań. *Juwabı:* $\mathcal{K}_{\text{ulıwma}} = 6,15 \text{ mmol/l}$, $\mathcal{K}_{\text{karb}} = 5 \text{ mmol/l}$, $\mathcal{K}_{\text{karb.emes}} = 1,15 \text{ mmol/l}$, $D_K = 492 \text{ mg/l}$.

2.6. 250 ml suwdaǵı karbonatlardı titrlew ushın 0,1 mol/l koncentraciyadaǵı 14 ml HCl eritpesi jumsalǵan bolsa, suwdıń turaqlı qattılıǵın ($\mathcal{K}_{\text{karb.emes}}$) anıqlań. Suwdıń ulıwma qattılıǵı ($\mathcal{K}_{\text{ulıwma}}$) 5,2 mmol/l. *Juwabı:* 2,4 mmol/l.

2.7. 250 ml suwdaǵı organikalıq zatları okislew ushın 2 ml 0,007 mol/l koncentraciyalı kaliy permanganat eritpesi jumsaldı. Suwdıń okisleniwshenligin (kislorodqa esaplaǵanda) tabıń. *Juwabı:* 2,24 mg/l kislorod.

2.8. Hák súti menen qayta islegennen soń suwdıń quramında 1,25 mmol/l Ca^{2+} ionları boladı. 3000 m^3 suwdı jumsartıw (bunda suw quramında qalǵan reagenttiń koncentraciyası sanitarlıq normadan – 2,5 mg/l aspawı kerek) ushın, massalıq úlesi 0,95 bolǵan úshnatriyfosfatınan qansha kerek boladı? *Juwabı:* 438,6 kg.

2.9. Kationittıń kolonnadaǵı qatlamınıń biyikligi 1,6 m, kolonnanıń diametri 1,5 m, regeneraciyasız islew waqtı 75 saat bolsa, kationittıń jutıw sıyımlıǵın ($E_{\text{jutıw}}$) anıqlań. Filtrge kelip turǵan suwdıń qattılıǵı 5 mmol/l, qalǵan (ostatocnaya) qattılıq 0,02 mmol/l, aǵımınıń kólemlik tezligi 8 m^3/saat . *Juwabı:* 1055 mol/ m^3 .

2.10. Eger kelip turǵan suwdıń qattılıǵı 5,0 mmol/l, aǵımınıń tezligi 10 m^3/saat bolsa, Na-kationitli kollonnanıń regeneraciyaǵa shekemgi islew waqtın tabıń. Kationittıń kólemi 2 m^3 , jutıw sıyımlıǵı 1200 mol/l. *Juwabı:* 48 saat.

III bap. KÚKIRT KISLOTASÍN, KÚKIRTLI (IV) HÁM KÚKIRT (VI) OKSIDLERIN ALIW TEXNOLOGIYASÍ

3.1 Kúkirt kislota óndirisi

Sanaatta kúkirt kislotańń tómenдегі túrleri islep shıǵarıladı: quramında 75% H_2SO_4 tutqan bashnyalı kúkirt kislota, kupros mayı (92,5-94% H_2SO_4) hám 18,5-24% SO_3 tutqan oleum.

Islep shıǵarılatuǵın kúkirt kislotańń kópshilik bólegi mineral tóginler óndirisinde, neft ónimlerin qayta islewde, duz hám kislotalar óndirisida qollanıladı. Koncentrlanǵan kislota hám oleum organikalıq sintez sanaatında organikalıq birikpelerdi sulfonirolawda qollanıladı.

Kúkirt kislota óndirisi ushın shiyki zat retinde kúkirtli kolchedan, elementar kúkirt, metallurgiya pechlerinen shıǵatuǵın kúkirtli gaz, neftti qayta islewde, koks óndirisinde hám basqada gazlerdi tazalawda payda bolatuǵın kúkirtli vodorod qollanıladı. Tiykargı shiyki zat retinde pirit hám qosımtalardan turıwshı kúkirtli kolchedan mineralı qollanıladı. Keyingi waqıtlarda kúkirt kislota óndirisinde shiyki zat retinde reńli metallardıń (Cu hám Zn) sulfidli rudaların flotaciya usılında bayıtıw nátiyjesinde payda bolatuǵın flotaciyalıq kolchedannan paydalanıp atır.

Kúkirt kislota óndirisiniń eki usılı: nitrozalı hám kontaktlı usılları bar. Bul usıllardıń ishinde eń kóp qollanılatuǵını kontaktlı usıl bolıp esaplanadı, sebebi bul usıl taza koncentraciyalı kúkirt kislota hám 20-60% li oleum alıw múmkinshiligin beredi.

Kontaktlı usıl 4 tiykargı basqıshlardan turadı:

- 1) Quramında kúkirt tutqan minerallardan, elementar kúkirtten yamasa kúkirtli vodorodtan kúkirtli oksidti alıw;
- 2) Alınǵan gazdi (kúyindi gaz) kontaktlestiriw záhárlerinen hám basqada qosımtalardan tazalaw;
- 3) Kúkirtli oksidti kúkirt oksidine shekem kontaktli oksidlew;
- 4) Kúkirt oksidin juttırıp, koncentraciyalı kislota hám oleum alıw.

SO_3 hám H_2SO_4 suwda qálegen muǵdarda ıssılıqtı shıǵarıw menen eriydi. 1 kmol H_2SO_4 tiń n kmol H_2O da eriwinen ajırılıp shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarı tómenдегі formula járdeminde esaplanadı:

$$Q = \frac{n \cdot 74833}{n + 1,7983} \quad (3.1).$$

Kislotańı suyıltırıwda qosılǵan suw muǵdarı n_1 den n_2 ge ózgergende bólinip shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarınıń ayırmashılıǵı tómenдегі formula járdeminde anıqlanadı:

$$Q_2 - Q_1 = \frac{n_2 \cdot 74833}{n_2 + 1,7983} - \frac{n_1 \cdot 74833}{n_1 + 1,7983} \quad (3.2).$$

bul jerde Q_1 – kislotańıń dáslepki koncentraciyasındaǵı jıllılıq effekti, Q_2 – kislotańıń payda bolǵan koncentraciyasındaǵı jıllılıq effekti.

Hár qıylı koncentraciyadaǵı eki kislotańıń jıllılıǵınıń ózgeriwi tómenдегі formula járdeminde anıqlanadı:

$$Q_{\text{ózgeriw}} = Q_3(m_1 + m_2) - Q_1m_1 - Q_2m_2 \quad (3.3).$$

bul jerde Q_1 hám Q_2 dáslepki kislotańıń suyıltırıw jıllılıǵı, Q_3 – payda bolǵan kislotańıń suyıltırıw jıllılıǵı, m_1 hám m_2 – aralastırıp ushın alınǵan 100% li kislotańıń massası, kmol.

№1 Esap. 500 kg 85% li kúkirt kislotaǵa 30 kg suw qosıldı. Alınǵan kislotańıń koncentraciyasın hám suyıltırıw nátiyjesinde payda bolǵan jıllılıq muǵdarın anıqlań.

Sheshiliwi: Payda bolǵan kislotańıń koncentraciyası:

$$\frac{500 \cdot 0,85}{500 + 30} \cdot 100 = 80,19 \%$$

Dáslepki kislotaadaǵı suwdıń muǵdarı:

$$n_1 = \frac{500 \cdot 0,15}{18} : \frac{500 \cdot 0,85}{98} = \frac{4,17}{4,34} = 0,96.$$

Payda bolǵan kislotaadaǵı suwdıń muǵdarı:

$$n_2 = \frac{500 \cdot 0,15 + 30}{18} : \frac{500 \cdot 0,85}{98} = \frac{5,83}{4,34} = 1,34.$$

85% li H_2SO_4 ke shekem suyıltırılǵandaǵı jıllılıqtı tabamız:

$$Q_1 = \frac{0,96 \cdot 74833}{0,96 + 1,7983} = \frac{71839,6}{2,7583} = 26044,44 \left(\frac{kJ}{kmol} \right)$$

80,19% li H_2SO_4 ke shekem suyıltırılǵandaǵı jıllılıqtı tabamız:

$$Q_2 = \frac{1,34 \cdot 74833}{1,34 + 1,7983} = \frac{10027,62}{3,1383} = 31952,39 \left(\frac{kJ}{kmol} \right)$$

85% li kúkirt kislotańıń 80,19% ke shekem suyıltırılǵandaǵı jıllılıq muǵdarın tabamız:

$$Q_2 - Q_1 = 31952,39 - 26044,88 = 5907,51 \left(\frac{kJ}{kmol} \right).$$

530 kg 80,19% li eritpedegi kislotanın muğdarın kmolde esaplaymız: $n = \frac{530 \cdot 0,8019}{98} = 4,34 \text{ (kmol)}$.

Jámi ajralıp shıqqan jıllılıq muğdarı:

$$Q_3 = 5907,51 \cdot 4,34 = 25638,59 \text{ (kJ)}.$$

Bul jıllılıq muğdarı 530 kg 80,19% li kúkirt kislotanı ısıtıw ushın jımsaladı. Onıń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı (spravochnikten alınǵan) $1,83 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K)}$.

Bunnan $Q_3 = c \cdot m \cdot \Delta T = 1,83 \cdot 530 \cdot \Delta T$ boladı.

$$\Delta T = \frac{25638,59}{1,83 \cdot 530} = 26,4$$

$$\Delta T = 26,4 \text{ K}.$$

3.2 Kúkirtli (IV) oksid (SO₂) alıw

Kúkirtli (IV) oksid kolchedannan, kúkirtten, kúkirtli vodorodtan alıw processiniń esap - sanaǵı I bapta keltirilgen materiallıq hám jıllılıq balansları teńlemeleri járdeminde ámelge asırıladı.

№1 Esap. 100 kg kolchedandı jaǵıw ushın kerek bolatuǵın qurǵaq hawanıń kólemín hám bunda payda bolatuǵın oshaq gaziniń kólemín anıqlań. Kolchedan quramında 43% S bar, kolchedannıń ıǵallıǵı 6,8%, oshaq gaziniń quramında kólemi boyınsha 11% SO₂ bar. Hawanıń artıqshalıq koefficienti $\alpha = 1,5$. Hawanın quramı kólemi boyınsha: 21% kislorod, 79% azot.

Sheshiliwi: Kolchedannıń qurǵaq massasın anıqlaymız:

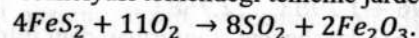
$$100 - (100 \cdot 0,068) = 93,2 \text{ (kg)}.$$

Kolchedannıń quramında pirittiń muğdarı:

$$\frac{120 \cdot 43}{32 \cdot 2} = 80,62, \text{ bul jerdegi } 120 \text{ hám } 32 - \text{FeS}_2 \text{ hám S tiń}$$

molekulyar massaları.

Pirittiń janıw reakciyası tómendegi teńleme járdeminde anılatıladı:



80,62 kg pirit tutqan 100 kg kolchedannıń janıwınan qansha kólem hám massa kúkirt (IV) oksidi payda bolıwın esaplaymız:

$$\frac{80,62 \cdot 8 \cdot 64}{4 \cdot 120} = 86 \text{ (kg)} \text{ yamasa } \frac{86 \cdot 22,4}{64} = 30,1 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Oshaq gaziniń kólemín esaplaymız: $30,1 : 0,11 = 273,64 \text{ (m}^3\text{)}$

30,1 m³ SO₂ ni alıw ushın jımsalǵan kislorodtıń kólemín esaplaymız: $\frac{30,1 \cdot 11}{8} = 41,39 \text{ (m}^3\text{)}$.

Hawanıń artıqsha muğdarın esapqa alıp kislorodtıń muğdarın esaplaymız ($\alpha = 1,5$): $41,39 \cdot 1,5 = 62,08 \text{ (m}^3\text{)}$.

Onda okislew ushın kelip túsken hawanıń kólemi

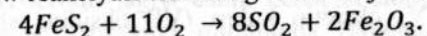
$$62,08 : 0,21 = 295,63 \text{ (m}^3\text{)} \text{ boladı.}$$

№2 Esap. Ónimdarlıǵı sutkasına 200 t bolǵan pechten bir saatta shıǵatuǵın kúyindiniń massasın esaplań. Kúydiriwge quramında 41% kúkirt tutqan (qurǵaq massaǵa) kolchedan beriledi hám bunda kúkirt tolıq kúyedi.

Sheshiliwi: Bir saatta $\frac{200000}{24} = 8333,33 \text{ kg}$ kolchedan kúyedi. Onıń quramında qansha pirit FeS₂ bar ekenin esaplaymız:

$$\frac{120}{2 \cdot 32} \cdot 8333,33 \cdot 0,41 = 6406,27 \text{ (kg)}.$$

Pirittiń janıw reakciyası tómendegi teńleme járdeminde anılatıladı:



6406,27 kg piritten Fe₂O₃ túrinde qansha kúyindi payda bolıwın esaplaymız:

$$\frac{160 \cdot 2 \cdot 6406,2}{120 \cdot 4} = 4270,8 \text{ (kg)}.$$

Kúyindiniń ulıwma massası

$$(8333,33 - 6406,2) + 4270,8 = 6197,9 \text{ (kg)} \text{ boladı.}$$

№3 Esap. 42% kúkirt hám 5% uglerod tutqan kómirli kolchedannıń jıllılıq beriwshilik qábilietin (janıw jıllılıǵın kDj/kg da) anıqlań. 1 kg taza pirit janganda 7060 kDj/kg, 1 kg uglerod janganda 32700 kDj/kg jıllılıq ajılatıp shıǵadı.

Sheshiliwi: 1 kg ruda quramında 0,42 kg kúkirt boladı, FeS₂ tiń muğdarı: $\frac{0,42 \cdot 120}{2 \cdot 32} = 0,79 \text{ (kg)}$, 0,05 kg uglerod boladı.

Olardıń janıwınan payda bolatuǵın jıllılıq muğdarı:

$$7060 \cdot 0,79 + 32700 \cdot 0,05 = 5577,4 + 1635 = 7212,4 \left(\frac{\text{kDj}}{\text{kg}} \right).$$

№4 Esap. «Qaynawshı qatlam» pechiniń ónimdarlıǵı 4 t/saat, tordıń maydanı 20 m³, qaynawshı qatlamnıń biyikligi 2,67 m bolsa, kolchedannıń kúyiw processiniń intensivligin esaplań.

Sheshiliwi: Pechtiń paydalı kólemi (qaynawshı qatlamnıń kólemi):

$$V_p = 20 \cdot 2,67 = 53,4 \text{ (m}^3\text{) ge teń.}$$

Kolchedannıń kúyiw processiniń intensivligi:

$$I = \frac{P}{V_p} = \frac{4 \cdot 24 \cdot 1000}{53,4} = 1797 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{sut} \right)$$

3.3 Kúkirt (VI) oksidin (SO₃) alıw hám onın absorbcıyası

$T_{\text{başlanǵısh}}$ den $T_{\text{aqırǵı}}$ temperatura intervalında kúkirtli (IV) oksidtiń kúkirt (VI) oksidine shekem okisleniw reaksiyasınıń entalpiyası tómendegi formula járdeminde ańlatıladı:

$$\Delta H = -(101420 - 9,26 \cdot T_{\text{ortasha}}) \frac{kJ}{\text{mol}}$$

$$\text{bul jerde } T_{\text{ortasha}} = \frac{T_{\text{aqırǵı}} - T_{\text{başlanǵısh}}}{2,31g \frac{T_{\text{aqırǵı}}}{T_{\text{başlanǵısh}}}}$$

Kúkirtli (IV) oksidtiń kúkirt (VI) oksidine shekem okisleniw reaksiyasınıń ximiyalıq teńsalmaqlılıq konstantası tómendegi teńleme menen esaplanadı:

$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_3}}{P_{\text{SO}_2} \sqrt{P_{\text{O}_2}}} \quad (3.5)$$

bul jerde $P_{\text{SO}_3}, P_{\text{SO}_2}, P_{\text{O}_2}$ – gazlerdiń teńsalmaqlılıq parcial basımı. Pa.

Oleumli absorberge jutılǵan kúkirt (VI) oksidiniń massası tómengi formula járdeminde esaplanadı:

$$m = k \cdot F \cdot \Delta P_{\text{ortasha}} \quad (3.6)$$

bul jerde m – absorbcıyalanǵan kúkirt (VI) oksidiniń massası, kg/saat, k – absorbcıyalanıw tezliginiń koefficienti; F – absorbcıyalıq minaradaǵı (bashnyadaǵı) nasadkanıń beti (júzesi); $\Delta P_{\text{ortasha}}$ – absorbcıyanıń ortasha júrgiziwshi kúshi (gazdegi SO₃tiń parcial basımınıń ortasha mánisi).

№5 Esap. Oleum minarasındaǵı (bashnya) absorberge 10% SO₃ tutqan 30500 m³/saat gaz kelip tusedi. Absorber 19% SO₃ tutqan oleum menen suwǵarıladı, aǵıp túsiwshi oleum quramında 21,5 SO₃ tutadı. Eger SO₃tiń absorbcıyalanıw dárejesi 40% bolsa, absorberdi suwǵarıw ushın kerek bolatuǵın oleumniń massasın (kg/saat) anıqlań.

Sheshiliwi: Kelip túsip atırǵan gazdiń quramındaǵı kúkirt (VI) oksidiniń ulıwma kólemin anıqlaymız:

$$30500 \cdot 0,10 = 3050 \text{ (m}^3\text{)}.$$

Absorberge jutılatuǵın onıń massasın tabamız:

$$\frac{3050 \cdot 40 \cdot 80}{22,4} = 435714 \text{ (kg)}.$$

Suwǵarıw ushın kelip tusetuǵın 19% li oleumniń massasınıń anıqlaymız.

Tabıw kerek massanı m menen belgileymiz. Kúkirt (VI) oksidiniń jutılıwǵa shekemgi hám jutılıwdan keyingi salıstırmalı muǵdarın tómendegi teńlik arqalı kórsetiw múmkin:

$$m \cdot 0,19 + 435714 = (m + 435714) \cdot 0,21$$

$$m = 17210703 \left(\frac{\text{kg}}{\text{saat}} \right).$$

№6 Esap. 85% (kólemi boyınsha) H₂S hám 4% H₂O tutqan 1000 nm³ kúkirtli vodorodtı jaǵıw ushın kerek bolatuǵın hawanıń (nm³) muǵdarın esaplań. Hawanıń quramında (kólemi boyınsha) 1,5% ıǵallıq bar.

Sheshiliwi: Máseleniń shárti boyınsha 1000 m³ gaz quramında 850 nm³ H₂S hám 40 nm³ H₂O boladı. $\text{H}_2\text{S} + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ teńlemesi boyınsha 850 m³ H₂S ti jaǵıw ushın (normal jaǵdayda) $850 \cdot 1,5 = 1275 \text{ (nm}^3\text{)}$ kislorod jumsaladı.

1,5% ıǵallıq tutqan hawanıń kólemi: $\frac{1275 \cdot 100}{21} \cdot 1,015 = 6162,5 \text{ (nm}^3\text{)}$ ǵa teń boladı.

№7 Esap. Eger dáslepki gazler aralaspasında 7% (kólemi boyınsha) SO₂ bolsa, kontaktli oksidlendiriw usılı boyınsha qansha kilogramm SO₃ payda bolatuǵınlıǵın esaplań. SO₃ tiń shıǵımı 97%. Dáslepki gazler aralaspası 100 kmol ge esaplansın.

Sheshiliwi: 100 kmol dáslepki gazler aralaspasında $100 \cdot 0,07 = 7 \text{ (kmol)}$ SO₂ boladı.

$\text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3 + Q$ teńlemesi boyınsha 1 kmol SO₂ den 1 kmol SO₃ payda bolsa, 7 kmol SO₂ den 7 kmol SO₃ payda boladı. SO₃ tiń shıǵımı 97% bolǵanlıǵı ushın $7 \cdot 0,97 = 6,8 \text{ (kmol)}$ yamasa $6,8 \cdot 80 = 544 \text{ (kg)}$ SO₃ payda boladı.

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplama

3.1. Skladta 18% li oleum bar. 1) 5 t 94% li kislotağa oleumniń qansha muǵdarı tuwrı keledi? 2) 1 t 24% li oleum alıw ushın qansha kúkert (VI) oksidi hám 18% li oleum kerek boladı? *Juwbı: 1) 4,5 t oleum; 2) 927 kg oleum hám 73 kg kúkert (VI) oksidi.*

3.2. Aralastırǵışqa 1000 kg oleum kelip tústi. Onıń quramında 20% SO_3 hám massası boyınsha 500 kg 90% li H_2SO_4 bar. Alınǵan aralaspanıń (massası boyınsha) koncentracıyası qansha? *Juwbı: 99,67%.*

3.3. 1 kg kúkert (VI) oksidiniń suw puwın jutıwındaǵı ajıralıp shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarın anıqlań. H_2SO_4 tiń payda bolıw jıllılıǵı $Q = 175,2 \text{ kDj/mol}$. *Juwbı: 1562,35 kDj/mol.*

3.4. Eger $H_2SO_{4g} \rightarrow H_2SO_{4suw} + 50,28 \text{ kDj/mol}$ bolsa, 1 t kúkert kislotańıń kondensaciyanıwınan qansha jıllılıq bólinip shıǵadı. *Juwbı: 512204 kDj/mol.*

3.5. Aralastırǵışta 15 t 75% li kúkert kislotaı 65% ke shekem suıtırıldı. Bunda qansha suw jumсалǵanın hám qansha jıllılıq bólinip shıqqanın esaplań. *Juwbı: 2,31 t suw; 8798,9 kDj/mol.*

3.6. Aralastırǵışda 2:1 qatnasta 95% li kislota menen 65% li kislota aralastırıldı. 1 t kislotağa esaplaǵanda qansha jıllılıq ajıralıp shıqqanın hám payda bolǵan kislotańıń koncentracıyası qanday? *Juwbı: 56842,8 kDj/mol hám 85% li kislota.*

3.7. Aralastırǵışqa 500 kg/saat 95% li kúkert kislotaı kelip túsedı. 65% li kislota payda etiw ushın qansha 35% li kislota qosıw kerek. Aralastırıw nátiyjesindegi temperaturanıń kóteriliwın anıqlań. *Juwbı: 611,11 kg; 62,65 K.*

3.8 Fosforlı tógin óndirisida 68% li kislota paydalanıladı. 1 t 68% li alıw ushın 75% li kislotağa qansha suw qosıw kerek boladı. Aralastırǵıştıń temperaturasını xana temperaturasına shekem keltiriw ushın qansha temperaturanı suwıtw kerek? *Juwbı: 93,38 kg suw; 6241,59 kDj.*

3.9. Quramında 40% kúkert tutqan 1000 kg kolchedan kúydırıldı. Pirittiń kúyw dárejesi 99% bolsa, qansha kúkertli (IV) oksid hám kúyindi payda bolatuǵının anıqlań. *Juwbı: 792 kg yamasa 277,2 m³; 502,5 kg.*

3.10. Kúkerttiń janıw dárejesi 99,8%, hawanıń artıqshalıq koefficienti $\alpha = 1,02$, bolsa 380 kg kúkerttiń janıwınan payda bolatuǵın kúyindi gazdıń kólemin hám quramın anıqlań. *Juwbı: 1516,96 m³, 79% N₂, 3,5% O₂, 17,5 SO₂.*

3.11. 80% H_2S (kólemi boyınsha) tutqan 3000 m³ kúkertli vodorod gazın jaǵıw ushın kerek bolatuǵın hawanıń kólemin anıqlań. Hawanıń quramında kislородtıń muǵdarı 26%. *Juwbı: 17142,86 m³.*

3.12. 40% kúkert tutqan 1,65 t kolchedandı jaǵıwdan 1,305 t SO_2 alındı. Kolchedandı jaǵıwdaǵı kúkerttiń paydalanıw dárejesin anıqlań. *Juwbı: 97,4%.*

3.13. VXZ pechinde saatına 1,4 t pirit FeS_2 jaǵadı. Kolchedannıń quramında 40% kúkert bar. 45% kolchedanǵa ($kg/m^2 \cdot sut$) esaplaǵanda processtiń intensivligin esaplań. Pech, maydanı 20 m² qa teń bolǵan 7 jumısshı qumbızǵa iye. *Juwbı: 214 ($kg/m^2 \cdot sut$).*

3.14. Eger «qaynawshı qatlamda» kolchedandı kúydiriw processiniń intensivligi 62 ($kg/m^3 \cdot saat$) ǵa teń bolsa, pechtiń sutkalıq ónimdarlıǵın esaplań. Pechtiń kólemi 125 m³. *Juwbı: 186 t/sut.*

3.15. 105 t 98% li kúkert kislota alıw ushın kontaktlestiriw apparatınan qansha kólem (nm^3) SO_2 ni ótkeriw kerek. Kontaktlesiw dárejesi 98%. *Juwbı: 24000 nm³.*

3.16. $SO_2 + 0,5O_2 \leftrightarrow SO_3 + Q$ reakciyası boyınsha 1000 m³ SO_2 niń SO_3 ke okisleniwindegi bólinip shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarın tabıń. Reakciyanıń entalpiyası $\Delta H = -94207 \text{ kDj/kmol}$, okisleniw dárejesi 60%. *Juwbı: 2523,4 $\cdot 10^3$ kDj.*

3.17. SO_2 niń SO_3 ke okisleniw reakciyasında kontakt apparatındaǵı temperaturanı 723 K nen 853 K ge ózgertgendeги jıllılıq effektin esaplań. *Juwbı: 94150 kDj/mol.*

3.18. Kolchedandı kúydiriw pechiniń biyikligi $h = 10 \text{ m}$, diametri $d = 4 \text{ m}$ hám intensivligi $I = 1000 \text{ kg/m}^3$ bolsa, pechtiń maksimal ónimdarlıǵın esaplań. *Juwbı: 125,6 t/sut.*

IV bap. AMMIK HÁM AZOT KISLOTASI ÓNDIRISI

4.1 Ammiak sintezi.

Ammiaktin sintezi ushin shiyki zat retinde azot hám vodorod qollaniladı. Azottı alıwdıń tiykarǵı deregi hawa bolıp esaplanadı. Onı ajıratıp alıw hawanı suıyltırwıdan hám sońınan úlesli puwlandırıw – frakciyalǵa ajıratıwdan turatúǵın processlerge tiykarlangan. Ammiak óndirisi ushin vodorod tómendegi usıllar menen alınıwı múmkin: 1. metandı suw parı menen konversiyalaw (yamasa onıń gaz tárizli gomologların); 2. uglerod okisiniń suw puwı menen konversiyasını; 3. suwdı elektrolizlew arqalı. 4. koks gazın ajıratıw arqalı.

Gazlı aralaspardı tayarlaw arnawlı cexlarda ótkeriledi, ol jerde azot hám vodorod muqıyatlap tazalanadı. Tazalangan gazlı arlaspa kontaktlestiriwge túsedi.

Kontaktlestiriwshi úskelerdiń háreketke keltiriwshi sistemaları temperatura hám basımǵa baylanıslı 3 topǵa bólinedi.

1. Tómen basım sistemaları – 400 °C temperaturada 100 atm ǵa shekem.

2. Ortaşa basım sistemaları – 475 – 550 °C temperaturada 250 den 300 atm ǵa shekem.

3. Joqarı basım sistemaları – 500 – 600 °C temperaturada 750 den 1000 atm ǵa shekem.

Kólemi boyınsha ekvimolekulyar aralaspadan sintezlewde qayta payda bolǵan ammiaktin koncentraciyasını C_3 tómendegi formula menen anıqlanadı:

$$C_3 = \frac{C_1 - C_2}{100 + C_2} \cdot 100 \quad (4.1).$$

Sintez reakciyası nátiyjesinde gazlı aralaspanın kóleminin kemeyiwı tómendegi formula menen anıqlanadı:

$$\sigma = \frac{100 + C_2}{100 + C_1} (\%) \quad (4.2).$$

bul jerde C_1 hám C_2 – kolonnadan shıǵıwdıǵı hám kiriwdegi ammiaktin koncentraciyası (kólemi boyınsha % te). Bir saatda 1 m³ katalizator dan payda bolatúǵın ammiaktin yaǵnıy katalizator diń ónimdarlıǵı tómendegi formula menen esaplanadı:

$$g = 0.758 \cdot V_{kólem} \cdot C_3 \cdot \sigma \left(\frac{kg}{m^3} \right) \quad (4.3).$$

bul jerde 0,758 – gaz tárizli ammiaktin tıǵızlıǵı; $V_{kólem}$ – kolonnaǵa kiriwdegi gazdiń kólemlik tezligi, saat⁻¹; C_3 – waqt birligi ishinde qaytadan payda bolǵan ammiak koncentraciyası. Kolonnadaǵı kerekli bolǵan katalizator diń kólemi: $V_k = P/g$ (4.4), bul jerde V_k – katalizator kólemi; P – kolonnanın ónimdarlıǵı; g – katalizator diń ónimdarlıǵı.

Bunnan basqa $V_k = V_c \cdot \tau \cdot \alpha$, yamasa $V_k = \frac{V_c}{V_{kólem}} \cdot \alpha$, bul jerde V_k – jumsalǵan gaz muǵdarı, m³/sek, $V_{kólem}$ – kólemlik tezlik, sek⁻¹, τ – kontaktlesiw waqtı, sek, α – zapashlıq koefficienti (1,3-1,5 ge teń). (4.5)

№1 Esap. 1 t ammiak islep shıǵarıwdıǵı sintez kolonnasına kiriwdegi hám shıǵıwdıǵı gazdiń quramın esaplań. Kiriwdegi hám shıǵıwdıǵı ammiaktin koncentraciyası kólemi boyınsha sáykes túrde 4 hám 16% ke teń.

Sheshiliwi: Ammiaktin sintezi ushin keliwshi sintez gazdiń kólemi:

$$V = \frac{1000 \cdot 22,4 \cdot (100 + (16 - 4))}{17 \cdot (16 - 4)} = 12298 \text{ (m}^3\text{) ke teń boladı.}$$

Kolonnaǵa kiriwdegi gazdiń quramın esaplaymız:

$$V_{H_2} = 12298 \cdot \frac{(100 - 4)}{100} \cdot \frac{3}{4} = 8854 \text{ (m}^3\text{) yamasa 72 (\%).}$$

$$V_{N_2} = 12298 \cdot \frac{(100 - 4)}{100} \cdot \frac{1}{4} = 2951 \text{ (m}^3\text{) yamasa 24 (\%).}$$

$$V_{NH_3} = 12298 \cdot \frac{4}{100} = 492 \text{ (m}^3\text{) yamasa 4 (\%).}$$

Reakciyanıń júriwi esabınan gazler aralaspasınıń kóleminin azayıwı:

$$\sigma = \frac{100 + S_2}{100 + S_1} = \frac{100 + 4}{100 + 16} = 0,896 \text{ ge teń boladı.}$$

Kolonnadan shıǵıwdıǵı gazdiń kólemin anıqlaymız:
 $12298 \cdot 0,896 = 11025 \text{ (m}^3\text{)}.$

Sintezden keyingi gazdiń quramı:

$$V_{H_2} = 11025 \cdot \frac{100 - 16}{100} \cdot \frac{3}{4} = 6945 \text{ (m}^3\text{) yamasa 63 (\%).}$$

$$V_{N_2} = 11025 \cdot \frac{100 - 16}{100} \cdot \frac{1}{4} = 2315 \text{ (m}^3\text{) yamasa 21 (\%).}$$

$$V_{NH_3} = 11025 \cdot 0,16 = 1764 \text{ (m}^3\text{) yamasa 16 (\%).}$$

№2 Esap. Ammiaklı kondensatorğa 303 K (30°C) temperaturada 6,4% ammiak tutqan azotlı-vodorodlı aralaspadan 3708 m³ gaz kelip tústi. 268 K (-5°C) qa shekem aralaspası suwıtıw ushın hám aralaspadağı barlıq ammiakti kondensaciyalaw ushın qansha suyıq ammiak (suwıtıwshı agent) kerek boladı? Ammiakti kondensaciyalanıw temperaturası 273 K (0°C). Gaz aralaspasınıń ortasha salıstırmalı jıllılıq sıyımlıǵı kondensaciyaǵa shekem 29,68 kDj/(kmol·K), kondensaciyaǵan keyin 28,90 kDj/(kmol·K), suyıq ammiakti 58,52 kDj/(kmol·K). ammiaktiń puwlanıwındaǵı jıllılıqtıń jutılıwı 20315 kDj ǵa teń.

Sheshiliwi: 273 K (0°C) ǵa shekem gaz aralaspasınıń suwıtıw ushın kerek bolatuǵın jıllılıqtı anıqlaymız:

$$\frac{3708}{22,4} \cdot 29,68 \cdot 30 = 147392,99 \text{ (kDj)}.$$

Aralaspadağı ammiaktiń muǵdarı:

$$\frac{3708 \cdot 0,064}{22,4} = 10,6 \text{ (kmol)}.$$

Ammiaktiń kondensaciyalanıwındaǵı bólinip shıǵatuǵın jıllılıqtı anıqlaymız:

$$20315 \cdot 10,6 = 215339 \text{ (kDj)}.$$

Qalǵan aralaspasınıń 268 K (-5°C) ge shekem suwıtıwdaǵı bólinip shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarın anıqlaymız:

$$\left(\frac{3703}{22,4} - 10,6\right) \cdot 28,90 \cdot 5 = 22355,95 \text{ (kDj)}$$

Ammiaktiń 268 K (-5°C) ge shekem suwıtıwdaǵı bólinip shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarın anıqlaymız:

$$10,6 \cdot 58,52 \cdot 5 = 3101,56 \text{ (kDj)}.$$

Jámi 388189,5 kDj jıllılıq bólinip shıǵadı. Barlıq ammiakti kondensaciyalaw ushın 388189,5: 20315 = 19,11 (kmol) ammiakti puwlandırıw kerek boladı.

№3 Esap. 1 t ammiakti sintezlew ushın 3000 m³ ǵa shamalas azotlı-vodorodlı aralaspası jumsaladı. 1 t ammiak óndirisigá sarplatuǵın azotlı-vodorodlı aralaspasınıń teoriyalıq sarplanıw koefficientin hám ammiaktiń shıǵımın esaplań.

Sheshiliwi: $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ reakciyasına muwapıq, 1 t ammiak óndirisi ushın teoriyalıq sarplanıw koefficienti:

$$\frac{22,4 \cdot 4 \cdot 1000}{2 \cdot 17} = 2635 \text{ m}^3 \text{ ke teń boladı.}$$

$$\text{Ammiaktiń shıǵımı: } \eta = \frac{2635 \cdot 100}{3000} = 87,8 \text{ (\%)} \text{ ǵa teń boladı.}$$

№4 Esap. Ammiak sintezi kolonnasınan 60000 m³/saat azotlı-vodorodlı aralaspası ótkerildi. Sintez 300 atm hám 500°C da ótkerildi. Kolonnada 1,2 m³ katalizator jaylastırılǵan bolıp, olardıń arasındagı aralıqtıń kólemi 0,5 ke teń. Kontaktlesiw reakciyasınıń waqtı qansha? (sekundta).

Sheshiliwi: Gazdi ideal dep esaplap, sintez waqtındaǵı kolonnadan ótiwshı gazdıń kólemin esaplaymız ($R = 300 \text{ atm}, t = 500^\circ\text{C}$):

$$\frac{V_1 \cdot T_2}{P_2 \cdot T_1} = \frac{V_2}{P_1} \cdot \frac{60000 \cdot (273 + 500)}{300 \cdot 273} = \frac{V_2}{1},$$

$$300 \cdot 273 \cdot V_2 = 60000 \cdot 773, \quad V_2 = \frac{60000 \cdot 773}{300 \cdot 273} = 566 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{saat}}\right)$$

yamasa

$$\frac{568}{3600} = 0,1573 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{sek}}\right)$$

Katalizator korobkasınıń bos kólemi $1,2 \cdot 0,5 = 0,6 \text{ (m}^3\text{)}$ ǵa teń.

Bunnan gaz aralaspasınıń katalizator zonasında bolıw waqtı 0,6: 0,1573 = 3,8 (sek) ǵa teń boladı.

№5 Esap. Ammiakti sintezlew kolonnasınan 300 atm basım menen 120 m³/saat azotlı-vodorodlı aralaspası ótkerildi. Bir ótkende (ciklde) ammiaktiń shıǵımı 17,5% ti quraydı. Sintez kolonnasınıń ónimdarlıǵı qanshaǵa (m³ hám tonnada) teń?

Sheshiliwi: Sutka dawamında kolonnadan (300 atm basım menen) $120 \cdot 24 = 2880 \text{ (m}^3\text{)}$ azotlı - vodorodlı aralaspası ótedi. Ammiaktiń shıǵımın (17,5%) esapqa alǵan halda sintez kolonnasınıń sutkalıq ónimdarlıǵı $2880 \cdot 0,175 = 504,0 \text{ (m}^3\text{)}$ ($R = 300 \text{ atm}$) ǵa teń boladı, yamasa normal jaǵdayda $504 \cdot 300 =$

151200 ($\frac{m^3}{sut}$) NH_3 boladı. Kolonnanın ónimdarlıgın tonnada kórsetsek $\frac{151200 \cdot 17}{22,4 \cdot 1000} = 114,75 (\frac{t}{sut}) NH_3$ boladı.

№6 Esap. Ammiaktıń sintez kolonnasınıń ónimdarlıgı 180 t/sut ға teń. Katalizatordıń kólemi 1,45 m^3 . Ammiak sintezi processiniń intensivligin esaplań.

Sheshiliwi: Ammiak sintezi processiniń intensivligi (I)

$$I = \frac{180 \cdot 1000}{24 \cdot 1,45} = 5172 (\frac{kg}{m^3} \cdot saat) \text{ ge teń.}$$

№7 Esap. Ammiaktı sintezlewshi zavodtıń tiykarǵı texnika-ekonomikalıq kórsetkishlerin esaplań: a) 1 t ammiak ushın shiyki zatlardıń sarplanıw coefficientin kg da; b) ammiaktıń shıǵımın % lerde; v) zavodtıń jıllıq ónimdarlıgın tonnada; g) sintez processiniń intensivligin $kg/m^3 \cdot saatta$. Dáslepki maǵlıwmatlar: zavodta hár qaysısınıń ónimdarlıgı 125 t/sut bolǵan 6 sintez kolonnası jumıs isleydi. Kolonnanın biyikligi 14,5 m, paydalı kólemi 45%. Zavodqa 0,5% qosımtası bar vodorod hám 99,1% N_2 (0,9 O_2) tan turıwshı azot gazleri keledi. 1 t ammiak ushın ámelde 3100 m^3 azotlı-vodorodlı aralaspa jumsaladı.

Sheshiliwi: Ámelde 1 t shiyki zattıń sarplanıw coefficienti:

$$\text{vodorod ushın } 3100 \cdot 1,005 \cdot 0,75 = 2336,6 (m^3),$$

$$\text{azot ushın } 3100 \cdot 0,25 \cdot 1,009 = 782 (m^3).$$

$N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ reakciya teńlemesi boyınsha 1 t NH_3 ushın ammiaktıń % tegi shıǵımı:

$$\frac{22,4 \cdot 4 \cdot 1000}{2 \cdot 17} = 2635 (m^3) \text{ ti quraydı. Bunnan } \eta = \frac{2635 \cdot 100}{3100} = 85 (\%) \text{ boladı.}$$

Sintez kolonnasınıń sanınıń hám olardıń ónimdarlıgın esapqa alǵan halda zavodtıń jıllıq ónimdarlıgı (P):

$$125 \cdot 6 \cdot 365 = 273750 (\frac{t}{jıl}) \text{ ammiaktı quraydı.}$$

Altı kolonnanın paydalı kólemi:

$$V_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H \cdot 0,45 \cdot 6 = \frac{3,14 \cdot 1,12^2}{4} \cdot 14,5 \cdot 0,45 \cdot 6 = 38,5 (m^3) \text{ qa teń boladı.}$$

Sintez processiniń intensivligi (I):

$$I = \frac{P}{V_p} = \frac{273750 \cdot 1000}{37,8 \cdot 365 \cdot 24} = 811,7 (\frac{kg}{m^3} \cdot saat) NH_3 \text{ ti quraydı.}$$

4.2 Azot kislotasını óndiriw

Azot kislotası kóplegen ximiyalıq birikpelerdiń sintezi ushın zárúr zatlardıń biri bolıp esaplanadı. Ol taza túrinde reńsiz, júdá kúydırgish, salıstırma salmaǵı 1,5204 (14 – 15 $^{\circ}C$ ta) bolǵan suıqlıq. Normal basımdaǵı qaynaw temperaturası + 86 $^{\circ}C$, bunda ol azlap tarqaladı. Altın, platina, tantal, rodıy hám iridiyden tısqarı barlıq metallar azot kislotasınıń tásirine ushıraydı. Texnikalıq azot kislotası onda erigen azottıń qos okisi esabınan sarǵısh reńge iye boladı, onıń koncentraciyasınıń artıwı menen sarǵısh-qızıl reńge ózgeredi.

Azot kislotasını óndiriwde shiyki zat retinde ammiak qollanıladı. Ammiaktıń okisleniwi quramalı fizika-ximiyalıq process bolıp tabıladı. Katalizatordıń qásiyetine hám okisleniw processiniń ótiw sharayatına baylanıslı, hár qıylı okisleniw ónimleri alınadı: *azot okisi, elementar azot*, al bazı bir jaǵdaylarda *nitrozlıq gazlerdiń* quram bólegi bolǵan, *azottıń zakisi* de alınadı.

Azot kislotasını óndiriwshi zavodlardıń basım kópshiligi ammiaktı okislendiriw processinde katalizator sıpatında platina yamasa onıń quymaların paydalanadı.

Suyıltırılǵan azot kislotası (45 ten 62 % ke shekem) sanaatta tómendegi usıllar menen alınıwı múmkin: 1) *normal basımda*, 2) *joqarı basımda*, 3) *kombinaciyalı usılda* (ammiaktıń okisleniwi normal basımda, al nitrozlı gazlerdi qayta islew joqarı basımda ótkeriledi).

Ammiaktı okislendiriw usılında azot kislotasını óndiriw úsh basqıstıan turadı:

1. Ammiaktı azot okisine kontaktli usılda okislendiriw.
2. Azot okisin qos okiske okislendiriw.
3. Azot okislerin suw menen absorbcıyalaw.

Suyıltırılǵan azot kislotası (45 ten 62 % ke shekem) sanaatta tómendegi usıllar menen alınıwı múmkin: 1) *normal basımda*, 2) *joqarı basımda*, 3) *kombinaciyalı usılda* (ammiaktıń okisleniwi normal basımda, al nitrozlı gazlerdi qayta islew joqarı basımda ótkeriledi).

Ammiaktin okisleniwindegi katalizatordin hawa kislorodi menen normadan tis iskerligi (napryajennost) bir sutkadağı 1 m² katalizatordin aktiv betinde okislengen ammiaktin massası menen xarakterlenedi:

$$g_k = m_{NH_3} \cdot 24 / F_c \quad (4.6)$$

bul jerde g_k – katalizatordin normadan tis iskerligi (napryajennost), kg/m²; m_{NH_3} – ammiaktin bir saatdağı sarplanıwı, kg/saat, F_c – katalizator setkasının aktiv beti (jüzi), m².

m³ dağı katalizatordin erkin kölemi: $V_{erkin} = \vartheta_{köllem} \cdot \tau$ ğa teń.

bul jerde V_{erkin} – katalizatordin erkin kölemi, m³; $\vartheta_{köllem}$ – kontaktlasıw jaǵdayındağı gazdin kölemlik tezligi, m³/s; τ – gazdin katalizator menen kontaktlasıw waqtı, s.

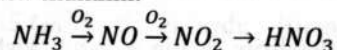
Kontaktlesiw waqtındağı gazdin kölemlik tezligi (m³/s) tómendegi formula menen esaplanadı:

$$\vartheta_{tezlik} = \frac{\vartheta_{köllem} \cdot T_K \cdot r}{r_k \cdot 273} \quad (4.8)$$

bul jerde $\vartheta_{köllem}$ – gazdin kölemlik tezligi, m³/s; T_K – kontaktlesiw temperaturası; r_k – kontakt apparatındağı basım, Pa; r – atmosfera basımı, Pa.

№8 Esap. 1000 kg azot kislotasın islep shıǵarıw ushın kerek bolatuǵın ammiaktin hám hawanın massasın esaplań. Ammiaktin NO ğa aylanıw dárejesi 0,97, absorbcıyalanıw dárejesi 0,92. Ammiaktin ammiakli - hawalı aralaspadağı koncentracıyası 11,5%.

Sheshiliwi: Ammiaktan azot kislotasın alıw processin tómendegi sxema menen kórsetiw múmkin:



Bunnan kórinip turıptı 1 kmol ammiaktan 1 kmol azot kislotası alınadı. Sonın ushın absorbcıya dárejesin hám aylanıw dárejesin esapqa alǵan halda 1000 kg azot kislotasın islep shıǵarıw ushın kerek bolatuǵın ammiaktin massası:

$$\frac{17}{63} \cdot \frac{1000}{0,97 \cdot 0,92} = 302 \text{ (kg) ğa teń boladı.}$$

bul jerde 17 hám 63 – ammiak hám azot kislotasının molekullıq massası.

Ammiaktin kölemi (n.j.): $V_{NH_3} = \frac{22,4}{17} \cdot 302 = 398 \text{ (m}^3\text{) ğa teń boladı.}$

1000 kg azot kislotasın islep shıǵarıw ushın kerek bolatuǵın hawanın muǵdarın esaplaymız:

$$398 \cdot \frac{100 - 11,5}{11,5} = 3063 \text{ (m}^3\text{).}$$

№9 Esap. Sutka dawamında 82 t azot kislotası óndirisidi támiyinlewshi kontaktlestiriw apparatındağı Pt/Rh tipindegi katalizator setkasının diametrin esaplań. NO₂ niń absorbcıyalanıw dárejesi 0,98 ge teń, ammiaktin NO ğa aylanıw dárejesi 0,96 ğa teń. Ammiaktin okisleniwiniń basımı 10⁵ Pa. Katalizatordin normadan tis iskerligi (napryajennost) sutkasına 605 kg/m². Ammiaktin aralaspadağı muǵdarı (kölemi boyınsha) 11,2%. Apparatda 3 katalizator setkası jaylastırılǵan bolıp, olardıń bir kvadrat metr setkasının aktiv beti 1,81 m².

Sheshiliwi: Ammiaktin okislenip, sutkasına 82 t azot kislotasın óndirisin támiyinlew ushın qansha muǵdarın apparatqa kiritiliwin anıqlaymız (absorbcıya hám okisleniw dárejesin esapqa alǵan halda):

$$\frac{8200 \cdot 17}{63 \cdot 0,96 \cdot 0,98} = 2351,93 \left(\frac{kg}{sut} \right).$$

(4.6) formuladan katalizator setkasının aktiv júzesin anıqlaymız:

$$F_c = 2351,93 : 605 = 3,887 \text{ (m}^3\text{).}$$

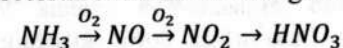
Bir setkanın maydanın anıqlaymız:

$$S = \frac{38,87}{3 \cdot 1,81} = 0,716 \text{ (m}^3\text{).}$$

Setkanın diametri: $d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,716}{3,14}} = 0,91 \text{ (m).}$

№10 Esap. 1 t ammiaktan qansha kilogramm 50% li azot kislotasın alıw múmkin? Kontaktlesiw dárejesi 98%, absorbcıya dárejesi 92%.

Sheshiliwi: Processtin sxeması tómendegishe boladı:



Bunnan kórinip turıptı, 1 mol ammiakten 1 mol azot kislotası payda boladı.

1 t ammiaktin quramında qansha kmol ammiak tutatuǵının anıqlaymız: $\frac{1000}{17} = 58,8$, bunnan 58,8 kmol ammiaktan 58,8 kmol

100% li kislota payda boladı, al absorbcıyalanıw hám kontaktlesiw dárejelerin esapqa alsaq: $58,8 \cdot 0,98 \cdot 0,92 = 53,01 \text{ kmol}$; $53,01 \text{ kmol}$ azot kislotası $53,01 \cdot 63 = 3339 \text{ (kg)}$ boladı, bul jerde 63 – azot kislotasınıń molekulyar massası.

1 t ammiaktan 50% li azot kislotasınıń muǵdarı:

$$\frac{3339 \cdot 100}{50} = 6678 \text{ (kg)} \text{ ǵa teń boladı.}$$

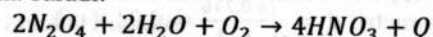
№11 Esap. Ammiaktıń okisleniwinen 2,5 t azot kislotasını alıw ushın qansha kólem ammiakli-hawalı aralaspa kerek boladı? Ammiaktıń NO ǵa aylanıw dárejesi 96%, NO₂ niń absorbcıyalanıw dárejesi 99%. Okisleniwge kelip túsetuǵın gazdıń quramında ammiaktıń muǵdarı 11%.

Sheshiliwi: 2,5 t azot kislotasını alıw ushın kerek bolatuǵın ammiaktıń muǵdarı: $\frac{2,5 \cdot 1000 \cdot 17}{63 \cdot 0,96 \cdot 0,99} = 710 \text{ (kg)}$ ǵa teń boladı, bul jerde 17 hám 63 ammiaktıń hám azot kislotasınıń molekulyar massası. Ulıwma kerek bolatuǵın ammiakli-hawalı aralaspanıń muǵdarı:

$$\frac{710 \cdot 22,4 \cdot 100}{17 \cdot 11} = 8504 \text{ (m}^3\text{)}.$$

№12 Esap. Azot (IV) oksidi, suw hám kislorodtan 1 t koncentrlengen azot kislotasını alıw ushın qansha muǵdar (teoriyalıq jaqtan) kislorod kerek boladı.

Sheshiliwi: Koncentrlengen azot kislotasınıń sintezi tómendegi teńleme boyınsha baradı:



Reakciya teńlemesinen kórinip turǵanıday, 1 kmol yamasa 63 kg azot kislotasını alıw ushın 0,25 kmol yamasa $0,25 \cdot 22,4 = 5,6 \text{ (m}^3\text{)}$ kislorod kerek boladı. 1 t koncentrlengen azot kislotasını alıw ushın bolsa:

$$\frac{5,6 \cdot 1000}{63} = 89 \text{ (m}^3\text{)} \text{ yamasa } \frac{89 \cdot 32}{22,4} = 127 \text{ (kg)} \text{ kislorod kerek boladı.}$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

4.1. Reakciya nátiyjesinde kólemniń kishireyiwi 0,9 ǵa teń bolsa, kontakt apparatına kırıwdegi ammiaktıń koncentracıyasın esaplań. Ammiaktıń shıǵıwdaǵı koncentracıyası 16% (kólemi boyınsha). *Juwapı: kólemi boyınsha 4,4%.*

4.2. Kolonnaǵa kırıwdegi ammiaktıń koncentracıyası 2% (kólemi boyınsha) bolsa, kolonnadan shıǵıwdaǵı sintez gazınıń quramın esaplań. Esaplawdı 100 kmol gazge júrgiziń. Reakciya nátiyjesinde gaz kóleminiń kemeyiwi 0,89 ǵa teń. *Juwapı: 14,6%.*

4.3. Ammiaktıń sintezi kolonnada $3,03 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ hám 673 K temperaturada júredi. Kolonnadan shıǵıwshı gaz quramı tómendegishe (kólemi boyınsha % lerde): NH₃ - 17; N₂ - 11,0; H₂ - 72,0. N₂ hám H₂ niń dáslepki gazlar aralaspasındaǵı qatnasın esaplań. *Juwapı: 16,7%, 83,3% kólemi boyınsha.*

4.4. Sintez kolonnasına 30000 m³/s tezlik penen azotlı-vodorodlı aralaspa beriledi. Kolonnaǵa kırıwdegi ammiaktıń koncentracıyası (kólemi boyınsha) 4%, shıǵıwdaǵı koncentracıyası 16% bolsa bir ciklde qansha ammiak (kg da) payda bolatuǵınlıǵın esaplań. *Juwapı: 2355,61 kg.*

4.5. Kolonnanıń biyikligi 14 m, ishki diametri 850 mm, ishki kólemniń paydalanıw dárejesi 35%, azotlı - vodorodlı aralaspadaǵı ammiaktıń muǵdarı kolonnaǵa kırıwde 4%, shıǵıwda 20% bolsa, sintez kolonnasınıń ónimdarlıǵın anıqlań. Gazdıń kólemlik tezligi 30000⁻¹ m³. *Juwapı: 239,13 t/saat.*

4.6. Eger kolonnadan v saatda (n.j.da) 30000 m³ azotlı - vodorodlı aralaspa ótkerilse, kolonnadan shıǵıwda gaz aralaspa quramındaǵı ammiaktıń muǵdarı 21% bolsa ammiak sintezi processindegi katalizatordıń ónimdarlıǵı hám kólemlik tezligin esaplań. Katalizatordıń iyelep turǵan kólemi 1,25 m³. Katalizatordıń ónimdarlıǵın kg/(m³saat) da esaplań. *Juwapı: 24000 kg/(m³saat).*

4.7. Ammiak sintezi kolonnasınan v saatda (n.j.da) 30000 m³ azotlı-vodorodlı aralaspa ótkerildi. Sintez $3 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ basımda 773 K temperaturada ótkerildi. Kolonnaǵa 1,2 m³ katalizator jaylastırılǵan, onıń bólekleriniń arasındaǵı aralıq katalizatordıń 0,5 kólemine iyeleydi. Reakciyanıń kontaktlesiw waqtı qansha? *Juwapı: 7,6 s.*

4.8. Ammiak sintezi kolonnasınıń ónimdarlıǵı 60 t/saat. Katalizatordıń ónimdarlıǵı 1400 kg/(m³saat). Kolonnaǵa kırıwdegi gazdıń kólemlik tezligi 20000 saat⁻¹. Katalizatordıń kólemine hám gaz aralaspasınıń bir saatda jumsalıwın muǵdarı anıqlań. *Juwapı: 42,9m³; 858000 m³/saat.*

4.9. Ammiak sintezi kolonnasiniñ biyikligin onıñ tómendegi parametrleri tiykarında esaplañ: onıñ ónimdarlıǵı 165 t/sut, kólemlik tezligi 25500 saat⁻¹, ammiaktiñ koncentraciyası kiriwde 4% (kólemi boyınsha), shıǵıwda 18% (kólemi boyınsha), kolonnaniñ ishki diametri 0,85 m. Ishki kólemdi paydalanıw koefficienti 35%. Ammiaktiñ tıǵızlıǵı 0,771 kg/m³. *Juwabı: 13,14 m.*

4.10. Suwlı xolodilnikke 3944,27 m³ quramında 12% ammiak tutqan ammiaklı - hawalı gaz aralaspa kelip tústi. Ammiaktiñ yarımın kondensaciyalaw ushın xolodilnik qansha muǵdarda jıllılıq bólip shıǵaradı hám kolonnadan shıǵıwdaǵı ammiaktiñ koncentraciyası qanday boladı. 1 kmol ammiaktiñ kondensaciyalanıwında 20315 kDj jıllılıq bólinip shıǵadı. *Juwabı: 214623,13 kDj; 6,4%.*

4.11. Azot kislotası óndirisi ushın bir saatda 1,18 · 10⁴ kg ammiak, 3,63 · 10⁴ kg kislorod, 11,30 · 10⁴ kg azot beriledi. Ammiaklı - hawalı aralaspanıñ quramın (kólemi boyınsha) % lerde anıqlañ. *Juwabı: 11,5% ammiak, 18,8% kislorod, 69,7% azot.*

4.12. Okisleniwge quramında 8% (kólemi boyınsha) NH₃ tutqan 26000 m³ qurǵaq ammiaklı - hawalı aralaspa berildi. NH₃ tiñ NO ǵa aylanıw dárejesi 0,98 ge teñ. Okisleniw reakciyası nátiyjesinde temperaturanıñ kóteriliwın esaplañ. NH₃ tiñ okisleniw reakciyasınıñ entalpiyası $\Delta H = -226,45 \text{ kDj/mol}$. Nitroza gaziniñ ortasha jıllılıq sıyımlıǵı 32,34 kDj/(kmolK). *Juwabı: 504,4 K.*

4.13. Absorbciylıw kolonnaniñ birinshi tarelkasında payda bolatuǵın azot kislotasınıñ koncentraciyasın esaplañ. Kolonnaǵa 1821 kg suw hám 27916 m³/saat nitroza gazi (ol kólemi boyınsha 9% azot (IV) oksidin hám 0,24% suw parın tutadı) beriledi. Birinshi tarelkada NO₂ niñ absorbciyalanıw darejesi 98%. *Juwabı: 79%.*

4.14. Sutka dawamında xolodilnik - kondensator arqalı ótetuǵın nitroza gaziniñ kólemin esaplañ. Kondensatordıñ ónimdarlıǵı 14,9 t/saat HNO₃. Nitroza gazindegi NO₂ niñ koncentraciyası 8,9% (kólemi boyınsha). Absorbciya dárejesi 0,97. *Juwabı: 613665,89 m³.*

4.15. 3785,6 m³/saat ammiakti okislendiriw ushın 27080 m³/saat hawa kelip tústi. Hawanıñ artıqshalıq koefficientin hám ammiaklı - hawalı aralaspanıñ quramındaǵı ammiaktiñ koncentraciyasın anıqlañ. *Juwabı: 1,2; 12,2%.*

V bap. MINERAL TÓGINLER ÓNDIRISI

5.1 Mineral tóginler haqqında ulıwma túsinik

Ósimlikler rawajlanıw processinde, bir qatar elementler hám birikpelerdi talap etedi, olardıñ ishinde kislorod, uglerod qos okisi hám suwdan tısqarı tómendegilerdi atap ótiw múmkin: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Mn, Co, J h.t.b. Biraq bári birdey muǵdarda talap etilmeydi. Máselen B, Cu, Mn, Co, J h.t.b. sıyaqlı *mikroelementler* dep atalwshı elementlerdi ósimlikler júdá az muǵdarda paydalanadı, ol qálegen topıraqtıñ quramında jeterli muǵdarda boladı. Biraq olardı topıraqqa bergenimizde, zúraátlik artadı hám ósimliklerdiñ kesellikleri kemeydi. Sonday-aq ósimlik magniy, kúirt hám kalcıy menen jeterli dárejede támiynlengen. Dáslepki úsh elementke - N, P hám K ge keletuǵın bolsaq, olar topıraqtan ósimlikler menen birgelikte ádewir muǵdarda alıp ketiledi.

Azıqlandırıwshı komponentlerdiñ sanına qaray mineral tóginler *ápiwayı* (bir tárepleme), qanday da bir jalǵız azıqlıq elementten N, P yamasa K den ibarat hám *quramalı* (kóp tárepleme) eki yamasa onnan kóp elementlerden ibarat bolǵan tóginlerge bólinedi. Kelip shıǵıwı boyınsha tóginler *mineral*, *organikalıq* hám *organo-mineral* túrlerge bólinedi.

Mineral tóginlerge organikalıq emes ónimler jatadı, olar ósimlikler ushın zárúrli elementlerdi tutqan, mineral shiyki zatlardı qayta islewde payda boladı.

Organikalıq tóginlerge haywanat hám ósimlikler dúnyasınıñ ónimleri - qıy, quslardıñ dárısı, torf, kompostlar, sonday-aq jasıl ósimlikler (sobıqlılar), bakteriyalıq ósimlikler hám basqada tóginler jatadı.

Organo - mineral tóginlerge joqarıdaǵı eki túrdegi tóginlerdiñ aralaspaı-nan tayarlanatuǵın tóginler jatadı.

Ózbekistan Respublikasında kaliyli hám fosforlı shiyki zatlardıñ júdá kóp bolıwı, azotlı birikpelerdi sintezlewdiñ sheklenbegen múmkinshilikleri, mineral tóginler óndirisin keñeytiw imkaniyatın beredi.

Házirgi waqıtta «Maksam-Chirchiq», «Navoiyazot» hám «Fargonaazot» ashıq akcionerlik jámiyetleri – ammiaklı selitra, karbamid, ammoniy kúirtın hám azotlı-fosforlı tógin (AFU) islep shıǵaradı. «Ammofo», «Samarqankimyo» hám «Qúqon superfosfat zavodi» ashıq akcionerlik jámiyetleri fosforlı tóginler – ammosfos, superfos, ápiwayı ammoniyli superfosfat, ammoniysulfosfat hám nitrokalcıyfosfat – óndirmekte. Olardı shıyki zat penen Qızılqum fosforit kombinatı támiynleydi.

5.2 Azotlı tóginler óndirisi

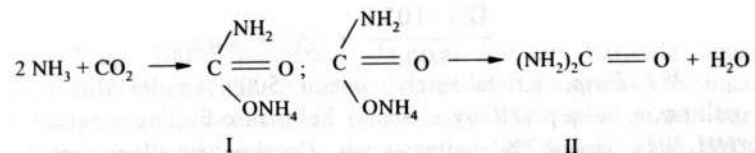
Ammiak selitrası – gigroskop, aq kristallıq zat, suwda jaqsı eriydi, 35 % azottan ibarat, sonıń ishinde yarımı nitratlıq qásiyetke iye. Ol gaz tárizli ammiaktı 50 – 60 % - li azot kislotası arqalı ótkergende payda boladı:



Ammiak selitrasınıń payda bolıwında ózgermeli muǵdardaǵı jıllıq (12,5 ten 35,6 kkal/g•mol ge shekem) bólinip shıǵadı, ol azot kislotasınıń koncentraciya-sına, kislotanıń hám ammiaktıń halatına (gaz tárizli yamasa suwlı eritpe) baylanıslı boladı.

Mochevina – karbamid $(\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{O}$ – eń koncentracıyalı (N = 46 %), universal hám jaqsı qabıl etiletuǵın tógin bolıp esaplanadı. Topraqtaǵı bakteriyalar onı ammoniy karbonatına aylandıradı. Ammoniy ionları ósimlikler tárepinen qabıl etiledi yamasa nitrifikaciyalanadı, yaǵnıy azot kislotasınıń duzlarına aylanadı. Mochevina mal sharwashılıǵında, mallardıń azıǵına azot tutqan qosımta retinde, plastmassalar, organikalıq shıyshe hám bir qatar basqa materiallar óndirisinde de qollanıladı.

Mochevina óndirisiniń tiykarına gaz tárizli uglerod qos okisi hám ammiaktıń 150-190 °C ta hám joqarı basımdaǵı óz-ara tásirlesiw reakciyası jatadı. Reakciya eki fazada ótedi. Birinshi fazada ammoniy karbaminokislotası (karbaminokisliı ammoniy) I payda boladı, ol keyin ala degidratlanadı hám mochevınaǵa aylanadı



№1 Esap. Ammiaklı selitra alıw ushın 20000 l 50% li azot kislotası (tıǵızlıǵı 1,316 kg/l) hám 4000 m³ ammiak alındı. Eger reakciya nátiyjesinde ámeliy jaqtan 16320 kg ammoniy nitratı alınǵan bolsa, ammiaklı selitranıń shıǵımın esaplań.

Sheshiliwi: 50% li azot kislotasınıń massası: $m = \rho \cdot V = 1,316 \cdot 20000 = 26320 \text{ (kg)}$ boladı.

50% li 26320 kg eritpedeǵi kislotanıń muǵdarın anıqlaymız:

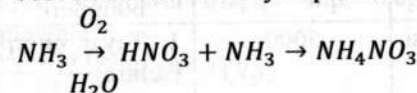
$$\frac{26320 \cdot 50}{100} = 13160 \text{ (kg)}.$$

$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + Q$ reakciyası teńlemesi boyınsha, 13160 kg 100% li azot kislotasınan: $\frac{13160 \cdot 80}{63} = 16711 \text{ (kg)}$ ammiaklı selitra payda boladı, bul jerdeǵi 80 hám 63 ler – ammiaklı selitra hám azot kislotalarınń molekualıq massaları. Bunnan ammiaklı selitranıń shıǵımı:

$$\eta = \frac{G_{\text{ámeliy}}}{G_{\text{teor}}} \cdot 100 = \frac{16320}{16711} \cdot 100 = 97,66 \text{ (\%)}.$$

№2 Esap. Ammiaklı selitra óndirisinde joǵaltıw 0,5%, al azot kislotası óndirisinde ammiaktıń joǵaltıwı 5% bolsa, 1 t ammoniy nitratı óndirisi ushın qansha ammiak kerek boladı?

Sheshiliwi: Processtıń stexiometriyalıq sxeması tómendegishe:



Sxemadan kórinip turǵanıday, 1 kmol (80 kg) ammiaklı selitra payda bolıwı ushın 2 kmol (34 kg) ammiak kerek boladı. 1 t ammiaklı selitra ushın: $\frac{1000 \cdot 34}{80} = 425 \text{ (kg)}$ (G_T) ammiak kerek boladı.

Ámeliy jaqtan, óndiristegi joǵaltıwları (5+0,5=5,5%) esapqa alıp, kerek bolatuǵın ammiaktıń muǵdarın esaplaymız:

$$\frac{425 \cdot 105,5}{100} = 448,4 \text{ (kg)}.$$

№3 Esap. Kristallizaciya ushın 5000 kg 96% li ammiaklı selitranın balqıtpası (suyıqlaması) kelip túsedi. Tayar selitra 99,8% NH_4NO_3 hám 0,2% ıǵallıq tutadı. Duzdıń kristallanıw processiniń materiallıq balansın dúziń.

Sheshiliwi:

Kirim.

1. Birlemshi eritpedegi suwsız selitranın muǵdarı:

$$5000 \cdot 0,96 = 4800 \text{ (kg)}.$$

2. Bul eritpedegi ıǵallıq muǵdarı:

$$5000 - 4800 = 200 \text{ (kg)}.$$

Shıǵım.

1. Kristallizaciya sońǵı tayar ónimniń muǵdarı:

$$\frac{4800}{0,998} = 4810 \text{ (kg)}.$$

2. Tayar ónim quramındaǵı ıǵallıq:

$$4810 - 4800 = 10 \text{ (kg)}.$$

3. Kristallizaciya waqtında puw túrinde shıǵıp ketetuǵın ıǵallıq muǵdarı:

$$200 - 10 = 190 \text{ (kg)}.$$

Alınǵan maǵlıwmatlardı kestege kiritemiz.

Keste

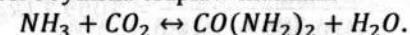
Kirim		Shıǵım	
Kirim bólimleri	Muǵdarı, kg	Shıǵım bólimleri	Muǵdarı, kg
Selitranın eritpesi (suyıqlaması)	5000	1. Tayar ónim (selitra)	4800
Ondaǵı:		Ondaǵı:	
a) selitra 4800		a) selitra 4800	
b) ıǵallıq 200		b) ıǵallıq 10	
		2. ıǵallıqtan shıǵıp ketiwshi suw puwı	190
Jámi	5000	Jámi	5000

№4 Esap. 200°C temperaturada hám 200 atm basımında sintez kolonnasında mochevina sintezlew processiniń materiallıq balansın dúziń. Uglerod qos oksidiniń quramında 4% inert gazler bar. Ammiaktiń artıqsha muǵdarı stexiometriyalıq muǵdarınan 125% quraydı. Ammoniy karbamatınıń karbamidke aylanıw dárejesi 70%. Distillyaciya hám parlanıwdaǵı mochevinanıń ısırap bolıwı 7%. Esaplawdı 1 t mochevinaǵa júrgiziń.

Sheshiliwi:

Kirim.

Ammiaktiń hám uglerod qos oksidiniń muǵdarın tómendegi reaksiya teńlemesi boyınsha esaplaw múmkin:



1 t mochevina óndirisi ushın ammiak hám uglerod qos oksidiniń stexiometriyalıq sarplanıwı:

$$\text{ammiaktiń sarplanıwı } \frac{2 \cdot 17 \cdot 1000}{60} = 567 \text{ (kg)}$$

$$\text{uglerod qos oksidtiń sarplanıwı } \frac{44 \cdot 1000}{60} = 733 \text{ (kg)} \text{ dı quraydı,}$$

bul jerde 17, 60 hám 44 ler – ammiaktiń, mochevinanıń hám uglerod qos oksidtiń molekulyar massaları.

1 t tayar ónim alıw ushın (7% joǵaltıwlarǵı esapqa alǵan halda) 1070 kg mochevina alıw kerek. Bul muǵdardaǵı mochevinanıń payda bolıwı ushın reagentlerden tómendegishe muǵdarda alıw kerek boladı:

$$\text{ammiak: } 567 \cdot 1,07 = 606,7 \text{ (kg)}$$

$$\text{uglerod qos oksid: } 733 \cdot 1,07 = 784,3 \text{ (kg)}.$$

Payda bolǵan ammoniy karbamatınıń aylanıw dárejesin hám ammiaktiń artıqsha muǵdarın esapqa alıp, reagentlerdiń ámeliy sarplanıwın esaplaymız:

$$\text{ammiak: } \frac{606,7 \cdot 2,25 \cdot 100}{70} = 1950 \text{ (kg)}$$

$$\text{uglerod qos oksid: } \frac{784,3 \cdot 100}{70} = 1120 \text{ (kg)}.$$

bul jerde 2,25 – ammiaktiń artıqsha muǵdarın esapqa alıwshı koefficient; 70% - karbamattiń mochevinaǵa aylanıw dárejesi.

Uglerod qos oksidi menen birge kırıwshi inert gazlerdiń muǵdarı:

$$\frac{1120 \cdot 4}{100} = 44,8 \text{ (kg)}.$$

Shıǵım

Payda bolatuǵın mochevina hám ammoniy karbamatınıń muǵdarın tabamız:

a) kolonnada payda bolatuǵın ammoniy karbamatı: $\frac{1120 \cdot 78}{44} = 1985,5 \text{ (kg)}$

b) $\text{NH}_2\text{COONH}_4 \rightarrow (\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} - Q$ reakciyası boyınsha:
78 kg karbamattan-----60 kg mochevina payda boladı
1985,5 kg dan-----x kg payda boladı.

Bunnan $x = \frac{1985,5 \cdot 60}{78}$, ammoniy karbamatınıń mochevinaǵa aylanıw dárejesin (70%) esapqa alǵan halda:

$$x_1 = \frac{1985,5 \cdot 60}{78} \cdot \frac{70}{100} = 1069,1 \text{ (kg)}$$

v) payda bolatuǵın suw muǵdarı:

78 kg karbamattan-----18 kg suw payda boladı
1985,5 kg nan-----x kg

Bunnan $x = \frac{1985,5 \cdot 18}{78}$ ammoniy karbamatınıń mochevinaǵa aylanıw dárejesin (70%) esapqa alǵan halda:

$$x_1 = \frac{1985,5 \cdot 18}{78} \cdot \frac{70}{100} = 320,7 \text{ (kg)}$$

Reakciyalaspaǵan karbamatın muǵdarı:

$$1985,5 \cdot \frac{100 - 70}{100} = 595,7 \text{ (kg)}$$

Ammiaktıń artıqsha muǵdarı:

$$\frac{1950 \cdot 1,25}{2,25} \approx 1084,5 \text{ (kg)}.$$

İnert gazler – 44,8 kg.

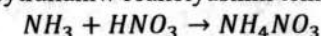
Esaplawlar tiykarında 1 t tayar ónim ushın materiallıq balanstı dúzemiz (keste):

Kirim		Shıǵım	
Kirim bólimleri	Muǵdarı, kg	Shıǵım bólimleri	Muǵdarı, kg
Ammiak	1950	Mochevina	1069,1

Uglerod qos oksid	1120	Ammoniy karbamat	595,7
İnert gazler	44,8	Suw	320,7
		Artıqsha ammiak	1084,5
		İnert gazler	44,8
Jámi	3114,8	Jámi	3114,8

№5 Esap. Ammiakti 52,5% li azot kislotası menen neytrallaw reakciyasınıń entalpiyası $\Delta H = -106,09 \text{ kDj/mol}$ ge teń. 212,5 kg ammiaktiń neytrallanıwınan payda bolatuǵın ıssılıqtan qansha suw puwlanıwın anıqlań. Suwdıń par payda etiw entalpiyası $\Delta H = -2684 \text{ kDj/kg}$.

Sheshiliwi: Neytrallanıw reakciyasınıń teńlemesi:



212,5 kg ammiaktiń neytrallanıwınan ajralıp shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarın tabamız:

$$\frac{106,09 \cdot 1000 \cdot 212,5}{17} = 1326125 \text{ (kDj)}.$$

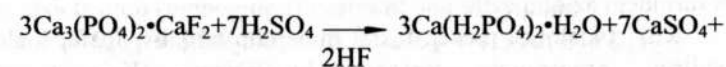
Bul jıllılıq muǵdarı qansha muǵdar suwdı parlandırıwı múmkin ekenligin tabamız:

$$m = \frac{1326125}{2684} = 494,1 \text{ (kg)}.$$

5.3 Fosforlı tóginler óndirisi

Fosforlı tóginler tábiyiy minerallar – fosforit hám apatitten alınadı. Apatitlerge ulıwma formulası: $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3 \cdot \text{CaX}_2$; (bul jerde $x = \text{Fe}', \text{Cl}', \text{OH}', \text{CO}_3'', \text{SO}_4''$) bolǵan tábiyiy minerallardıń toparı jatadı. Eń kóp tarqalǵanı fluorapatit bolıp tabıladı.

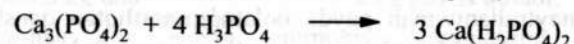
Ápiwayı superfosfat $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, ol fosforitlerdiń yamasa apatitlerdiń, artıqmash muǵdarda alınǵan kúirt kislotası menen óz-ara tásirlesiw arqalı payda boladı:



Shiyki zattıń quramında basqa aralaspalardıń bolıwı bul reakciyanı quramalastırıp jiberedi.

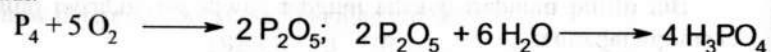
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ den tısqarı, superfosfatı gidrolizden qorǵawshı, erkin H_3PO_4 hám CaHPO_4 te payda boladı.

Superfosfatnıń apatitten yamasa fosforitten payda bolıwı eki fazada ótedi. Dáslep mineral bóleksheleriniń betinde fosfor kislotası payda boladı, ol qattı fosfatnıń jańa bólekshesi menen tásirlesip, kalcıy monofosfatın payda etedi:



Koncentraciyalı fosforlı tóginler – qos superfosfat, precipitat hám t.b. óndirisinde termikalıq yamasa ekstrakciyalıq usılda alınıwshı, erkin fosfor kislotası qullanıladı.

Termikalıq H_3PO_4 payda bolıwı tómendegi sxema boyınsha baradı.



Ekstrakciyalıq fosfor kislotası fosfatlardı kúkert kislotası menen úzliksiz háreket etiwshi qurılmada tarqatıw arqalı alınadı.

Precipitat (shóktiriw degen mánisti ańlatadı) – $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – fosfor kislotasın hák (izvest) yamasa hák tası (izvestnyak) penen neytrallaw arqalı alınadı. Ol P_2O_5 tiń citratta eriwshi formasınan turadı.

Ammofos – $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ hám $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ammoniy fosfatları fosfor kislotasın ammiak penen neytrallaw arqalı alınadı. Ammofostaǵı P_2O_5 tiń tiykarǵı bólimi suwda eriwshi formadan ibarat. Ammofos eń koncentraciyalı tógin bolıp, 55 – 70% ke shekem P_2O_5 + N túrindegi azıqlıq zatlardan turadı.

Kúkert kislotası menen fosfat mineralın tarqatıw fosfor kislotasın óndiriw processinde tarqatıw koefficienti ($K_{\text{tarqatıw}}$) menen xarakterlenedi:

$$K_{\text{tarqatıw}} = \frac{0,7}{C_{\text{CaO}}/C_{\text{SO}_3}} \cdot 100\% \quad (5.1)$$

bul jerde 0,7 – CaSO_4 tegi CaO/SO_3 tiń molekulyar massalarınń qatnası, C_{CaO} hám C_{SO_3} – fosfogipstegi CaO hám SO_3 lerdiń koncentraciyaları.

Teńlemeler boyınsha esaplawlar júrgiziwdi qolaylastırıw ushın tómendegi túsiniqler kirzilgen. Kúkert kislotasınıń norması dep fosfat mineralınıń 100 massa birligine tuwra keliwshi H_2SO_4 monogidratınıń massa birliginiń sanına ayıladı. H_2SO_4 tiń stexiometriyalıq norma muǵdarın fosfat quramındaǵı CaO tiń ulıwma muǵdarınıń fosfatnıń 100 massa birligine tuwra keletuǵın muǵdarı menen anıqlanadı:

$$\frac{98}{56} \cdot C_{\text{CaO}} = 1,75 \cdot C_{\text{CaO}}$$

bul jerde 98 hám 56 – H_2SO_4 hám CaO lardıń molekularlıq massaları, C_{CaO} – 100 massa birlik fosfatdaǵı CaO niń muǵdarı.

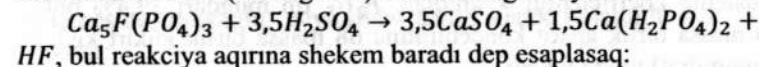
Eger kúkert kislotanıń koncentraciyası C , onıń artıqshalıq koefficienti (anıq muǵdarınıń stexiometriyalıq muǵdarına qatnası) α ǵa teń bolsa, kislotanıń sarplanıwı:

$$m_k = 1,75 \cdot C_{\text{CaO}} \cdot \frac{\alpha}{C} \quad (5.3).$$

Reakciya nátiyjesinde payda bolǵan qurǵaq fosfogipstiniń ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yamasa fosfo yarım gidratnıń ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) massası fosfat massasınıń birligine esaplaǵanda *gipsli san* dep atalıwshı muǵdar menen belgilenedi:

$$g_r = \frac{m_g}{m_f}$$

bul jerde m_g hám m_f – fosfogipstiniń (fosfoyarım gidratnıń) hám fosforittiniń (apatittiniń) massaları. Superfosfat óndirisida kúkert kislotanıń stexiometriyalıq norması dep tómende teńlemesi keltirilgen reakciyaciya boyınsha P_2O_5 tiń 1 massa birligine tuwra keliwshi kúkert kislotasınıń (monogidrat) massa birligine ayıladı:



$$\frac{3,5M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{1,5M_{\text{P}_2\text{O}_5}} = \frac{343}{213} = 1,61 \quad (5.4).$$

1 t shiyki zattan superfosfattiń shıǵımı tómendegi formula boyınsha anıqlanadı:

$$m_c = \frac{C_f}{C_s} \cdot 1000,$$

bul jerde C_f hám C_s lar – dáslepki alınǵan fosfattaǵı hám payda bolǵan superfosfatdaǵı P_2O_5 tiń muǵdarı.

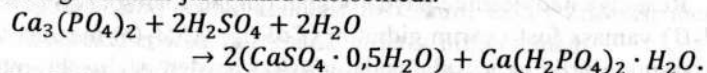
Shiyki zattiń tarqalıw koefficienti dep ónim quramındaǵı ózlestirilwshi P_2O_5 tiń ulıwma P_2O_5 ke qatnasınıń % lerdegi muǵdarına aytıladı:

$$K = \frac{C_{\text{ózles}} P_2O_5}{C_{\text{ulıwma}} P_2O_5} \cdot 100 \quad (5.5)$$

№6 Esap. 125 t tábiy fosforitti superfosfatǵa aylandırıw ushın 68% li kúirt kislotasınan qansha tonna kerek boladı, eger flotaciyalıq bayıtıwdan keyin fosforit quramında $Ca_3(PO_4)_3$ dúzınıń muǵdarı 92% bolsa.

Sheshiliwi: 125 t tábiyiy fosforit quramında úsh kalcıylı fosfattiń muǵdarı: $\frac{125 \cdot 92}{100} = 115$ (t) boladı.

Úsh kalcıylı fosfattan superfosfattiń payda bolıw reakciyası tómendegi teńleme járdeminde kórsetiledi:



Reakciya teńlemesinen kórinip turǵanıday, 1 kmol $Ca_3(PO_4)_3$ ushın 2 kmol kúirt kislotası kerek, 115 t $Ca_3(PO_4)_3$ ushın:

$\frac{115 \cdot 2 \cdot 98}{310} = 72,7$ (t) kúirt kislotası kerek boladı, bul jerdegi 310 hám 98 - $Ca_3(PO_4)_3$ hám H_2SO_4 lerdiń molekulyar massaları.

Fosforitti tarqatıw ushın (bayıtılǵannan keyin) 68% li kúirt kislotasınan: $\frac{72,7 \cdot 100}{68} = 106,9$ (t) kerek boladı.

№7 Esap. Ápiwayı superfosfat alıwdaǵı kúirt kislotasınıń artıqshalıq koefficientin α anıqlań. P_2O_5 tiń muǵdarı 39,4% bolǵan 100 massa birlik apatit koncentratına 68 massa birlik kúirt kislotası (monogidrat) tuwra keledi.

Sheshiliwi: Kúirt kislotasınıń stexiometriyalıq normasını 1,61 koefficientin qollanıp anıqlaymız (5.4 – formula). 1 massa birlik P_2O_5

ushın 1,61 massa birlik kúirt kislotası kerek boladı, 100 kg apatitli koncentrat quramındaǵı 39,4 massa birlik P_2O_5 ushın: $1,61 \cdot 39,6 = 63,7$ (kg) kerek boladı.

Bunnan artıqshalıq koefficienti: $\alpha = \frac{68}{63,7} = 1,07$ ge teń boladı.

№8 Esap. 39,8% P_2O_5 tutqan 1000 kg apatitlik koncentratı tarqatıw ushın 1950 kg 54% li fosfor kislotası (P_2O_5 ke esaplaǵanda) jumsaladı. Fosfor kislotasınıń artıqsha muǵdarın neytrallaw ushın qansha hák kerek ekenligin hám tayar ónim quramında P_2O_5 ulıwma hám P_2O_5 ózlestirilgen koncentracıyasın qanday bolatuǵınıń anıqlań. Apatitli koncentratıń tarqalıw koefficienti 80%. Hák tası quramındaǵı $CaCO_3$ tiń muǵdarı 95%, onıń paydalanıw dárejesi 90%. Apatit quramında fosfor $Ca_5F(PO_4)_3$ túrinde boladı.

Sheshiliwi: Apatit quramındaǵı $Ca_5F(PO_4)_3$ tiń % lik muǵdarı:

$$\frac{2 \cdot 504 \cdot 39,8}{3 \cdot 142} = 94,2\%.$$

Tarqalıw dárejesin esapqa alǵan halda, fosfor kislotası menen reakciyaǵa kirisken $Ca_5F(PO_4)_3$ tiń massası:

$$1000 \cdot 0,942 \cdot 0,80 = 753,6 \text{ (kg)}.$$

P_2O_5 tiń fosfor kislotadaǵı massası: $1950 \cdot 0,54 = 1053$ (kg) ǵa teń.

$Ca_5F(PO_4)_3 + 7H_3PO_4 + 5H_2O \rightarrow 5Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + HF$ reakciya teńlemesine muwapıq, 753,6 kg fluorapatitti tarqatıw ushın qansha fosfor kislotası jumsalǵanın esaplaymız:

$$\frac{753,6 \cdot 7 \cdot 142}{2 \cdot 504} = 743,13 \text{ (kg)}.$$

Bunda $\frac{753,6 \cdot 5 \cdot 252}{504} = 1884$ (kg) superfosfat alınadı, bul jerde 252 -

$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ tiń molekulyar massası.

Fosfor kislotasınıń artıqsha muǵdarı (P_2O_5 ke esaplaǵanda):

$$1053 - 743,13 = 309,9 \text{ (kg)}.$$

$P_2O_5 + CaCO_3 + 3H_2O = Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CO_2$ reakciya teńlemesine muwapıq, neytrallaw ushın kerek bolatuǵın hák tasınıń massası:

$$\frac{309,9 \cdot 100}{142} = 218,2 \text{ (kg)} \text{ ǵa teń boladı, bul jerde } 100 - CaCO_3 \text{ tiń}$$

molekulyar massası.

Joqarıdağı reakciyada jáne $\frac{309,2 \cdot 252}{142} = 548,72 \text{ (kg)}$
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ payda boladı.

Jámi apatitтіń tarqalmay qalǵan bólegindegi muǵdarında qosıp esaplaǵanda superfosfattıń muǵdarı: $1884 + 548,72 + (1000 - 753,6) = 2679,1 \text{ (kg)}$ boladı.

1683,96 kg superfosfat quramında P_2O_5 ózlestirilgen massasın anıqlaymız: $\frac{2679,1 \cdot 142}{252} = 1509,6 \text{ (kg)}$, hám onıń tayar ónim quramındaǵı procentlik muǵdarın anıqlaymız: $\frac{948,9}{2679,12} \cdot 100\% = 56 \text{ (}\%)$.

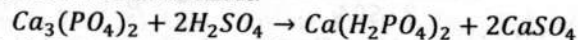
Apatitge tarqalmay qalǵan P_2O_5 tiń massasın anıqlaymız:
 $(1000 - 753,6) \cdot 0,398 = 98,07 \text{ (kg)}$.

P_2O_5 ulıwma ti anıqlaymız: $1509,6 + 98,07 = 1607,66 \text{ (kg)}$.

Tayar ónim quramında P_2O_5 ulıwma tiń procentlik muǵdarı:
 $\frac{1607,66}{2679,12} \cdot 100\% = 60\%$ boladı.

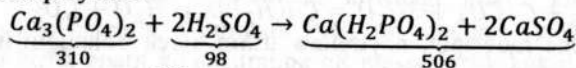
№9 Esap. Aralas mineral tóginler óndiriwshı zavodta 1 t fosforitti kúkirt kislota menen qayta islew arqalı 910,8 kg superfosfat alındı. Eger fosforit quramında $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$ tiń muǵdarı 62% bolsa, superfosfattıń shıǵımın anıqlań. Superfosfattıń quramı $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4]$. Superfosfattıń molekulyar massası 506 ǵa teń.

Sheshiliwi: Íslep shıǵarıw óndirisi tómendegi reakciya teńlemesi menen xarakterlenedi:



1 t fosforit quramındaǵı $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$ tiń muǵdarın anıqlaymız:
 $\frac{1 \cdot 62}{100} = 0,62 \text{ (t)}$ yamasa 620 kg.

620 kg fosfattan qansha superfosfat alınıwı (teoriyalıq) múmkin ekenligin esaplaymız:



310-----506

620-----x

$$x = \frac{506 \cdot 620}{310} = 1012 \text{ (kg)} \text{ yaǵnıy } G_{\text{teoriya}} = 1012 \text{ kg.}$$

Superfosfattıń shıǵımın esaplaymız:

$$\eta = \frac{G_{\text{ameliy}}}{G_{\text{teoriya}}} \cdot 100 = \frac{910,8}{1012} \cdot 100 = 90 \text{ (}\%)$$

№10 Esap. Apatit koncentratınıń quramında 51,5 % CaO bar. 100 kg apatit koncentratın tarqatıw ushın jumshalǵan 75% li kúkirt kislotasınıń muǵdarın anıqlań. Kúkirt kislotasınıń norması stexiometriyalıq esabına (reakciya teńlemesi) salıstırǵanda 98%.

Sheshiliwi:

100 kg apatit koncentratınıń quramında 51,5 kg CaO bar.

56 kg CaO tarqatıw ushın ----- 51,5 kg CaO bar

51,5 kg CaO tarqatıw ushın ----- x kg CaO bar

$$x = \frac{51,5 \cdot 98}{56} = 90,125 \text{ kg (monogidrat)}$$

Stexiometriyalıq esapqa salıstırǵanda kúkirt kislotasınıń norması 98% bolǵanda:

90,125 -----100%

x -----98%

$$x = \frac{90,125 \cdot 98}{100} = 88,32 \text{ kg (monogidrat)} \text{ jumshaladı.}$$

51,5 kg CaO tarqatıw ushın 88,32 kg monogidrat jumshaladı.

75% H_2SO_4 nı anıqlaw ushın:

100 kg -----75 kg

x kg -----88,32 kg

$$x = \frac{100 \cdot 88,32}{75} = 117,76 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (75\% eritpe).}$$

93% H_2SO_4 nı anıqlaw ushın:

100 kg -----93 kg

x kg -----88,32 kg

$$x = \frac{100 \cdot 88,32}{93} = 94,97 \text{ kg } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (93\% eritpe).}$$

№11 Esap. Ápiwayı superfosfattiń quramında 21,4% P_2O_5 ultıwma hám 20,3 % P_2O_5 ózles bar. Shiyki zat quramında 39,4 % P_2O_5 bar. Shiyki zattıń tarqalıw dárejesin hám 1000 kg shiyki zattan tóginniń shıǵıw dárejesin anıqlań.

Sheshiliwi: Fosforittiń tarqalıw dárejesi tómendegi formula járdeminde anıqlanadı:

$$K = \frac{C_{\text{ózlest}}}{C_{\text{ultıwma}}} \cdot 100.$$

$$K = \frac{20,3}{21,4} \cdot 100 = 94,86 \%$$

Tóginniń shıǵıw dárejesi:

$$A = \frac{C_{\text{fosforit}}}{C_{\text{superfos}}} \cdot 100 = \frac{39,4}{21,4} \cdot 1000 = 1841,12 \text{ kg}.$$

№12 Esap. Apatit koncentratınıń quramı tómendegishe:

$Ca_3(PO_4)_2$	86%	SiO_2	1,11%
Fe_2O_3	0,63%	MgO	0,19%
K_2O	0,23%	Na_2O	0,63%
CaF_2	6,20%	ıǵallıq	0,35%
Al_2O_3	0,90%	erimegen zat	3,96%

100 kg apatit koncentratın tarqatıw ushın kúkert kislotasınıń (monogidratıń) sarplanıwın anıqlań. Apatittiń tarqalıw dárejesi 95%.

Sheshiliwi: Tarqalıw dárejesi 95% bolǵanda:

$$Ca_3(PO_4)_2 = 86 \cdot 0,95 = 81,7$$

$$Fe_2O_3 = 0,63 \cdot 0,95 = 0,60$$

$$K_2O = 0,23 \cdot 0,95 = 0,22$$

$$CaF_2 = 6,20 \cdot 0,95 = 5,89$$

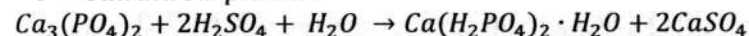
$$Al_2O_3 = 0,90 \cdot 0,95 = 0,86$$

$$Na_2O = 0,63 \cdot 0,95 = 0,60$$

$$MgO = 0,19 \cdot 0,95 = 0,18 \text{ kg reakciyaǵa kirispedi}.$$

X – kúkert kislotanıń sarplanıwı

Y – suwdıń sarplanıwı



$$M_r Ca_3(PO_4)_2 = 310$$

$$M_r 2H_2SO_4 = 196$$

$$M_r H_2O = 18$$

$$310 \text{ kg } Ca_3(PO_4)_2 \text{ ushın} \text{-----} 196 \text{ kg } H_2SO_4$$

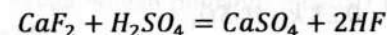
$$81,7 \text{ kg ushın} \text{-----} x_1 \text{ kg}$$

$$X_1 = \frac{81,7 \cdot 196}{310} = 51,66 \text{ kg } H_2SO_4$$

$$310 \text{ kg } Ca_3(PO_4)_2 \text{ ushın} \text{-----} 18 \text{ kg } H_2O$$

$$81,7 \text{ kg ushın} \text{-----} y_1 \text{ kg}$$

$$Y_1 = \frac{81,7 \cdot 18}{310} = 4,74 \text{ kg } H_2O$$

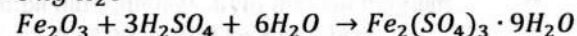


$$78 \text{ kg } CaF_2 \text{ ushın} \text{-----} 98 \text{ kg } H_2SO_4$$

$$5,89 \text{ kg ushın} \text{-----} x_2 \text{ kg}$$

$$X_2 = \frac{98 \cdot 5,89}{78} = 7,40 \text{ kg } H_2SO_4$$

$$Y_2 = 0 \text{ kg } H_2O$$



$$160 \text{ kg } Fe_2O_3 \text{ ushın} \text{-----} 294 \text{ kg } H_2SO_4$$

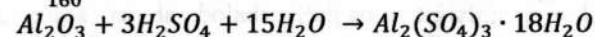
$$0,6 \text{ kg ushın} \text{-----} x_3 \text{ kg}$$

$$X_3 = \frac{0,6 \cdot 294}{160} = 1,10 \text{ kg } H_2SO_4$$

$$160 \text{ kg } Fe_2O_3 \text{ ushın} \text{-----} 108 \text{ kg } H_2O$$

$$0,60 \text{ kg ushın} \text{-----} y_3 \text{ kg}$$

$$Y_3 = \frac{0,60 \cdot 108}{160} = 0,405 \text{ kg } H_2O$$



$$102 \text{ kg } Al_2O_3 \text{ ushın} \text{-----} 294 \text{ kg } H_2SO_4$$

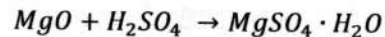
$$0,86 \text{ kg ushın} \text{-----} x_4 \text{ kg}$$

$$X_4 = \frac{0,86 \cdot 294}{102} = 2,48 \text{ kg } H_2SO_4$$

102 kg Al_2O_3 ushın -----270 kg H_2O

0,86 kg ushın ----- y_4 kg

$$Y_4 = \frac{0,86 \cdot 270}{102} = 2,27 \text{ kg } H_2O$$

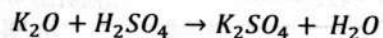


40 kg MgO ushın -----98 kg H_2SO_4

0,18 kg ushın ----- x_5 kg

$$X_5 = \frac{0,18 \cdot 98}{40} = 0,44 \text{ kg } H_2SO_4$$

$Y_5 = 0 \text{ kg } H_2O$



94 kg K_2O ushın -----98 kg H_2SO_4

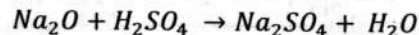
0,22 kg ushın ----- x_6 kg

$$X_6 = \frac{0,22 \cdot 98}{94} = 0,23 \text{ kg } H_2SO_4$$

94 kg K_2O den -----18 kg H_2O shıǵadı

0,22 kg nan ----- y_6 kg

$$Y_6 = \frac{0,22 \cdot 18}{94} = -0,042 \text{ kg } H_2O$$



62 kg Na_2O ushın -----98 kg H_2SO_4

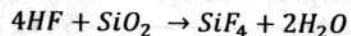
0,60 kg ushın ----- x_7 kg

$$X_7 = \frac{0,60 \cdot 98}{62} = 0,95 \text{ kg } H_2SO_4$$

62 kg Na_2O den -----18 kg H_2O shıǵadı

0,60 kg nan ----- y_7 kg

$$Y_7 = \frac{0,60 \cdot 18}{62} = -0,17 \text{ kg } H_2O$$



60 kg SiO_2 den -----36 kg H_2O shıǵadı

1,11 kg nan ----- y_8 kg

$$Y_8 = \frac{1,11 \cdot 36}{60} = -0,66 \text{ kg } H_2O$$

100 kg apatitı tarqatıw ushın sarplanatuǵın H_2SO_4 tıń muǵdarı:

$$X_{j\text{ami}} = 51,66 + 7,40 + 1,1 + 2,48 + 0,44 + 0,23 + 0,95 \\ = 64,26 \text{ kg } H_2SO_4$$

H_2O nıń muǵdarı:

$$Y_{j\text{ami}} = 4,47 + 0,4 + 2,23 + 0,66 - 0,042 - 0,17 \\ = 7,548 \text{ kg } H_2SO_4$$

№13 Esap. 100 kg apatit koncentratınan EFK (ekstracion fosfor kislotası) alıw processinde payda bolǵan pulpanıń, suyuq fazanıń hám suylıtırılǵan eritpeniń muǵdarın anıqlań. Pulpanıń suyuq fazasınıń qattı fazasına qatnası 2,5:1 (s:q), gips sanı 1,6, ajralıp shıqqan ftordıń muǵdarı 5 kg. 100 kg apatit koncentratına 117,9 kg H_2SO_4 sarplanadı.

Sheshiliwi: Payda bolǵan pulpanıń muǵdarı tómendegi formula tiykarında anıqlanadı:

1) $G_n = 100 \cdot G_n \cdot (n + 1)$ 100 kg fosfatǵa.

bul jerde, G_n – Gips sanı, n – suyuq/qattı qatnası.

$$G_n = 100 \cdot 1,6 \cdot \left(\frac{2,5}{1} + 1\right) = 560 \text{ kg pulpa.}$$

2) Pulpa quramındaǵı suyuq fazanıń muǵdarı:

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

3) Suylıtırılǵan eritpeniń muǵdarı tómendegi formula járdeminde anıqlanadı:

$$G = G - (100 + G_n - G_{gaz})$$

G_k – kislota muǵdarı, G_{gaz} – ajralıp shıqqan gazdıń muǵdarı, G_n – pulpanıń muǵdarı.

$$G = 560 - (100 + 117,9 - 5) = 337,1 \text{ kg suylıtırılǵan eritpe muǵdarı.}$$

№14 Esap. Apatit koncentratınan EFK alıw processinde saatına 285,6 t pulpa payda boladı. Pulpanıń tıǵızlıǵı $\rho = 1,48 \text{ t/m}^3$. Pulpanıń ekstraktorda aylanıw waqtı 5 saat. Ekstraktordıń sanın hám kólemin anıqlań.

Sheshiliwi: Ekstraktordın kólemi tómendegi formula járdeminde anıqlanadı:

$$V = \frac{G_n \cdot \tau_m}{\rho}$$

bul jerde, G_n – pulpanıń muǵdarı, τ_m – waqıt, ρ – tıǵızlıq.

$V = \frac{G_n \cdot m}{\rho}$, bul jerdegi m – bir saatdaǵı payda bolǵan pulpa muǵdarı.

$$V = \frac{285,6 \cdot 5}{1,48} = 964,86 \text{ m}^3$$

$$\frac{964,86}{2} = 482,43 \text{ m}^3 \text{ ekstraktordın kólemi.}$$

Ekstraktor 80% pulpa menen toltırılǵanda onıń kólemi:

$$V = \frac{482,43}{0,8} = 603 \text{ m}^3$$

Ekstraktordın diametri $D = 15 \text{ m}$ bolǵanda onıń biyikligi:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h; R = \frac{D}{2}; V = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot h = \frac{3,14 \cdot D^2 \cdot h}{4}$$

$$h = \frac{V}{0,785 \cdot D^2} = \frac{603}{0,785 \cdot 15^2} = 3,41.$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

5.1. 5% basqa qosımtaları bar bolǵan ammiakli selitradaǵı azottıń procentlik muǵdarın anıqlań. *Juwapı:* 33,3%.

5.2. 700 kg ammiakli selitra alıw ushın qansha m^3 (basımı 760 mm s.b, temperaturası 0°C bolǵan) ammiak kerek boladı? *Juwapı:* 1964 m^3 .

5.3. 240 t ammiakli selitra alıw ushın qansha m^3 gaz tárizli ammiak hám qansha tonna 60% li azot kislotası kerek boladı? Óndirislik joǵaltıwlar 5%. 1 t ammiakli selitra óndirisi ushın ámeliy jaqtan 0,21 t ammiak hám 0,8 t 100% li azot kislotası sarplanadı. *Juwapı:* $68,3 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ ammiak hám 336 t 60% li azot kislotası.

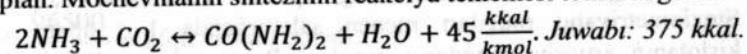
5.4. Azot kislotasın ammiak penen neytralizaciyalaw processinde payda bolatuǵın ammiakli selitra eritpesiniń puwlanıwınıń materiallıq balansın dúziń. Dáslepki zatlar: 1 t ónim ushın 1430 kg 70% li selitra eritpesi kelip tusedi. Parlanıwshı suwdıń muǵdarı 313 kg, bul 89% li

selitra eritpesine tuwra keledi. Esaplaw tiykarına 1 t 100% li ammoniy nitratin esapqa alıń. *Juwapı:* kestege qarań.

Kirim		Shıǵım	
Kirim bólimleri	Muǵdarı, kg	Shıǵım bólimleri	Muǵdarı, kg
70% li ammiakli selitra eritpesi	1430	89% li ammiakli selitra eritpesi	1117
Sonıń ishinde:		Sonıń ishinde:	
NH_4NO_3 duzı -		NH_4NO_3 duzı -	
1001		994	
Suw -		Suw -	313
429		123	
		Sokli puw	
Jámi	1430	Jámi	1430

5.5. 10 t mochevina óndirisi ushın kerek bolatuǵın ammiak hám uglerod qos oksidi muǵdarın esaplań. Distillyaciya hám puwlandırıw waqtındaǵı mochevinanıń joǵaltılıwı 5%. Sintez waqtında ammiaktıń artıqsha muǵdarı 100%. Ammoniy karbamatınıń mochevinaǵa aylanıw dárejesi 75%. *Juwapı:* 15866 kg ammiak, 6533 kg uglerod qos oksidi.

5.6. 500 kg mochevina alıwda bólinip shıǵatuǵın jıllılıq muǵdarın esaplań. Mochevinanıń sinteziniń reakciya teńlemesi tómendegishe:



5.7. Kalciyli selitra alıw ushın, 95% CaCO_3 tutqan 1 t hák tasına suyıltırılǵan azot kislotası menen islew berildi. Bunda selitranıń shıǵımı 85% ti quradı. Qansha selitra payda bolǵanın esaplań. *Juwapı:* 1324 kg.

5.8. $2\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ reakciyası boyınsha 200 t natriyli selitra islep shıǵıw ushın 656 kg 20% li soda eritpesi jumsaldı. Óndirislik joǵaltıwları esaplań. *Juwapı:* 4,8%.

5.9. 1 t superfosfat óndirisi ushın 66% li kúkirt kislotasınan qansha kólem (litr) hám qansha massa (kg) kerek boladı. 66% li kúkirt

kislotasının tıgızlığı 1,57 ge teń. Superfosfatda kalcıy kúkırtı $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{SO}_4$ túrinde boladı. *Juwabı: 323 l yamasa 507 kg 66% li H_2SO_4 .*

5.10. Ápiwayı super fosfat alıw flotacion fosforittegi P_2O_5 tiń procentlik muǵdarın esaplań. Process 7,1 m diametrli, biyikligi 2,5 m bolǵan standart superfosfatlı kamerada ótedi, processtıń intensivligi saatına 600 kg/m^3 , P_2O_5 tiń muǵdarı 15%. Sutkasına 7130 t fosforit qayta islenedi. *Juwabı: 30% P_2O_5 .*

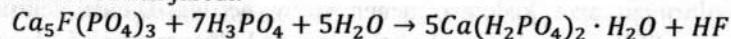
5.11. 50,5% CaO tutqan, 5000 kg apatitli koncentratı qayta islew ushın monogidratqa esaplaǵanda qansha kúkırt kislotası (teoriyalıq) gerek boladı. *Juwabı: 4419 kg.*

5.12. 52,3% CaO tutqan 1 t apatitli koncentratı qayta islew ushın bashnyalı (75% li) kúkırt kislotasınıń sarplanıwın esaplań. Kúkırt kislotasınıń norması stexiometriyalıq massasınan 98,9% ti quraydı. *Juwabı: 1206,9 kg.*

5.13. 25% P_2O_5 tutqan fosforitti qayta islewden 3850 kg fosfogips alındı. Fosforit tolıq tarqaldı dep esapqa alıp, qansha 35% li fosfor kislotası payda bolǵanın anıqlań. Gipsli san $g_g = 1,6$ ǵa teń. *Juwabı: 2372 kg.*

5.14. 12000 kg fosforitke kúkırt kislotası menen islew berildi. Alınǵan fosfogipste CaO 43,5%, SO_3 56,5% bar ekenligi analiz boyınsha anıqlandı. Tarqalmaǵan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ tiń massasın esaplań. *Juwabı: 1092 kg.*

5.15. 15 t qos superfosfat alıw ushın 550 kg fosfor kislotası (P_2O_5 ke esaplaǵanda) hám 5250 kg apatitli koncentrat sarplanadı. Stexiometriyalıq muǵdarı menen salıstırǵanda 1 t apatit ushın kislotanıń artıqsha muǵdarın esaplań. Process tómendegi reakciya teńlemesi menen júredi:



Juwabı: kislotanıń artıqsha muǵdarı 6,5%.

VI bap. ELEKTROXIMIYALIQ ÓNDIRIS.

6.1 Elektroximiyalıq processler haqqında ulıwma túsiniq

Turaqlı elektr toǵı tásirinde ótetuǵın ximiyalıq processler - elektroximiyalıq processler dep ataladı.

Házirgi waqıtta elektroximiyalıq processler ximiya sanaatında keńnen qollanılıp atır. Ftordı, qıyın eriytuǵın metallardı óndiriw usaǵan tek ǵana elektr toǵın paydalanıw járdeminde ámelge asırıw múmkin bolǵan bir qatar óndiris tarawları málim.

Elektrolit arqalı ótetuǵın elektr zaryadı muǵdarı menen elektrodlarda ajıralıp shıǵatuǵın zat arasındaǵı málim bir qatnastı anıqlap beretuǵın Faradeydiń eki nızamı Elektroximiyalıq óndiristiń tiykari bolıp esaplanadı.

Birinshi nızam. Elektrodlarda ajıralıp shıqqan zat muǵdarı elektrodlar arqalı ótiwshi elektr muǵdarına tuwra proporcional boladı.

Ekinshi nızam. Hár qıylı elektrolitlerden birdey muǵdarda elektr zaryadı ótkende, ol jerde ajıralıp shıqqan zatlardıń muǵdarı usı zatlardıń ximiyalıq ekvivalentine proporcional boladı.

Qálegen zattıń bir gramm - ekvivalentin ajıratıp shıǵarıw ushın barlıq waqıtta 96500 kulon (F – Faradey sanı) muǵdarında elektr zaryadı jumsaladı.

Praktikada elektr zaryadı muǵdarın amper – saatlarda ($a \cdot \text{saat}$) kórsetedi. Bir $a \cdot \text{saat}$ degenimiz 3600 kulonǵa teń. Sonda Faradey sanı

$$F = \frac{96500}{3600} = 26,8 \text{ } a \cdot \text{saat} \text{ boladı.}$$

Elektrolit arqalı bir amper·saat elektr zaryadı ótkendegi ajıralıp shıǵatuǵın zat muǵdarı *berilgen zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti* dep ataladı.

Tok boyınsha shıǵım (η) elektrolizlewde ámeliy payda bolǵan ónimniń massasınıń ($m_{\text{ámeliy}}$) teoriyalıq massasına (m_{teoriya}) qatnası boyınsha esaplanadı:

$$\eta = \frac{m_{\text{ámeliy}}}{m_{\text{teoriya}}} \cdot 100 (\%). \quad (6.1)$$

Massanı m_{teoriya} tómendegi formula járdeminde esaplaymız:

$$m_{teoriya} = \frac{I \cdot \tau \cdot k}{1000} \quad (6.2)$$

bul jerde I – tok kúshi, A; τ – elektrolizdiń dawamlılıǵı, saat; k – elektroximiyalıq ekvivalent, $g/(A \cdot \text{saat})$.

Barlıq zatlar ushın k nıń mánisin tómendegi formula járdeminde esaplaw múmkin:

$$k = \frac{M_r}{26,8 \cdot n} \quad (6.3)$$

bul jerde M_r – zattıń molekulyar massası; n – eritpedegi yamasa suyıqlamadaǵı zattıń ionınıń zaryadı (absolyut mánisi).

Tok boyınsha shıǵımdı esapqa alǵan halda $m_{ámeliy}$ dıń mánisin tómendegi formula járdeminde tabamız:

$$m_{ámeliy} = \frac{I \cdot T \cdot k \cdot \eta}{1000} \quad (6.4)$$

Elektrolizde galvanikalıq shıńırdıń payda bolıwı sebebinen qarama - qarsı baǵıtta tok payda boladı. Bul qubılıs elektroximiyalıq polyarizaciya dep ataladı, al bunda elektroliz nátiyjesinde elektrolitler arasında payda bolatuǵın elektr qozǵawshı kúshi (e.q.k.) polyarizaciya e.q.k. (E_{polyar}) dep ataladı. Polyarizaciya e.q.k. jeńiw ushın kerek bolatuǵın sırtqı toktıń potentsiallarınń minimal ayırmaslılıǵı tarqatıw potentsialı (tarqalıw kernewligi, E_{tarq}) dep ataladı. Bul eki shamalar arasındaǵı baylanıs tómendegi teńleme menen kórsetiledi:

$$E_{tarq} = E_p + h \quad (6.5)$$

bul jerde h – hádden tıs kúshleniw (napryajeniz), yaǵnıy elektrodlardıń polyarizaciyasın jeńiw ushın sırtqı toktıń qosımsha kúshleniwı, V; E_p – polyarizaciyanıń e.q.k., V.

E_{tarq} dıń mánisi elektroenergiyasınıń teoriyalıq salıstırma sarplanıwı (W_{teo}) hám elektroenergiyanıń paydalı qollanıwı koefficientlerin (energiya boyınsha shıǵımı M , % lerde) esaplawda qollanıladı:

$$W_{teo} = \frac{E_{tarq} \cdot 1000}{k} \quad (6.6)$$

$$M = \frac{E_{tarq}}{v} \quad (6.7)$$

bul jerde v – elektrolizerdegi kernewlik, V. 1 t elektroliz járdeminde óndirilgen ónim ushın elektroenergiyanıń teoriyalıq salıstırma sarplanıwı (W_{teo}) esaplaw ushın tómendegi formula paydalanıladı:

$$W_{ámet} = \frac{v \cdot 10^6}{k \cdot 1000 \cdot \eta} \quad (6.8)$$

bul jerde η – tok boyınsha shıǵım; k – elektroximiyalıq ekvivalent, $g/(A \cdot \text{saat})$; $1000 - Vt \cdot \text{saat}$ ı $kVt \cdot \text{saat}$ qa ótkeriw ushın koefficient; v – jumısshı kernewlik, V.

6.2 Elektroximiyalıq processlerde esaplawlar

№1 Esap. 40 kA kúshleniw menen diafragma tipindegi xlorlı elektrolizerden sutka dawamında quramında 130 kg/m^3 kúydırgish natriy tutqan $10,6 \text{ m}^3$ silti suwı alındı. Tok boyınsha siltiniń shıǵımın esaplań.

Sheshiliwi: Teoriyalıq esaptan payda bolıwı múmkin bolǵan silti muǵdarın (6.2) – formula járdeminde esaplaymız:

$m_{teo} = \frac{40000 \cdot 24 \cdot 1,49}{1000} = 1430 \text{ (kg)}$, bul jerde 1,49 – (6.3) formula járdeminde tabılǵan kúydırgish natriydiń elektroximiyalıq ekvivalenti.

$$k = \frac{40}{26,8 \cdot 1} = 1,49$$

Siltiniń haqqıyqıy alıńǵan massası:

$$m_{ámet} = 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10,6 \text{ m}^3 = 1378 \text{ (kg)}.$$

Bunnan siltiniń tok boyınsha shıǵımı:

$$\eta = \frac{1378}{1430} \cdot 100 = 96,4 \%$$

№2 Esap. Eger 10 sutka dawamında alyuminiyli elektrolizerde 5 t metall alıńǵan bolsa, tok boyınsha shıǵımdı hám elektrolizerdiń tarqalıw kernewligin anıqlań. Energiyanı paydalanıw koefficienti 50%, elektrolizer 70 kA kúshleniw hám 4,6 V kernewlik penen isleydi.

Sheshiliwi: (6.3) formula boyınsha $k = 0,335 \text{ g/A} \cdot \text{saat}$. 10 sutka dawamında elektrolizer teoriyalıq jaqtan: $m_{teor} = \frac{70000 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 0,335}{1000} = 5,63 \text{ t}$ beriwi kerek. Tok boyınsha shıǵımın esaplaymız: $\eta = \frac{5}{5,63} \cdot 100 = 88,8 \%$.

Tarqalıw kernewligin (6.7) formula boyınsha tabamız:

$$E_{tarq} = \frac{50 \cdot 4,6}{88,8} = 2,6 \text{ (V)}.$$

№3 Esap. Diafragmalıq elektrolizerda teoriyalıq tarqalıw kernewligi (E_{tarq}) 2,3 V, tok boyınsha xlorıń hám kúydirgish natriydiń shıǵımı 95%, al energiya boyınsha shıǵım 57,5. Anıqlań: a) 1 t xlor hám 1 t kúydirgish natriy ushın elektroenergiyanıń teoriyalıq hám ámeliy sarplanıwın; b) elektrolizerdaǵı jumısshı kernewlikti.

Sheshiliwi: 1 t xlor hám kúydirgish natriydi óndirisi ushın elektroenergiyanıń teoriyalıq sarplanıwın esaplaymız:

$$W_{teor} = (2,3: 1,49) \cdot 1000 = 1543 \left(kVt \cdot \frac{saat}{t} NaOH \right),$$

$$W_{teor} = (2,3: 1,325) \cdot 1000 = 1735 \left(kVt \cdot \frac{saat}{t} Cl_2 \right).$$

Elektrolizerdegi kernewlikti (6.7) formula járdeminde anıqlaymız:

$$\nu = \frac{E_{tarq} \cdot 100}{\mu} = \frac{2,3 \cdot 100}{57,5} = 4 (V).$$

Elektroenergiyanıń ámeliy sarplanıwı:

$$W_{amel} = \frac{4 \cdot 10^6}{0,95 \cdot 1,49 \cdot 1000} = 2825 \left(kVt \cdot \frac{saat}{t} NaOH \right)$$

$$W_{amel} = \frac{4 \cdot 10^6}{0,95 \cdot 1,325 \cdot 1000} = 3177 \left(kVt \cdot \frac{saat}{t} Cl_2 \right)$$

№4 Esap. Eger 25 kA tok penen as duzınıń suwlı eritpesin elektrolizlengende, sutka dawamında kúydirgish natriydiń muǵdarı 120 kg/m³ bolǵan 7,19 m³ kólem elektrolitli silti suwı alınǵan bolsa, BGK-17-25 tipindegi elektrolizerdegi energiyanıń paydalanıw koefficientin esaplań. Anod hám katodtaǵı potenciallar 1,32 hám 0,82 V ǵa teń, xlorıń bólinip shıǵıwındaǵı hádden tıs kúshleniw (perenapryajenie) 0,17 V, al vodorodtiki 0,42 V. Kernewliktiń joǵaltılıwı 1,1 V.

Sheshiliwi: (6.2) formula boyınsha kúydirgish natriydiń teoriyalıq shıǵıwı kerek bolǵan muǵdarı: $m_{teor} = (25000 \cdot 24 \cdot 1,49): 1000 = 894 (kg)$.

Ámeliy jaqtan siltiniń shıǵımı (6.2 formula boyınsha):

$$m_{amel} = 120 \cdot 7,19 = 863 (kg).$$

Tok boyınsha shıǵımdı esaplaymız:

$$\eta = (863: 895,2) \cdot 100\% = 96,4(\%)$$

Energiyanıń paydalanıw koefficientin esaplaymız:

$$\mu = \frac{E_{tarq}}{\nu} = \frac{(1,32 + 0,82) \cdot 96,4\%}{(1,32 + 0,682 + 0,617 + 0,42 + 1,1)} = 49,84 (\%).$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

6.1. Mıs ushın tok boyınsha shıǵımı 96% ti qurasa, vanna 12 kA kúshleniw menen islese, jıllıq ónimi 182,5 mıń tonna bolǵan mıstı rafinaciyalaw cexında neshe vanna ornatiw kerek boladı. Vannanıń paydalanıw koefficienti 0,96 ǵa teń. *Juwabı: 1588 vanna.*

6.2. Medicinalıq instrumentler óndirisi zavodında kópshilik instrumentlerdiń betin $NiSO_4$ tiykarında elektrolitten $5 \cdot 10^{-5}$ m qalıńlıqta nikel qatlama menen qaplaydı. $4,3 \cdot 10^{-3}$ m² betke iye pincetti qaplaw ushın elektrolizdi qansha waqıt dawam ettiriw kerek. Tok boyınsha shıǵımı 96%, metall halındaǵı nikeldiń tıǵızlıǵı 8,9 t/m³, elektrolizde tok kúshi 1,9A. *Juwabı: 57 min.*

6.3. Diafragmalı xlorlı elektrolizerden shıǵatuǵın silti suwı quramında 130 kg/m³ silti bar. Vanna 25 kA kúshleniw menen isleydi, tok boyınsha shıǵım Cl_2 hám NaOH ushın 96%, al vodorod ushın 98%. Esaplań: a) vannanıń xlor hám vodorod boyınsha (massada hám kólemde) hám silti boyınsha ónimdarlıǵın; b) vannadan 1 saatda shıǵatuǵın silti suwıń kólemin. Processtiń barlıǵı normal jaǵdayda ótedi. *Juwabı: xlor - 763,2 kg/sut; 240,8 m³/sut; vodorod - 22,4 kg/sut; 245,8 m³/sut; silti - 858,2 kg/m³; 0,275 m³/saat.*

6.4. Tok kúshi 30 kA, tok boyınsha shıǵım 96% bolsa, 800 m³ kólemdegi xlor alıw ushın BGK-17-25 tipindegi elektrolizer qansha saat islewi kerek. Processtiń barlıǵı normal jaǵdayda ótedi. *Juwabı: 66,5 saat.*

6.5. Natriy xloridiniń suwlı eritpesiniń elektrolizinde tarqalıw kernewliginiń teoriyalıq mánisin esaplań. Anionit koncentraciyası 270 kg/m³, kationit koncentraciyası 120 kg/m³. *Juwabı: 2,14 V.*

6.6. Natriy xloridiniń suwlı eritpesin elektrolizlengende teoriyalıq tarqalıw kernewligi 2,16 V, al ámeliy tarqalıw kernewligi 3,55 V bolsa, temir katod penen támiyinlengen elektrolizerdiń energiyanı paydalanıw koefficientin esaplań. Tok boyınsha shıǵım 93%. *Juwabı: 56,59%.*

6.7. Sutka dawamında 40 kA tok kúshi menen quramında siltiniń muǵdarı 140 kg/m³ bolǵan 9821 m³ elektrolitli silti suwı alınǵan

bolsa, BGK-17-50 elektrolizerindegi tok boyınsha shıǵımdı anıqlań. *Juwabı: 96%.*

6.8. Eger tok kúshi 25 kA, kernewlik 3,6 V hám tok boyınsha shıǵım 96% bolsa, BGK-17-50 elektrolizerinde 1 t xlor alıw ushın energiyasınıń sarplanıwın esaplań. *Juwabı: 2830 kVt saat.*

6.9. Eger tok kúshi 190 kA, tok boyınsha shıǵım 96%, elektrodlardaǵı kernewlik 4,56 V bolsa, 1 t kúydirgish natriy alıw ushın «Solve» V-200 tipindegi sinap katodlı elektrolizerdegi energiyasınıń sarplanıwın esaplań. *Juwabı: 3188 kVt saat.*

6.10. Eger tok boyınsha shıǵım 93,7%, vannadaǵı kernewlik 3,55 V, katodtıń potentsialı 1,84 V hám anodtaǵı potentsial 1,42 V bolsa, R-101 tipindegi sinaplı elektrolizerdiń tok boyınsha shıǵımın esaplań. *Juwabı: 86,04%.*

VII bap. METALLURGIYA

7.1 Metallurgiya haqqında ulıwma túsinik

Metallurgiya dep rudalardan metallardı bólip alıw hám belgili bir forma jáne qásiyetlerdi beriw maqsetinde olarǵa keyingi islew beriw haqqındaǵı ilimge ayıladı.

Rudalar dep, metallardı alıw deregi retinde xızmet etiwshi taw jınıslarına aytamız. Rudalar temirli, alyuminiyli, qorǵasınlı h.t.b. boladı. Keńirek túrde olar tómendegi rudalarǵa bólinedi: qara, reńli, siyrek, qımbat bahalı hám basqa metallar. Qımbat bahalı, platinalı hám basqa bazı-bir metallardan tısqarı, qalǵan barlıq metallar rudalarda oksidler Me_mO_n yamasa sulfidler M_mS_n formasında boladı. Rudalar quramında kóbinese bir emes, al birneshshe metallar boladı, sonlıqtan olar *polimetallıq* yamasa *kompleksli* dep ataladı. Olarǵa qorǵasın-cinkli, gúmis-cinkli h.t.b. jatadı. Rudalar tikkeley tábiyiy formasında xalıq xojalıǵında qollanılmaydı, al metallar óndirisinde shiyki zat retinde ǵana xızmet etedi. Ruda túsinigine kóbinese rudalıq emes minerallar, máselen, kúkirtli, baritli h.t.b. kiredi.

Metallar rudalardan yamasa koncentratlardan ximiyalıq hám fizikalıq usıllar menen ajratıp alınadı.

Rudalardan metallardı ajratıp alıw metallurgiyalıq processler menen ámelge asırıladı. Olar sırttan energiya jumsaw arqalı ótedi, óytkeni ajratılıwshı metallar hám onıń menen baylanısqa elementler arasındaǵı baylanıstı úziw gerek.

Metallurgiyalıq processler *pirometallurgiyalıq*, *gidrometallurgiyalıq* hám *elektrometallurgiyalıq* túrlerge bólinedi.

Metallurgiyada texnologiyalıq processlerdiń specifikalıq kórsetkishleri bar bolıp olar tómendegiler:

1. Paydalı kólemdi paydalanıw koefficienti (PKPK) – domna pechiniń ónimdarlıǵınıń ($m^3 \cdot \frac{sut}{t}$) salıstırma kórsetkishi – domna pechiniń m^3 larda berilgen paydalı kóleminiń (V), usı pechtiń t/sut larda berilgen ortasha kúnlık ónimdarlıǵına (P) qatnası bolıp esaplanadı.

$$PKPK = \frac{V}{P}$$

PKPK qansheli kishi bolsa, pechtiń ónimdarlıǵı sonsheli úlken boladı.

2. Domnaniń kólemi eki kesilgen konustiń kólemleriniń summası túrinde tómendegi formula járdeminde kórsetiledi:

$$V = \frac{\pi}{3} \cdot h(R^2 + r^2 + R \cdot r),$$

bul jerde R – konustiń tómengi tarepinin radiusı; r – konustiń joqarǵı tarepinin radiusı; h – biyiklik.

3. Eritiwdiń intensivligi – sutka dawamında sarplangan janılǵınıń massasınıń pechtiń paydalı kólemine qatnası bolıp tabıladı:

$$I_p = \frac{w_k m_k - w_u m_u}{100 \cdot V} \quad (7.1)$$

bul jerde, w_k hám w_u – koksdaǵı hám uglerod tutqan qosımtalardıń uglerodtıń massalıq úlesi (%); m_k hám m_u – koksdaǵı hám uglerod tutqan qosımtalardıń sutkalıq sarplanıwı (t); V – domen pechiniń paydalı kólemi (m^3).

4. Quymadaǵı (slitax) konvertordıń ónimdarlıǵın (P) tómendegi formula menen esaplaw múmkin:

$$P = m \frac{1440}{100 \cdot \tau} \cdot \eta \cdot n \quad (7.2)$$

bul jerde m – metall shixtanıń massası (t); τ – kuyıwdıń uzaqlıǵı (waqtı) (min); n – jıl dawamındaǵı jumıs kúni; η – metall shixtadan quymanıń jıllıq shıǵımı (%); 1440 – sutkadaǵı minutlar sanı.

5. Apparattıń jumısshı bet júzesiniń birliginde ónimniń sıyıımı (sem):

$$I = \frac{m_s}{S} \quad (7.3)$$

bul jerde I – apparattıń intensivligi (t/m^2); m_s – apparattıń jumısshı bet júzesindeǵı ónimniń massası (t); S – apparattıń jumısshı bet júzesiniń maydanı (m^2). Ádette bul kórsetkish marten pechiniń hám aglolentanıń ónimdarlıǵın anıqlawda paydalanıladı.

7.2 Metallurgiya boyınsha esaplar

№1 Esap. Metallurgialıq kombinat ulıwma paydalı kólemi 12000 m^3 bolǵan 5 domen pechine iye. Keyingi 10 jıl dáwirinde intensivlikciyalaw nátiyjesinde paydalı kólemdi paydalanıw

koefficienti 0,9 dan 0,55 ke tómendedi. Domen pechiniń ortasha sutkalıq ónimdarlıǵı qanshaǵa óskenin esaplań.

Sheshiliwi:

$PKPK = \frac{V}{P}$, bunnan $P = \frac{V}{PKPK}$ boladı.

$$P_1 = 12000 : 0,9 = 13333 \text{ (t/sut)}.$$

$$P_2 = 12000 : 0,55 = 21818 \text{ (t/sut)}.$$

$$P_2 - P_1 = 21818 - 13333 = 8485 \text{ (t/sut)}.$$

№2 Esap. Eger kokstıń hám uglerod tutqan qosımtalar muǵdarı sáykes túrde 5400 hám 3200 t bolsa, 5000 m^3 paydalı kólemge iye domnadaǵı quymanıń intensivligin anıqlań. Koksdaǵı uglerodtıń massalıq úlesi 85%, qosımtada 12%.

Sheshiliwi: (7.1) formula boyınsha:

$$I_p = \frac{85 \cdot 5400 - 12 \cdot 3200}{100 \cdot 5000} = 0,841 \text{ (t/m}^3 \cdot \text{sut)}$$

№3 Esap. Tómendegi maǵlıwmatlar tiykarında quymanıń konvertordadı jıllıq ónimdarlıǵın esaplań: bir márte eritiwge beriletuǵın metall shixtanıń massası 200 t, eritiw waqtı 30 min, jumısshı sutkanıń sanı 350, bir márte eritkende alınatuǵın jaramlı quyma bólekshelerdiń massası 180 t.

Sheshiliwi: Dáslep bir márte eritkende alınatuǵın jaramlı quymanıń shıǵımın (η) anıqlaymız:

$$\eta = \frac{180}{200} \cdot 100 (\%) = 90 (\%), \text{ soń (7.2) formula járdeminde}$$

$$\text{ónimdarlıǵın anıqlaymız: } P = \frac{200 \cdot 1440}{100 \cdot 30} \cdot 90 \cdot 350 \approx 3,02 \cdot 10^6 \left(\frac{t}{\text{sut}} \right) /$$

№4 Esap. 250 tonnalıq marten pechiniń ot janıw maydanı (ploshad poda) 75 m^2 bolıp, pechte sutkasına 4 mártebe eritiw alıp barıladı. Anıqlań: a) maydan birligine esaplaǵandaǵı polattıń sutkalıq shıǵımın; b) pechtiń saatlıq ónimdarlıǵın; v) pechtiń jıllıq ónimdarlıǵın. Pechte hár bir eritiw processinde ortasha 2% quyma (slitka) jaramsız (brak) bolıp shıǵadı. Pechti onlaw jumısların ushın jıl dawamındaǵı waqtıń 7% sarplanadı.

Sheshiliwi:

1. Jıl dawamında quyılatuǵın quymanıń massası: $250 \cdot 0,98 = 245 \text{ (t)}$.

2. Jıl dawamındaǵı jumıs kúni: $365 \cdot 0,93 = 340 \text{ (sut)}$.

3. Polattıń shıǵımı: $\frac{245 \cdot 4}{75} \approx 13 \left(\frac{t}{m^2} \cdot sut \right)$.
 4. Pechtiń saatlıq ónimdarlıǵı: $\frac{245}{6} \approx 41 \left(\frac{t}{s} \right)$.
 5. Pechtiń jıllıq ónimdarlıǵı: $245 \cdot 4 \cdot 340 = 333200 \left(\frac{t}{jul} \right)$.

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

7.1. Temir - uglerod halat diagrammasındaǵı maǵlıwmatlardı paydalanıp, 1173 K deǵı quymadan strukturalıq ózgeriwın hám uglerodtıń massalıq úlesiniń 5 den 0,5% ke shekem tómenlewın anıqlań. Strukturanıń bul komponentleri neni bildiredi? 1 t quyma quramında qansha quramında massası boyınsha 2,6% uglerod tutqan (onıń $\frac{3}{4}$ bólegi ximiyalıq baylanısqa) cementit bar ekenligin anıqlań. *Juwabı: 292,5 kg.*

7.2. 1000 kg shoyın alıw ushın temirdiń muǵdarı 93% bolǵan: a) 25% bos jınısları bar magnetitti; b) 27% bos porodaları bar gematitti; v) 30% bos jınısı bar limonitti $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$; g) 29% bos jınısı bar getitti $2Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$; d) 32% bos porodası bar sideritti $FeCO_3$ ti paydalanıp, sarplanatuǵın rudanıń muǵdarın esaplań. Esaplaw alıp barǵanda rudadan shoyıǵa massası boyınsha 97% temir ótetuǵınlıǵın esapqa alıw kerek. *Juwabı: a) 1765,8 kg; b) 1876,7 kg; v) 2287,4 kg; g) 2122,5 kg; d) 2921,3 kg.*

7.3. Eger aglomeraciya mashinası sutkasına 3600 tonna aglomerat islep shıǵarsa (aglolentanıń maydanı $252 m^2$) $1 m^2$ maydandaǵı kúyiwdi (spekanie) esapqa alıp, aglomeraciya mashinasınıń 30 sutkalıq ónimdarlıǵın esaplań. *Juwabı: 428,6 t/m².*

7.4. Paydalı kólemi 2000 m^3 bolǵan domnada 1 t shoyın óndirisi ushın 395 kg koks, 140 m^3 tábiy gaz, 161 m^3 kislorod sarplanadı, al 5000 m^3 paydalı kólemge iye bolǵan pech ushın sáykes túrde 374 kg koks, 127 m^3 tábiy gaz hám 143 m^3 kislorod jumsaladı. Birinshi pech jılına 1,6 mln. tonna, al ekinshi pech 4,6 mln. tonna shoyın islep shıǵaratuǵın bolsa, shiyki zatlardıń sarplanıwınıń qısqaıwın hám óndiriletuǵın ónimniń muǵdarınıń ósiwin esaplań. *Juwabı: a) kokstiń sarplanıwınıń qısqaıwı 5,06%; b) kislorodtıń sarplanıwınıń qısqaıwı 9,29%; v) kislorodtıń sarplanıwınıń qısqaıwı 9,32%; g) shoyın óndirisiniń ósimi 13,04%.*

7.5. Eger ónim quramında 0,001% fosfor bolsa (massası boyınsha), quramında 0,5% fosfor tutqan 1200 t shoyındı defosforizaciyalaw ushın martenli quyma alıw processinde qansha temir (II) oksidi reakciyaǵa kiriskeńligin esaplań. *Juwabı: 331,3 t.*

7.6. 3200 t gematitti tolıq qálpine keltiriw ushın qansha (n.j.) kólem uglerod (II) okisi kerek. Bul muǵdardaǵı gaz tárizli qálpine keltirgishti alıw ushın qansha koks kerek boladı? Koksdaǵı uglerodtıń massalıq úlesi 90%. *Juwabı: 134400 m^3 , 800 t.*

7.8. 28% CO , 2,7% H_2 , 58,5% N_2 , 10,5% CO_2 , 0,3% CH_4 quramǵa iye domnalıq gazi hawa qızdırgıshda 20% hawanıń artıqsha muǵdarı menen kúydırıldı. Anıqlań: a) 10000 m^3 domen gazın jandıırıw ushın kerek bolatuǵın hawanıń muǵdarın; b) hawa ısıtqıshdan shıǵatuǵın gaz quramın; v) bul muǵdardaǵı gazdıń janıwınan payda bolatuǵın jıllıq muǵdarın ($Q = 3935 kDj/m^3$). *Juwabı: 9114,2 m^3 , shıǵıwshı gaz quramı: 75,13% N_2 , 22,49% CO_2 , 1,85% O_2 , 0,63% inert gazler.*

7.9. Eger 1 t shoyın óndirisida 500 kg koks, quramında uglerod tutqan qosımtalardan 417 kg jumsalsa, 2500 m^3 paydalı kólemge iye hám ónimdarlıǵı 2,19 mln. t/j bolǵan domen pechindegi quymanıń intensivligin anıqlań. *Juwabı: 0,98 t/m³sut.*

7.10. Pechtiń ulıwma kólemi 2200 m^3 bolǵan metallurgiya zavodındaǵı domna cexında 980 adam jumıs isleydi. Rekonstrukciyadan keyin pechtiń kólemi 2600 m^3 ǵa ósti, al islewshi jumısshılardıń sanı 75 adamǵa kemiydi. Rekonstrukciyadan keyin paydalı kólemdi paydalanıw koefficienti 0,8 den 0,6 ǵa kemeygen bolsa, bir jumısshıǵa tuwra keletuǵın shoyın óndiriwdiń ósimin anıqlań. *Juwabı: 41,1%.*

VIII bap. SILIKAT MATERIALLAR ÓNDIRISI

8.1 Biriktiriwshi materiallar haqqında ulıwma túsini

Qurılıstıń biriktiriwshi materialları degende mayda untalğan poroshok túrindegi zatlar túsiniledi, olar suw menen aralastırılǵanda plastikalıq massanı payda etedi, bul massa áste - aqırın qatıp tas tárizli halatqa ótedi.

Plastikalıq halattan qattı halatqa ótiwi *biriktiriwshi zattıń qatıwı* dep ataladı. Qatıw dáwiri aralaspanıń tayarlanıw waqtı menen qatıw waqtı aralıǵındaǵı waqt penen anıqlanadı. Usıǵan baylanıslı, qatıw waqtına qaray zatlar tez qatıwshı hám áste - aqırın qatıwshı bolıp bólinedi.

Qatqannan keyin biriktiriwshi zatlardıń mexanikalıq bekkemligi artıp barıwı dawam etedi. Bul dáwir *biriktiriwshi zatlardıń qatayıwı* dep ataladı. Biriktiriwshi zatlardıń mexanikalıq bekkemligi qısqa waqıtta ámelge assa, onı tez qatayıwshı zatlar toparına kirgizemiz.

Biriktiriwshi zatlardıń qatıwı da, qatayıwı da, fizika - ximiyalıq hám ximiyalıq processlerdiń, olarda bolıp ótetuǵın suw menen tásirlesiw processiniń nátiyjesi bolıp tabıladı.

Barlıq mineral biriktiriwshi zatlar eki úlken toparǵa bólinedi:

1. *Hawada qatatuǵın biriktiriwshi zatlar* – bularǵa hák, gips hám kaustikalıq magnezit jatadı.

2. *Gidravlikalıq biriktiriwshi zatlar* – bunday materiallar tek ǵana hawada emes, al suwda hám ıǵal jerde de qatıw qábilietine iye. Bularǵa gidravlikalıq hák, romancement, portlandcement, sonday-aq puccolan, glinozem, shlaklı hám keńeyiwshi cementler kiredi.

Biriktiriwshi zatlardıń bul eki tiykarǵı toparınan tısqari, arnawlı kislotaǵa shıdamlı cementler toparı da bar.

8.2 Portlandcement islep shıǵarıw óndirisi

Portlandcement (bunnan keyingi jaǵında tek cement) hák tası hám saz ılaydan quralǵan, tiykarınan kalcıy silikatları túrindegi, jasalma aralaspanı piskenge shekem kúydirende alınıwshı, klinkerdi maydalap untalawdan alınǵan material bolıp esaplanadı. Cement

sonday-aq, quramı boyınsha tap sol jasalma aralaspanıń quramına uqsas bolǵan tábiyiy minerallar – cementli mergellerden de alınadı.

Cement – kógildir - sur reńli mayda poroshok. Suw menen qarılǵanda azǵana waqıttan keyin birigedi hám joqarı mexanikalıq bekkemlikke iye tutas massa túrinde qatadı. Ximiyalıq quramı boyınsha cement quramalı zatlarǵa kiredi hám tómendegi tiykarǵı komponentlerden payda bolǵan:

CaO – 63 – 67 %

SiO₂ – 21 – 24 %

Al₂O₃ – 4 – 7 %

Fe₂O₃ – 2 – 4 %

MgO, SO₃ hám basqa – 1,5 – 3 %

Qızdıǵanda 1,0 – 3,0 % massası joǵaltadı.

Cement klinkeriniń quramında minerallar tómendegi muǵdarda boladı: C₃S = 40-56 %, C₂S = 22-38 %, C₃A = 7-12 %, C₄AF = 10-15 %.

Cement tiykarınan eki usılda – *ıǵallı* hám *qurǵaq* usıllarda alınadı. Usıldı tańlaw paydalanılatuǵın shiyki zattıń xarakterine baylanıslı, atap aytqanda: onıń ıǵallıǵına, qattılıǵına, pataslanıw dárejesine, sonday-aq qollanılatuǵın janılıǵınıń sapasına.

Silikat materiallardıń qásiyetin hám quramın xarakterlew ushın onıń quramındaǵı baslı oksidlerdiń qatnasın kórsetiwshi modullar paydalanıladı.

Gidravlikalıq modul (m) hák hám glinalı komponentlerdiń qatnasın kórsetedi:

$$m = \frac{\% \text{CaO}}{\% (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)}$$

Silikatlı modul (n) kremnezem menen alyuminiy hám temirdiń (III) oksidleriniń qosındısıń qatnasın kórsetedi:

$$n = \frac{\% \text{SiO}_2}{\% (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)}$$

Glinozemli modul (P) glinozem hám temir (III) oksidiniń qatnasın kórsetedi:

$$P = \frac{\% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

Portlandcement ushın bul modullardıń mánisleri tómendegi aralıqta boladı: $m=1,9 - 2,4$; $n=1,7 - 3,5$; $p=1,0 - 3,0$.

Portlandcement ushın quramın tiykarǵı xarakteristikası sıpatında kremnezemniń hák penen toyınıw koefficienti (TK) xızmet qıladı. Ol klinkerde Al_2O_3 hám Fe_2O_3 lardı tolıq baylanıstırıp bolǵannan keyingi qalǵan háktiń massasınıń, úshkalciyli silikat túrinde kremniydi baylanıstırıw ushın kerek bolatuǵın háktiń massasına qatnasın bildiredi:

$$TK = \frac{(CaO_{ulıwma} - CaO_{erkin}) - (1,65Al_2O_3 + 0,3Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{2,8(SiO_{2ulıwma} - SiO_{2erkin})}$$

Portlandcement ushın TK 0,8 - 0,95 aralıǵında boladı.

№1 Esap. Portlandcement klinkeri quramında minerallar muǵdarı massası boyınsha tómendegishe: 54% $3CaO \cdot SiO_2$, 21% $2CaO \cdot SiO_2$, 12% $3CaO \cdot Al_2O_3$, 10% $4CaO \cdot Al_2O_3$.

Fe_2O_3 , 2% CaO , 0,5% SiO_2 , 0,5% SO_3 .

Toyınıw koefficienti hám modullardı (n, m, p) esaplań.

Sheshiliwi: Klinkerdegi oksidlerdiń massalıq úlesin esaplaymız:

$$M_r = \frac{3CaO \cdot SiO_2}{228} \quad CaO \text{ ushın } \frac{168 \cdot 54}{228} = 40 (\%)$$

$$SiO_2 \text{ ushın } (54 - 40) = 14 (\%)$$

$$M_r = \frac{2CaO \cdot SiO_2}{172} \quad CaO \text{ ushın } \frac{112 \cdot 21}{172} = 13,7 (\%)$$

$$SiO_2 \text{ ushın } (21 - 13,7) = 7,3 (\%)$$

$$M_r = \frac{3CaO \cdot Al_2O_3}{270} \quad CaO \text{ ushın } \frac{168 \cdot 12}{270} = 7,5 (\%)$$

$$SiO_2 \text{ ushın } (12 - 7,5) = 4,5 (\%)$$

$$M_r = \frac{4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3}{486} \quad CaO \text{ ushın } \frac{224 \cdot 10}{486} = 4,6 (\%)$$

$$Al_2O_3 \text{ ushın } \frac{102 \cdot 10}{486} = 2,1 (\%)$$

$$Fe_2O_3 \text{ ushın } 10 - (4,6 + 2,1) = 3,3 (\%)$$

$$\text{Jámi } CaO - (40 + 13,7 + 7,5 + 4,6 + 2) = 67,8 (\%)$$

$$\text{Jámi } SiO_2 - (14 + 7,3 + 0,5) = 21,8 (\%)$$

$$\text{Jámi } Al_2O_3 - (4,5 + 2,1) = 6,6 (\%)$$

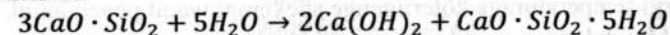
$$\text{Gidravlikalıq modul } m = \frac{67,8}{21,8 + 6,6 + 3,3} = 2,14.$$

$$\text{Silikalı modul } n = \frac{21,8}{6,6 + 3,3} = 2,20.$$

$$\text{Glinazemli modul } P = \frac{6,6}{3,3} = 2.$$

$$TK = \frac{(67,8 - 2) - (1,65 \cdot 6,6 + 0,3 \cdot 3,3 + 0,7 \cdot 0,5)}{2,8(21,8 - 0,5)} = 0,9.$$

№2 Esap. Portlandcementti suw menen aralastırǵanda onıń quramındaǵı eń baslı komponenti úshkalciyli silikat (onıń cement quramındaǵı muǵdarı 60%) gidrolizge ushıraydı, al onıń birewi gidratlanadı:



1000 kg cementke esaplaǵanda, usı mineral menen reakciyaǵa kirisetuǵın suwdıń muǵdarın tabıń. Bunda qansha silti payda boladı?

Sheshiliwi:

$$\begin{array}{ccc} 600 \text{ kg} & x & y \\ 3CaO \cdot SiO_2 + 5H_2O & = & 2Ca(OH)_2 + CaO \cdot SiO_2 \cdot 5H_2O \\ 228 \text{ kg} & 5 \cdot 18 \text{ kg} & 2 \cdot 74 \text{ kg} \\ x = \frac{600 \cdot 90}{228} = 236,8 \text{ (kg)}, & u = \frac{600 \cdot 148}{228} = 389,5 \text{ (kg)}. \end{array}$$

№3 Esap. M 400 marqalı puccolan portlandcement alıw ushın M 600 marqalı portlandcementke qansha muǵdarda trepel qosıw kerek. Trepel cement tasınıń qatıw processine (gidrataciya reakciyasına) óz tásirin tiygizbeydi.

Sheshiliwi: M 400 marqalı puccolan portlandcement alıw ushın M 600 marqalı portlandcement trepel menen tómendegi qatnasta alınıwı kerek:

$$\text{Klinkerden: } \frac{400}{600} \cdot 100 = 66\%, \text{ trepelden: } 100 - 66 = 34\%.$$

8.3 Sóndirilmegen hák óndirisi

Qurılıstaǵı sóndirilmegen hák. Taza túrindegi ($CaCO_3$) yamasa dolomitlengen - $CaMg(CO_3)_2$ hák tasın (izvestnyak), uglerod oksidi tolıq ajralıp shıqqanǵa shekem qızdıǵanda qurılısta paydalanıwshı hák (izvest) alınadı.

Sóndirilmegen hákti alıw ushın shıyki zat retinde, tiykarınan hák tasınan - $CaCO_3$ turıwshı, taw jınısları xızmet etedi. Hák tası taw jınısları tábiyatta keń tarqalǵan hám kristall - dáshehe túrindegi hák tası, bekkem hák tası, por h.t.b. túrinde ushırasadı. Háktiń maylı hám

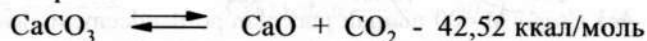
kúshsiz (arık) formaları boladı. Maylı hákler, quramında aralaspanıń muǵdarı 3 % ten aspaytuǵın hák taslarınan, al kúshsiz hákler – aralaspalardıń muǵdarı 3 – 6 % bolǵan hák taslarınan alınadı.

Maylı hák kóp muǵdarda jıllılıq bólip shıǵarıp, tez sónedi, ol qolǵa uslaǵanda maylı seziliwshi, plastik massanı payda etedi. Kúshsiz hák áste-aqırın sónedi, quramında sóndirgende poroshokke aylanbay qalǵan, mayda dánesheleri bar, onsha plastik emes massa alınadı. Saz ılaylı zatlardıń muǵdarı az bolǵan hák tasları kúydirilgende maylı hákti payda etedi.

Háktiń sóniw tezligi, onı suw menen aralastırǵannan baslap eń joqarǵı temperaturaǵa kóterilgenge shekemgi waqıt penen anıqlanadı.

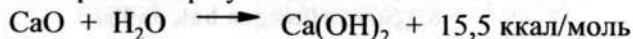
Maydalanǵan sóndirilmegen háktiń sapası quramındaǵı aktiv tiykarlıq oksidler $\text{CaO} + \text{MgO}$ nıń muǵdarı menen anıqlanadı. Maydalanǵan hák bóleksheleriniń ólshemleri, 1 sm^2 ta 4900 tesiklerge iye bolǵan, № 0085 setkalı elekten ótkergende, 85 % - ten artıǵı ótiwi, al qalǵan bólimi 1 sm^2 ta 900 tesigi bar, № 02 setkalı elekten tolıq ótetuǵın bolıwı tiyis.

Hák tasın órtew. Kúydirgende hák tası tómendegi reakciya boyınsha tarqaladı:



1 kilogramm CaCO_3 ti tarqatıw ushın 425,2 kkal jıllılıq talap etiledi. Hák tasınıń dissociaciyalanıw processı, 600°C qa shamalas temperaturada baslanadı. Bul process qaytımlı, temperaturaǵa hám qorshaǵan ortalıqtaǵı CO_2 nıń parcial basımına baylanıslı boladı. Adette hák tasın sanaatlıq kúydiriw $1000 - 1200^\circ\text{C}$ ta ótkeriledi.

Sóndirilmegen hák tek maydalaǵanda emes, al suw menen sóndirgende de poroshokqa aylanadı:



1 kg CaO sóndirilgende 277 kkal jıllılıq bólip shıǵaradı. Sonlıqtan oǵan quyılǵan suw qaynaydı.

№4 Esap. Íǵallıǵı 10 % ge teń 10 t (10000 kg) taza hák tası tolıq kúydirilgende qansha sónbegen hák alıw múmkin?

Sheshiliwi:

Kúydiriw processinde hák tası quramında 10% suw puwlanıp ketedi:

$$10000 \text{ kg} \text{-----} 100 \%$$

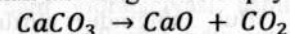
$$X \text{ kg} \text{-----} 10 \%$$

$$X = \frac{10 \cdot 10000}{100} = 1000 \text{ kg suw puwlanadı.}$$

1) Qurǵaq hák tası muǵdarın anıqlaymız:

$$10000 - 1000 = 9000 \text{ kg.}$$

2) 1 t (1000 kg) hák tası muǵdarın anıqlaymız:



$$100 \text{-----} 56$$

$$9000 \text{ kg} \text{-----} X \text{ kg}$$

$$X = \frac{56 \cdot 9000}{100} = 5040 \text{ kg.}$$

№5 Esap. 80% aktivlikke iye (CaO muǵdarı) bolǵan 1 bólek sóndirilgen hákti tolıq baylanıstırıw ushın qansha gidravlikalıq qosımtalar kerek boladı. Gidravlikalıq qosımtalar quramında 60% aktiv qum topıraq bar ekenligi anıqlanǵan. Qatıw nátiyjesinde $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ túrindegi gidrosilikat payda boladı.

Sheshiliwi: 1 bólek aktiv hákke kerek bolatuǵın qum topıraqtıń massası:

$$56 \text{ kg CaO} \text{ ǵa} \text{-----} 60 \text{ kg SiO}_2 \text{ kerek}$$

$$1 \text{ kg ǵa} \text{-----} x \text{ kg}$$

$$x = \frac{1 \cdot 60}{56} = 1,07 \text{ (kg). Biraq gidravlikalıq qosımtalar quramında}$$

60% aktiv qum topıraq bar ekenligin esapqa alıp $\frac{1,07}{0,60} = 1,78 \text{ (kg)}$ gidravlikalıq qosımta kerek boladı. Demek, hák penen gidravlikalıq qosımtalardıń massası boyınsha qatnası 1:1,78 bolıwı kerek.

Esap №6. 50 % suw bolǵan hák qamırınıń ortasha tıǵızlıǵın anıqlań. Hák unınıń tıǵızlıǵı $2,05 \text{ g/sm}^3$.

Sheshiliwi:

1) 1 kg hák qamırında 500 g hák hám 50 % suw bar. Háktiń absolyut kólemin anıqlaymız:

$$p_m = m/V$$

$$\text{bunnan } V = \frac{m}{p_m} = \frac{500}{2,05} = 244 \text{ sm}^3.$$

2) Suwdiń kólemi 500 sm^3 ge teń. Hák qamırınıń absolyut kólemi:

$$500 + 244 = 744 \text{ sm}^3$$

3) Hák qamırınıń ortasha tıǵızlıǵı:

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{1000}{744} = 1,344 \frac{\text{g}}{\text{sm}^3} = 1344 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

8.1. Kómirdi bayıtıw processinde kóp muǵdarda alyumosilikatlı shıǵındılar shıǵadı. Bul shıǵındı qurılıs gerbishin alıwda paydalanılatuǵın shıxtanıń 70% (massası boyınsha) ke shamalas muǵdarın quraydı. Eger 1 mln dana gerbish óndirisida $2,3 \text{ m}^3$ glina, $0,8 \text{ m}^3$ aǵash qırındısı hám 245 kg janılǵı sarplanatuǵın bolsa, gerbish óndirisida tábiy materiallardıń únemlewin esaplań. Kómirdiń shıǵındısın paydalanǵanda aǵash qırındısı paydalanılmaıdı hám janılǵınıń sarplanıwı 10% (massası boyınsha) ke qısqaradı. *Juwapı:* 1610 m^3 glina; 800 m^3 aǵash qırındısı; $24,5 \text{ t}$ janılǵı.

8.2. 2000 t portlandcement óndirisi ushın shıxtanıń quramın (SiO_2 hám CaO boyınsha) esaplań. Analiz nátiyjeleri boyınsha hák tasınıń quramı: 93,2% CaCO_3 , 2,1% MgCO_3 hám 4,7% basqa qosımtalar; glinanıń quramı: 46,4% SiO_2 , 35% Al_2O_3 , 6,6% Fe_2O_3 , 12% H_2O . Alınǵan klinkerdiń quramı: 66% CaO , 23% SiO_2 , 6% Al_2O_3 , 2,5% Fe_2O_3 , 1% MgO hám 1,5% (massı boyınsha) basqa qosımtalar. *Juwapı:* 2529,1 t hák tası, 991,4 t glina.

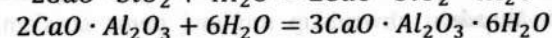
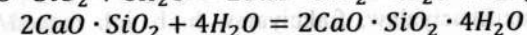
8.3. Portlandcement quramında 55% alit, 20% belit, 12% úshkalciyli alyuminat, 10% tórtkalciyli alyumoferrit (massası boyınsha) boladı. Cementtiń silikatlı hám glinazemli modullin esaplań. *Juwapı:* $n=2,16$; $p=2,02$.

8.4. Cementtiń tómende keltirilgen quramı boyınsha toyınıw koefficientin (TK) esaplań: 53% alit, 17% belit, 12% úsh kalciyli alyuminat, 13% tórtkalciyli alyumoferrit, 4% erkin kremnezem, 0,47% erkin kalciy oksidi, 0,53% kúkirt (IV) oksidi. *Juwapı:* $\text{TK}=0,88$.

8.5. Tıǵızlıǵı 1680 kg/m^3 , ıǵallıǵı 36%, qurǵaq zatqa esaplaǵanda shańnıń shıǵıp ketiwi 7% bolsa, 5000 m^3 shlamnan cement klinkeriniń shıǵımın anıqlań. *Juwapı:* 89%.

8.6. Cement zavodında hár qaysısınıń ónimdarlıǵı 236000 t bolǵan úsh aylanıwshı pech bar. Rekonstrukciya nátiyjesinde 1 aprelden baslap birinshi pechti iske túsirdi, al 1 iyuldan baslap tórt pech iske túsirildi. 1 avgusttan hár qaysısınıń jıllıq ónimdarlıǵı 570000 t bolǵan bes pech iske túsirildi. Kárxananıń rekonstrukciyadan keyingi bir jıldaǵı islep shıǵarǵan klinkerdiń massasın esaplań. *Juwapı:* 1053500 t.

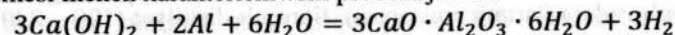
8.7. Quramında 50% C_3S , 20% C_2S hám 12% C_3A bolsa, 200 kg cementtiń gidrolizi hám gidrataciyası ushın qansha suw kerek bolatuǵınlıǵın esaplań. Minerallardıń gidrataciya reakciyası tómendegi teńleme menen xarakterlenedi:



Bunda qansha silti payda boladı? *Juwapı:* 65,8 kg suw, 32,46 kg $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

8.8. 1000 m^3 keramzitli beton óndirisi ushın 250 t cement, 680 t keramzit, 150 kg qum hám 336 m^3 suw jumsaldı. Eger 25% suw betonniń qatıw waqtında puwlanıp ketetuǵın bolsa, alınǵan betonniń tıǵızlıǵın anıqlań. Alınǵan beton qaysı toparǵa (tıǵızlıǵı boyınsha) kiredi? *Juwapı:* $\rho = 1182 \text{ kg/m}^3$.

8.9. Gazobeton óndirisida gaz payda etiwshi retinde alyuminiyli pudra paydalanıladı. Bunda betonlı aralaspada tómendegi reakciya teńlemesi menen xarakterleniwshi process júredi:



1 m^3 gazobetonǵa 270 g alyuminiyli pudra jumsalsa, alınǵan betonniń shamalangan gewekliligin esaplań. *Juwapı:* 22,4%.

8.10. 1 t shiyshe alıw ushın 650 kg qum, 185 kg soda, 109 kg natriy kúkirtı, 68 kg hák tası, 165 kg dolomit, 103 kg pigment hám 15 kg kómir sarplanadı. Sutkasına 200 t shiyshe massasın, sonıń ishinde 20 % (massası boyınsha) ónim shiyshe sınıqların qayta eritiw arqalı alıwshı pechtiń, sutkalıq jumısı ushın shiyki zattıń ulıwma massasın anıqlań. Eger qumniń tıǵızlıǵı 1800 kg/m^3 , sodanıń 900 kg/m^3 , natriy kúkirtiniń 1000 kg/m^3 , hák tasınıń 1700 kg/m^3 , dolomittiń 1700 kg/m^3 , pigmenttiń 1800 kg/m^3 , hám kómirdiń tıǵızlıǵı 400 kg/m^3 bolsa, shıxta qanday kólemdi iyeleydi? *Juwapı:* 207,2 t; $326,51 \text{ m}^3$.

IX Bap. JANILGILARDI XIMIYALIQ QAYTA ISLEW.

9.1 Janilgilardı qayta islew haqqında túsiniq

Janıwshı zatlarğa quramında uglerodı bar, jańǵanda jalındı payda etip ádewir muǵdarda jıllıq bólip shıǵarıwshı materiallar jatadı. Agregatlıq halatı boyınsha janılǵılar *qattı, suyıq* hám *gaz tárizli* bolıp bólinedi. Janılǵı sıpatında qollanılatuǵın, organikalıq janıwshı zatların klassifikaciyası, olardıń janılǵılıq bahalılıǵı hám alınıw sharayatlarınń bahalanıwı tiykarında ámelge asırıladı. Tábiyatta qanday formada payda bolsa, sol turısında paydalanılatuǵın, qazılma hám ósimlikler dúnyasınan payda bolǵan janılǵılardıń barlıq túrleri, *tábiyiy janılǵı* dep ataladı. Jasalma janılǵılar tábiyiy janılǵılardı, kokslew, gazifikaciyalaw, frakciyalaw h.t.b. jolı menen qayta islew processinde alınadı.

Janılǵının barlıq túrleri *energetikalıq* jıllıq alıw ushın jaǵılıwshı hám *texnologiyalıq* - arnawlı maqsetler ushın xızmet etiwshı (kokslewshı kómirler,) bolıp bólinedi. Janıwshı zatlar tek ǵana janılǵı sıpatında emes, al ximiya sanaatı ushın bahalı shıyqı zat retinde de paydalanıladı.

Neftti qayta islew birlemshı hám ekilemshı processler menen ámelge asırıladı.

Neftti birlemshı qayta islew (tuwrı aydaw) atmosferalıq basımda islewshı qurılmalarda ámelge asırıladı. Bunda tómendegi ónimler alınadı: benzinli distillyat (180 – 200°C temperaturada qaynawshı C₅-C₁₂ uglevodorodlarınń aralaspası), ligroinli distillyat (120 – 240°C da qaynawshı C₇-C₁₄ uglevodorodlarınń aralaspası), kerosinli distillyat (180 – 300°C da qaynawshı C₉-C₁₄ uglevodorodlarınń aralaspası) hám solyarkalı distillyat (250 – 350°C da qaynawshı C₆-C₁₈ uglevodorodlarınń aralaspası). Qalǵan qaldıq – mazuttı vakuumda qayta islep maylawshı maylar aladı. Neftti birlemshı qayta islewde benzinli distillyatnı shıǵımı 5 - 20% boladı.

Benzinniń hám basqada ónimlerdiń shıǵımın asırıw maqsetinde birlemshı qayta islewde shıqqan distillyatlar hám mazut ekinshı qayta islewge jiberiledi (uglevodorodlardı tarqatıw yaǵnıy destrukciya). Destrukciyalawdıń (tarqatıwdıń) *termikalıq* hám *katalitikalıq* túrleri bar.

1. Termikalıq processler:

- a) basım astında kreking (460 – 560°C hám 2-7 MPa);
- b) gaz fazalı kreking (550 – 600°C hám 3-5MPa);
- v) neft qaldıqların kokslew (480 – 560°C hám atmosfera basımında);

g) piroliz (700 – 800°C atmosfera basımına jaqın basımda).

2. Katalitikalıq processler:

a) alyumosilikatlı katalizator qatnasında júretuǵın katalitikalıq processler (440 – 500°C hám 1-3 MPa);

b) platinalı yamasa molibdenli katalizator qatnasında júretuǵın katalitikalıq riforming (500 – 550°C hám 7-10 MPa);

v) destrukciyalı gidrogenizaciya hám gidrokreking (400 – 500°C hám 3-70 MPa).

Qurılmalarda suyıq janılǵını qızdırwda jıllıq almasıwdıń bet júzesiniń maydanın esaplaw ushın tómende formulası keltirilgen temperaturaların ayırmashılıǵınıń ortasha logarifmlik mánisinen paydalanıladı:

$$\Delta t_{ort} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{2,3 \lg \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} \quad (9.1)$$

bul jerde, Δt_{ort} - temperaturalar ayırmashılıǵınıń ortasha logarifmlik mánisi, K; Δt_1 - jıllıq tasıwshıdaǵı (kiriwdegi) hám qızdıırılıp atırǵan zattaǵı (shıǵıwdaǵı) temperaturaların ayırmashılıǵı; Δt_2 - jıllıq tasıwshıdaǵı (shıǵıwdaǵı) hám qızdıırılıp atırǵan zattaǵı (kiriwdegi) temperaturaların ayırmashılıǵı.

Sanaatta janılǵını qayta islew processiniń materiallıq balansı massalıq úleslerde, al bunda payda bolǵan gaz fazanı kólemlik úleste júrgiziledi. Bul maǵlıwmatlar (dannie) bir-biri menen úylesiwi ushın dáslep gazdıń ortasha molyar massasın (hár bir komponenttiń úlesin), al keyninen gaz aralaspasındaǵı shártli (uslovniy) mol sanın tabıw kerek:

$$M = \sum \omega_i \cdot M_i \quad (9.2)$$

bul jerde, M – gazdıń molyar massası, kg/kmol; ω_i – gazdegi komponenttiń massalıq úlesi; M_i – komponenttiń molyar massası, kg/kmol.

$$n = \frac{m \cdot \omega}{M} \quad (9.3)$$

bul jerde, n – moldiń shártli sanı; m – gaz alınatuǵın zat massası, kg; ω – gazdıń massalıq úlesi; M – gazdıń ortasha molyar massası, kg/kmol).

Tábiy hám neftdegi jolawshı gaz janılǵı retinde kóp paydalanıladı. Bunday jaǵdayda esaplaw júrgizgenimizde:

$$q = \omega_i \cdot q_i \quad (9.4)$$

formulası menen esaplawdı júrgizemiz. Bunda, ω_i – dáslepki shiyki zat quramındaǵı gazdıń massalıq hám kólemlik úlesi; q_i – gaz komponentleriniń salıstırmalı hám kólemlik janıw jıllılıǵı, kDj/kg.

Janılǵınıń janıw jıllılıǵın bilgen halda, sol processti qanaatlandıruw ushın zárúr bolǵan gazdıń massasını hám kólemi esaplaw múmkin:

$$m = \frac{q}{\eta \cdot q_i} \quad (9.5)$$

bul jerde, m – janılǵınıń massası yamasa kólemi, kg yamasa m^3 ; q – processti támiyinlew ushın zárúr bolatuǵın jıllılıq muǵdarı; η – qurılmanıń paydalı jumıs koefficienti; q_i – janılǵınıń salıstırmalı yamasa kólemlik janıw jıllılıǵı, kDj/kg.

9.2 Janılǵılardı qayta islewdegi esaplar

№1 Esap. Kiriwdegi temperaturası 1200 K, shıǵıwdaǵı temperaturası 620 K bolǵan tütün gazi menen neft 380 K nen 630 K ge shekem qızdırıldı. AVT ekinshi basqısh ushın temperaturalar ayırmashılıǵınıń ortasha logarifmlik mánisin anıqlań.

Sheshiliwi:

tütün

$$1200 \rightarrow 620; \Delta t_1 = 1200 K - 630 K = 570 K.$$

gazi

$$630 \rightarrow 380; \Delta t_2 = 620 K - 380 K = 240 K.$$

neft

$$\Delta t_{ort} = \frac{570 - 240}{2,3 \lg \frac{570}{240}} = \frac{330}{2,3 \cdot 0,376} = 382 K.$$

№2 Esap. Kerosindi katalitikalıq krekinglewde gazdıń massalıq úlesi shiyki zattıń 18% quraydı. Eger kreking gazindegi

komponentlerdiń kólemlik úlesleri: CH_4 - 27, C_2H_6 - 12, C_3H_8 - 3,5, C_2H_4 - 25, C_3H_6 - 15, C_4H_8 - 8,5% bolsa, 1 t kerosinnen alınatuǵın metanniń massasını anıqlań.

Sheshiliwi: Aralaspanıń ortasha molyar massasını (9.2) – formulası menen esaplanadı:

$$M = 0,09 \cdot 2 + 0,27 \cdot 16 + 0,12 \cdot 30 + 0,035 \cdot 44 + 0,25 \cdot 28 + 0,15 \cdot 42 + 0,085 \cdot 56 = 27,7 \left(\frac{kg}{kmol} \right).$$

Aralaspadaǵı moldiń shártli sanı:

$$n = \frac{1000 kg \cdot 0,18}{27,7 kg/kmol} = 6,5 (kmol).$$

Aralaspadaǵı metanniń massası:

$$m(CH_4) = 6,5 kmol \cdot 16 \frac{kg}{kmol} \cdot 0,27 = 28,08 (kg).$$

№3 Esap. Eger alıńǵan frakciyanıń muǵdarı 34800 kg/saat bolsa, nefti tuwrı aydaw processinde alıńǵan benzin frakciyasınıń (93 – 123°C aralıǵında) komponentlik quramın anıqlań. Benzin frakciyasınıń massalıq úleslerdegi quramı tómendegishe: parafınli uglevodorodlar 27,2%, toyınbaǵan uglevodorodlar 0,7%, aramatikalıq uglevodorodlar 0,9%, naftenli uglevodorodlar 71,2%. Eger frakciyanıń shıǵımı 20% bolsa, bul frakciyanı alıw ushın kerek bolatuǵın neftiń massasını esaplań.

Sheshiliwi: Benzin frakciyasınıń shıǵımı 20% ekenligin esapqa alıp, sarplanatuǵın neftiń massası:

$$\frac{34800 \cdot 100}{20} = 174000 kg/saat.$$

Benzinli frakciyanıń komponentli quramı:

$$\text{Parafınler} \frac{34800 \cdot 27,2}{100} = 9465,6 kg/saat.$$

$$\text{Toyınbaǵan uglevodorodlar} \frac{34800 \cdot 0,7}{100} = 243,6 kg/saat.$$

$$\text{Aramatikalıq uglevodorodlar} \frac{34800 \cdot 0,9}{100} = 313,2 kg/saat.$$

$$\text{Naftenli uglevodorodlar} \frac{34800 \cdot 71,2}{100} = 24777,6 kg/saat.$$

№4 Esap. Eger alıńǵan frakciyanıń muǵdarı 52800 kg/saat bolsa, nefti pirolizlewde alıńǵan benzin frakciyasınıń (58 -93°C aralıǵında) komponentlik quramın anıqlań. Benzin frakciyasınıń massalıq

úleslerdegi quramı tómendegishe: parafınli uglevodorodlar 4,9%, toyınbağan uglevodorodlar 37,9%, aramatikalıq uglevodorodlar 56,2%, naftenli uglevodorodlar 1%. Eger frakciyanıń shıǵımı 60% bolsa, bul frakciyanı pirolizlew jolı menen alıw ushın kerek bolatuǵın nefttiń massasın esaplań. Nefttiń molekulalıq massasın 282, al benzinli frakciyanıń 182 dep shártli túrde qabıl etilsin.

Sheshiliwi: Benzinli frakciyanı alıw ushın sarplanatuǵın nefttiń massasın esaplaymız:

$$\frac{52800 \cdot 282}{142} = 104856,3 \text{ kg/saat.}$$

60% shıǵımlılıqtı esapqa alıp sarplanatuǵın nefttiń massasın esaplaymız:

$$\frac{104856,3 \cdot 100}{60} = 174760,5 \text{ kg/saat.}$$

Benzinli frakciyanıń komponentli quramı:

$$\text{Parafınler } \frac{52800 \cdot 4,9}{100} = 2587,2 \text{ kg/saat.}$$

$$\text{Toyınbağan uglevodorodlar } \frac{52800 \cdot 37,9}{100} = 20011,8 \text{ kg/saat.}$$

$$\text{Aramatikalıq uglevodorodlar } \frac{52800 \cdot 56,2}{100} = 29673,6 \text{ kg/saat.}$$

$$\text{Naftenli uglevodorodlar } \frac{52800 \cdot 1}{100} = 528 \text{ kg/saat.}$$

№5 Esap. Suyıq shiyki zat ushın arnalǵan platforming qurılmasınń ónimdarlıǵı 1760 t/sut. Processde cirkulyacion vodorod hám puwdıń kólemlik sarplanıwı 2,57 m³/s. 748 kg/m³ tıǵızlıqqa iye suyıq shiyki zattıń kólemlik tezligi 1,53 saat⁻¹; reaktordı kesip ótiwshi puw – gazlı aralaspanıń sıızqlı tezligi 0,39 m/s. Reaktordıń diametrin hám reaktordaqı katalizatordıń ulıwma kólemiń anıqlań.

Sheshiliwi: Platforming qurılmasındaǵı shiyki zattıń kólemlik sarplanıwı:

$$\frac{1760 \cdot 1000}{24 \cdot 748} = 98,039 \text{ m}^3/\text{saat.}$$

Reaktordaqı katalizator kólemi:

$$\frac{98,039}{1,53} = 64,08 \text{ m}^3.$$

Reaktordıń diametri:

$$1,3 \sqrt{\frac{2,57}{0,39}} = 2,9 \text{ m.}$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

9.1. Kiriwdegi temperaturası 1300 K, shıǵıwdaqı temperaturası 600 K bolǵan tütün gazi menen neft 360 K nen 620 K ge shekem qızdırıldı. AVT ekinshi basqısh ushın temperaturalar ayırmashılıǵınıń ortasha logarifmlik mánisin anıqlań. *Juwbı:* 444,75 K.

9.2. Kiriwdegi temperaturası 1100 K, shıǵıwdaqı temperaturası 580 K bolǵan tütün gazi menen neft 340 K nen 590 K ge shekem qızdırıldı. AVT ekinshi basqısh ushın temperaturalar ayırmashılıǵınıń ortasha logarifmlik mánisin anıqlań. *Juwbı:* 375,55 K.

9.3. Kerosindi katalitikalıq krekinglewde gazdıń massalıq úlesi shiyki zattıń 16% quraydı. Eger kreking gazindegi komponentlerdiń kólemlik úlesleri: CH₄ - 25, C₂H₆ - 14, C₃H₈ - 4,5, C₂H₄ - 24, C₃H₆ - 16, C₄H₈ - 7,5% bolsa, 1,2 t kerosinnen alınatuǵın metanniń massasın anıqlań. *Juwbı:* 27,43 kg

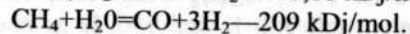
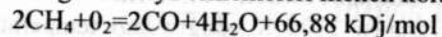
9.4. Janılǵı – energetikalıq kompleksiniń (JEK) jıllıq óndirisi quwatı 1 mlrd.t kómir bolıp esaplanadı. Bul kompleks bazasında quwatlılıǵı 43 mln kVt bolǵan bir neshe jıllılıq elektro stanciyaların qurıw jobalastırılǵan. Jıllılıq elektro stanciyasınıń PJK (paydalı jumıs koefficienti) 22% bolsa, basqa maqsetler ushın qansha massadaǵı janılǵı paydalanıladı? *Juwbı:* 6,1 · 10⁸ t.

9.5 Balatay kánindegi kómir zapasınıń muǵdarı 6937 mln.t. Bul kándedi barlıq kómirdi energetikalıq janılǵı retinde paydalanatuǵın bolsa, hawaǵa shıǵatuǵın CO₂ niń (n.j.) kólemiń esaplań. Kómirdiń quramındaǵı kúkirttiń massalıq úlesi 0,8%. Eger hawaǵa shıǵıp atırǵan gazdıń 15% tin uslap qalınsa, qansha massa 100% li kúkirt kislotasın alıw múmkin? *Juwbı:* 3,88 · 10¹⁰ m³.

9.6. Eger PJK 15%, quwatlılıǵı 0,5 mln.t bolǵan qońır kómir tiykarında islewshi JEK sırtqı ortalıqqa qansha shań shıǵaratuǵınlıǵın esaplań. Shańnıń ısırap bolıwı kómir massasınan 1,5% quraydı. Bunday shańdı tasıw ushın júk kóteriń múmkinshiligi 60 t bolǵan neshe temir jol vagonı kerek boladı? *Juwbı:* 9,9 · 10⁷ t, 1650 vagon.

9.7. Taksi parkinde 150 dana taksi halıqqa xızmet etedi hám olar kúnine 400 km jol basıp ótedi. Eger hár bir mashina 10 km ge 15 l benzin sarplaytuǵın bolsa, avtomashinalardıń hawa atmosferasına shıǵaratuǵın qorǵasın (III) bromidiniń massasın esaplań. GOST talabı boyınsha janılǵı quramında tetraetil qorǵasınıń muǵdarı 0,41 g/kg. Janılǵınıń tıǵızlıǵı 0,73 g/sm³. *Juwabı: 1117 kg.*

9.8. Metannıń konversiyasınan vodorod alıwda shiyki zattıń belgili bir muǵdarı reaktordıń ózinde janıp ketedi. Bul processler tómendegi reakciya teńlemeleri menen kórsetiledi:



Reaksiyanıń salıstırmaǵı summar jıllılıq muǵdarı nolge jaqın bolǵanday etip úsh komponentli gazlı fazanıń quramın ($x \text{ CH}_4 : y \text{ O}_2 : z \text{ H}_2\text{O}$) tańlań. *Juwabı: 7CH₄ : 3 O₂ : 1 H₂O*

9.9. 1975 - 1977 jılları dúnya júzinde jılına 30 mln.t vodorod islep shıǵıldı. Bunıń 70% ke jaqın muǵdarın tábiy gazden alındı. Bul jıllar arasında dúnya júzi boyınsha 700 mlrd.m³ tábiy gaz óndirilgen bolsa, vodorod óndirisi ushın onıń qansha muǵdarı jumshalǵan. Metandı parlı konversiyalaw usılında vodorod alıwda vodorodtıń haqqıyqıy shıǵımı 2,3 mol/mol CH₄. Tábiy gazdıń quramında metannıń muǵdarı 90%. *Juwabı: 16%.*

9.10. Torf mumı (mumiya) torftı ekstrakciyalap alınadı. Shiyki zattıń sarplanıw koefficienti 16,7 kg/kg. 500 t mumdı alıw ushın 40% ıǵallıǵı bolǵan neshe tonna torf alıw kerek. *Juwabı: 13917 t.*

9.11. Yadrolıq reaktordıń jıllılıǵınan paydalanıp kómirden metan alıw múmkin. Kómir quramında uglerodtıń massalıq úlesi 55,6% bolǵanda 660 t kómirden $1,1 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ metan alınadı. Metannıń teoriya shıǵımılıǵına salıstırǵanda shıǵımın esaplań. *Juwabı: 10,09 %.*

9.12. 3000 kVt quwatlılıǵıa iye bolǵan bir yadrolıq reaktor jeti gaz generatordıń jumısın támiyinleydi (gaz generatorında yarım kokstıń massalıq sarplanıwı 40 t/saat, yarım koks quramında 72% uglerod bar). Bunda CO nıń muǵdarı 31,5%, H₂ nıń muǵdarı 66,3% bolǵan metanol óndirisi ushın paydalanılatuǵın sintez gazi alınadı. Metanoldıń shıǵımı teoriyalıq shıǵımǵa salıstırǵanda 80%, yarım kokstıń gazge aylanıw dárejesi 90% ekenligin esapqa alıp, bir sutkada

bul qurılmada alıw múmkin bolǵan metanol massasın esaplań. *Juwabı: 9289 t.*

9.13. Eger uglerodtıń gazifikaciyanıw reakciyası aqırına shekem baradı dep esapqa alsaq, hawalı generatorlı gazdıń komponentleriniń kólemlik muǵdarın procentlerde esaplań. Hawanıń quramında 21% O₂ (kólemi boyınsha), qalǵanı azot dep esapqa alıń. *Juwabı: 34,5% CO; 65,5% N₂.*

X bap. ORGANIKALIQ SINTEZ SANAATI.

10.1 Organikalıq sintez sanaatı haqqında túsınık

Házirgi zaman organikalıq sintez óndirisi processlerdi shólkemlestiriwdiń úzliksizligi, joqarı hám tómén temperaturalırdıń, kúshli basım yamasa tereń vakkumnıń qollanıwı menen, sonday-aq joqarı aktivlikke iye bolǵan, katalizatorlardıń qosılıwı menen, óndiris processinde shiyki zatlardıń cirkulyacıyalanıwı h.t.b. menen xarakterlenedi.

Búgingi kúnde organikalıq sintez óndirisi iri ximiyalıq kombinatlar kórinisinde bolıp, olarda hár qıylı ónimler óndirisi jolǵa qoyılǵan. Máselen, sintetikalıq kauchuk óndirisinde, kauchuk tayarlawǵa qatnası bolmaǵan bir qatar zatlardıń óndirisi jolǵa qoyılǵan, olar óndiristiń basqa tarawlarında qollanıladı. Sintetikalıq kauchuk zavodlarında: etil spirti, sirke aldegidı, sirke kislotası, xlorbenzol, h.t.b. zatlar islep shıǵarıladı.

Organikalıq sintez ónimlerin óndirisiniń tiykarına organikalıq ximiyaniń belgili reakciyaları jatadı, olarǵa tómendegilerdi keltiriwge boladı: galoidlaw, gidrirlew hám degidrirlew, okisleniw hám qálpine keltiriw, gidrataciyalaw hám degidrataciyalaw, nitrovaniyalaw, izomerlew, polimerlew hám polikondensaciyalaw, alkillew h.t.b.

Organikalıq sintez sanaatında tiykarǵı reakciyalar menen birge qosımsha reakciyalarda júriwi sebepli organikalıq sintez processlerin selektiv (tańlawshılıq) túrde ótkeriledi. Sonıń ushın tiykarǵı ónim menen birge qosımsha payda bolatuǵın ónimlerdide esaplaw kerek boladı.

Organikalıq sintez sanaatınıń specifikalıq (ózone tán) ózgesheliklerinen biri – onıń processleriniń kóp basqıshlı bolıwı bolıp esaplanadı. Sonıń ushın shiyki zat boyınsha sarplanıw koefficientin tómendegi formula járdeminde esaplaw múmkin:

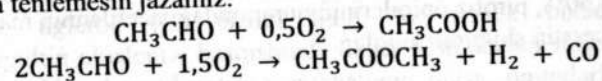
$$A_{\text{ónim}} = \frac{m_t}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdots \alpha_n}$$

bul jerde m_t – shiyki zattıń teoriyalıq sarplanıwı (kg, t, m³); $\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdots \alpha_n$ – basqısh boyınsha ónimniń shıǵımı (%); $A_{\text{ónim}}$ – ónim birligine tuwra keliwshi sarplanıw koefficienti.

10.2 Organikalıq sintez boyınsha esaplar

№1 Esap. Acetaldegidti uksus kislotasına okislendiriw processinde qosımsha ónim retinde metilacetat, etilidendiacetat, qumırısqa kislotası, uglerod (II) oksidi h.t.b. lar payda boladı. Eger acetaldegidtiń okisleniw basqıshında uksus kislotasınıń shıǵımı 97%, 1% acetaldegid metilacetatǵa aylanatuǵın bolsa, ónimdarlıǵı 2000 kg/saat bolǵan uksus kislotasını alıw qurılmasında bir sutkada payda bolatuǵın metilacetattıń massasını esaplań.

Sheshiliwi: Uksus kislotasınıń hám metilacetattıń alınıwınıń reakciya teńlemesin jazamız:



Salıstırmalı molekulyar massaları: uksus aldegidı – 44, metilacetat – 74.

Teoriyalıq jaqtan $44 \cdot \frac{2000}{60} = 1466,7 \text{ kg}$ acetaldegid payda boladı. Al ámelde $1466,7 / 0,96 = 1527,8 \text{ kg}$ payda boladı.

Metilacetattıń acetaldegidke aylanıw massası $1527,8 \cdot 0,012 = 15,28 \text{ kg}$ boladı.

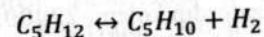
Reakciya teńlemesinen metilacetattıń massasını tabamız:

$$15,28 \cdot 74 / 2 \cdot 44 = 12,8 \text{ kg.}$$

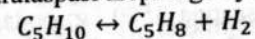
Bir sutkada $12,8 \cdot 24 = 307,2 \text{ kg}$ shıǵadı.

№2 Esap. 1 t izopren ushın 98% li izopentanniń sarplanıw koefficientin esaplań. Teoriyalıq izo-amilennen shıǵımı 37%, izoprenniń shıǵımı 45%.

Sheshiliwi: İzopentannan izoprenniń alıwı eki basqıshda boladı: 1. İzopentandı katalitikalıq degidrogenlew tómendegi sxema boyınsha ótedi:

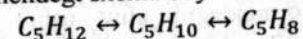


2. Úsh izomerdiń aralaspası izoprenge aylanadı:



Salıstırmalı molekulyar massaları: izopentan – 72, amilen – 70, izopren 68.

Eki basqıshlı tómendegi sxema boyınsha kórsetiw múmkin:



1 kmol izopren alıw ushın 1 kmol izopentan kerek boladı, teoriyalıq jaqtan 1 t izopren alıw ushın kerek bolatuǵın izopentan muǵdarı:

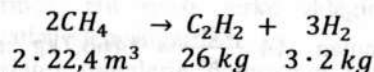
$$\frac{72 \cdot 1000}{68} = 1,06 \text{ (t) boladı.}$$

Basqışlar boyınsha shıǵımlılıqtı hám izopentannıń tazalıǵın esapqa alsaq:

$$A_{\text{ónim}} = \frac{1,06}{0,45 \cdot 0,37 \cdot 0,98} = 6,49 \text{ (t).}$$

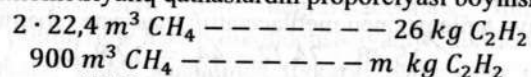
№3 Esap. 1500 m³ metan pirolizge ushıradı. Metannıń konversiya dárejesi 60%, piroliz ónimleriniń quramındaǵı acetilenniń massası 400 kg. Processtıń shıǵımın anıqlań.

Sheshiliwi: Reaksiya teńlemesi tómendegishe:



Metannıń acetilenge aylanǵan kólemi: $1500 \cdot 0,6 = 900 \text{ m}^3$.

Teoriyalıq jaqtan payda bolıwı múmkin bolǵan acetilenniń muǵdarı stexiometriyalıq qatnaslardıń proporcıyası boyınsha tabamız:



$$\text{Bunnan } m = \frac{900 \cdot 26}{2 \cdot 22,4} = 522 \text{ kg C}_2\text{H}_2$$

Bunnan shıǵımlılıq $400:522 = 0,766$ yamasa 76,6%.

Esap №4. Etilendi tuwrı gidrataciyalawda etilenniń reaktorga beriliwiniń kólemlik tezligi 1900 saat^{-1} , al etilenniń kólemlik sarplanıwı $22000 \text{ m}^3/\text{saat}$. Processtıń ótkeriw ushın kerek bolatuǵın katalizatordıń kólemin esaplań.

Sheshiliwi: Katalizatordıń kólemi $22000:1900 = 11,6 \text{ m}^3$.

Esap №5. Metanoldı okislep formalin alıw ushın arnalǵan reaktordıń ónimdarlıǵı saatına 3500 kg; ondaǵı formalinniń massalıq úlesi 37%. Qurılmanıń kesiminiń diametri 1,4 m, kontakt massa qabatınıń biyikligi 75 mm. 1 kg hám 1 l kontakt massasınıń ónimdarlıǵın anıqlań. Katalizatordıń tıǵızlıǵı 600 kg/m^3 .

Sheshiliwi: Formaldegid alıw ushın arnalǵan reaktordıń ónimdarlıǵı: $3500 \cdot 0,37 = 1295 \text{ kg/saat}$.

Reaktordaǵı katalizator kólemi ($V = \frac{\pi D^2 H}{4} = 0,785 D^2 H$):

$$0,785 \cdot (1,4)^2 \cdot 0,075 = 0,115 \text{ m}^3 \text{ yamasa } 115 \text{ l}$$

1 l katalizatordıń ónimdarlıǵı $1295:115 = 11,3 \text{ kg/(l} \cdot \text{saat)}$.

Reaktordaǵı katalizator massası: $0,115 \cdot 600 = 69 \text{ kg}$.

1 kg katalizatordıń ónimdarlıǵı $1295:69 = 18,8 \text{ kg/(kg} \cdot \text{saat)}$.

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

10.1. Acetaldegidti uksus kislotasına okislendiriw processinde qosımsha ónim retinde metilacetat, etilidendiacetat, qumırısqa kislotası, uglerod (II) oksidi h.t.b. lar payda boladı. Eger acetaldegidtiń okisleniw basqışında uksus kislotasınıń shıǵımı 98%, 1,5% acetaldegid metilacetatqa aylanatuǵın bolsa, ónimdarlıǵı 2200 kg/saat bolǵan uksus kislotasın alıw qurılmasında bir sutkada payda bolatuǵın metilacetatdıń massasın esaplań.

10.2. 1 t metil spirtin alıw ushın 2500 m^3 sintez gazi (CO hám H_2 1:2 qatnasta) jumshaladı. Metanoldıń shıǵımın esaplań. *Juwapı:* 84%.

10.3. Eger katalizator qatnasında hám optimal jaǵdayda metanoldıń shıǵımı 87% bolsa, 1 t 98% tazalıqqa iye metanol alıw ushın kerek bolatuǵın sintez gaziniń (m^3) kólemin esaplań. *Juwapı:* $2365,5 \text{ m}^3$.

10.4. Etilendi tuwrı gidrataciyalawda etilenniń reaktorga beriliwiniń kólemlik tezligi 1800 saat^{-1} , al etilenniń kólemlik sarplanıwı $20000 \text{ m}^3/\text{saat}$. Processtıń ótkeriw ushın kerek bolatuǵın katalizatordıń kólemin esaplań. *Juwapı:* $11,11 \text{ m}^3$.

10.5. 1800 m^3 metan pirolizge ushıradı. Metannıń konversiya dárejesi 70%, piroliz ónimleriniń quramındaǵı acetilenniń massası 500 kg. Processtıń shıǵımın anıqlań. *Juwapı:* 68,37%.

10.6. 1,5 t izopren ushın 98% li izopentannıń sarplanıwı koefficientin esaplań. Teoriyalıq izo-amilennen shıǵımı 39%, izoprenniń shıǵımı 48%. *Juwapı:* 8,65 (t).

10.7. Metannıń termookisleniw krekinginde payda bolatuǵın gaz tómendegishe quramǵa iye: C_2H_2 – 8,5%, C_2H_4 – 0,6%, CH_4 – 6%, H_2 – 54%, CO – 26%, CO_2 – 3,7%, basqa qosımtalar 1,2%. Dimetilformamid benen qayta islew berilgende gaz quramınan acetilen, etilen hám uglerod (IV) oksid ajralıp shıǵadı. Shıǵıp

ketiwhi (sirtqa) gaz kuramında tiykarınan vodorod hám uglerod (II) oksid boladı. Tazalawdan keyingi gaz quramındağı CO hám H_2 niń muǵdarın esaplań. *Juwabı: 61,9% H_2 ; 29,8% CO.*

10.8. n-butandı bir basqışlı degidrogenlew reaktorınıń ónimdarlıǵı sutkasına 72 t butadien bolıp esaplanadı. Eger katalizatordıń butadien boyınsha ónimdarlıǵı $90 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{saat})$ bolsa, reaktordaqı katalizatordıń kólemin esaplań. *Juwabı: $1,25 \text{ m}^3$.*

10.9. Stirol alıw reaktorında etilbenzoldıń massalıq sarplanıwı $12,9 \text{ t/saat}$, al etilbenzoldıń reaktorga beriliwiniń kólemlik tezligi $0,5 \text{ saat}^{-1}$. Etilbenzoldıń tıǵızlıǵı 867 kg/m^3 . Diametri 5,5 m bolǵan reaktordaqı katalizator qatlamınıń biyikligin anıqlań. *Juwabı: 3,44 m.*

10.10. Eger reaktordıń ónimdarlıǵı sutkasına 100 t CH_3OH bolsa, sintez kolonnasına ótkeriliwi kerek bolǵan sintez gaziniń ($\text{CO}:\text{H}_2$, n.j.) kólemin esaplań. Shıǵımlılıq teoriyalıqqa salıstırǵanda 85%. *Juwabı: $82,35 \text{ m}^3 \text{ CO}$; $164,68 \text{ m}^3 \text{ H}_2$.*

XI bap. JOQARI MOLEKULALI BIRIKPELER TEXNOLOGIYASI.

11.1 Polimerler óndirisi haqqında túsiniń

Polimerler tómén molekulaı birikpelerden molekulaıq salmaǵınıń ólshemi (onlaǵan, júzlegen mıń hátte millionlaǵan kislorodlıq birliklerde ólsheniwshi), dúzilis ózgesheligi hám basqada bir qatar specifikalıq qásiyetleri menen ayırmashılıqqa iye boladı. Polimerler tek eki agregat halatta – *qattı* hám *suyıq*, bolatuǵınlıǵı málim. Kauchukti, talshıqlardı hám plastikalıq massalardı payda etiwshi, kópshilik polimerler, 10.000 nan 1.000.000 ǵa shekemgi molekulaıq salmaǵı menen xarakterlenedi. Solay etip, máselen uglevodorodlıq polimerler molekulasında 20 – 100 uglerod atomı bolǵanda suyıq yamasa yarım qattı halatında boladı. Eger uglerod atomlarınń sanı 1000 – 3000 ǵa jetse, onda ónim *qattı*, *mayısqaq*, *elastikalıq* bolıp qaladı.

Tiykarǵı shıńjırı birdey atomlardan turıwshı polimerler *gomoshıńjırlı*, al hár qıylı atomlardan tursa – *geteroshıńjırlı* dep ataladı.

Barlıq joqarı molekulaı birikpeler quramı boyınsha tómendegi úsh toparǵa bólinedi:

1. *Organikalıq emes* – asbest, kvarc, saz ılay h.t.b.
2. *Organikalıq* – beloklar, cellyuloza, polistriol h.t.b.
3. *Elementorganikalıq*, máselen kremniyorganikalıq birikpeler.

Polimerleniw dárejesi dep makromolekuladaǵı bir-biri menen birikken, elementar zvenolardıń sanına aytıladı. Polimerleniw dárejesi (P.D.) polimerdiń molekulaıq salmaǵınıń (M) elementar zvenolardıń molekulaıq salmaǵına (m) qatnası menen anıqlanadı:

$$M_n = M_r \cdot n$$

Bunnan polimerdiń molekulaıq salmaǵı tómendegi formula menen tabıladı:

$$M_r = \frac{M_n}{n}$$

Joqarı molekulaı birikpeler (JMB) tiykarında ónimler (plastmassalar, kauchikler, talshıqlar h.t.b.) óndirisida hár qıylı

qosimsha hám reakciyada qatnasıwshı zatlar: iniciatorlar, emulgatorlar, stabilizatorlar h.t.b.lar qatnasadı.

Organikalıq polimerler *tábiyiy* hám *sintetikalıq* bolıp bólinedi. Tábiyiy polimerler toparına beloklar, cellyuloza, kauchuk h.t.b. kiredi.

Sintetikalıq polimerlerge polietilen, polistirol, kapron h.t.b. jatadı. Organikalıq polimerlerdiń molekulasındaǵı atomlar kovalentlik ximiyalıq baylanıs penen baylanısqa hám uzın shıńırdı payda etedi. Monomerlerdiń zvenosın shıńırǵa biriktiriwshi, ximiyalıq baylanıs, tolıq toyıǵan.

Polimerlerdiń sintezi *polimerlew* hám *polikondensaciyalaw* usılları menen ótkeriledi.

Polimerlew – qandayda bir tómen molekulalı ónimler ajırılıp shıqpaytuǵın hám baslı ximiyalıq kúshlerdiń qatnasında ótiwshi, toıynbaǵan yamasa karbonilli funkciya tutqan monomerlerden polimerlerdi sintezlew. Polimerlew *basqıshlı* hám *shıńırılı* túrlerge bólinedi.

Polikondensaciyalaw bi- yamasa polifunkcionalıq monomerlerdiń ximiyalıq tásirlesiwiniń basqıshlı processı bolıp esaplanadı, bunda qandayda bir tómen molekulalı qosımsha ónimlerdiń, máselen suw, ammiak, spirtler h.t.b., ajırılıp shıǵıwı ámelge asadı.

Basqıshlı polimerlew. Basqıshlı polimerlew hár qıylı bi- yamasa polifunkcionalıq monomerlerden polimerlerdi sintezlew bolıp tabıladı. Qatnasıwshı monomerlerdiń birewi aktiv bolıp, hárekeshen atomlarǵa yamasa atomlar toparına iye boladı.

11.2 Polimerler óndirisi boyınsha esaplar

№1 Esap. Eger polipropilenniń ortasha molekulyar massası $357 \cdot 10^3$ ǵa teń bolsa, onıń polimerleniw dárejesin esaplań.

Sheshiliwi: Polipropilenniń elementar zvenosı $[CH_3 - CH - CH_2 -]$. $M_r = 42$;

$$M_r = \frac{M_n}{n} = \frac{357 \cdot 10^3}{42} = 8500$$

№2 Esap. Suspenziyalı usıl menen polivinilxlorid óndirisida tómendegi zatlar paydalanıldı (massalıq úleste): vinilxlorid 100, suw 150, basqa ingredientler 2. Eger avtoklavǵa 24 t shiyki zat salınsa,

konversiya 85% bolsa, lateks quramındaǵı polimerdiń massalıq úlesin esaplań.

Sheshiliwi: Polimerleniw óniminiń summası (massalıq úleste) 252. Suspenziyadaǵı monomerdiń massası $\frac{24 \cdot 100}{252} = 9,5$ (t), al lateksdegi polimerdiń massası $9,5 \cdot 0,85 = 8,08$ (t). Bunnan lateksdegi polivinilxloridtiń massalıq úlesi $8,08 : 24 = 0,336$ yamasa 33,6%.

№3 Esap. Butan – butenli frakciyanı polimerizaciyalaw qurılmasında ortofosfat kislotası qatnasında bir saatda 16000 kg shiyki zat qayta islenedi. Eger shiyki zattıń reaktorga massalıq beriliw tezligi $0,7 \text{ saat}^{-1}$, katalizatordıń tıǵızlıǵı 950 kg/m^3 , trubkanıń ishki diametri 86 mm, onıń uzınlıǵı 7 m, bir reaktordaǵı trubkanıń sanı 196 bolsa, trubkalı reaktorlardıń sanın anıqlań.

Sheshiliwi: Process ushın kerekli katalizatordıń kólemi:

$$\frac{16000}{0,7 \cdot 950} = 24,1 \text{ m}^3.$$

Bir reaktordaǵı trubkalardıń jaylasıw sıymıǵı:

$$196 \cdot 0,785 \cdot (0,086)^2 \cdot 7 = 8 \text{ m}^3.$$

Reaktorlar sanı:

$$24,1 : 8 = 3.$$

№4 Esap. Ortofosfat kislotası qatnasında polimerlew qurılmasında bir saatta 17000 m^3 tómendegi quramǵa iye uglevodorodlı gaz qayta islenedi: 15% propilen, 35% propan, 23% buten, 27% butan. Eger butenniń konversiya dárejesi 100%, al propilendiki 90% bolsa, polimerleniw qurılmasınıń ónimdarlıǵın anıqlań.

Sheshiliwi: Shiyki zatlardıń ortasha molekulyar massası:

$$\frac{100}{\frac{15}{42} + \frac{35}{44} + \frac{23}{56} + \frac{30}{58}} = 48,1 \text{ kg/mol}$$

Shiyki zattıń tıǵızlıǵı:

$$\frac{48,1 \cdot 1000}{22,4} = 2,15 \text{ kg/mol}$$

Qayta islenip atırǵan shiyki zattıń massalıq sarplanıwı:

$$17000 \cdot 2,15 = 36550 \text{ kg/saat}$$

Polimerleniw qurılmasınıń ónimdarlıǵı (olefinlerdiń massalıq úlesin hám aylanıw dárejesin esapqa alǵan jaǵdayda):

$$36550 \cdot 0,15 \cdot 0,9 + 36550 \cdot 0,23 = 13341 \text{ kg/saat.}$$

№5 Esap. 170 MPa basımda etilendi polimerlew reaktorınıń ónimdarlıǵı saatına 6000 kg. Reaktordıń diametri 60 mm, uzınlıǵı 1000 m. eger etilenniń konversiya dárejesi 12,5% bolsa, etilenniń reaktorga beriliw tezligin (berilgen basımda hám 190°C temperaturada) anıqlań.

Sheshiliwi: Etilenniń massalıq sarplanıwı:

$$6000:0,125 = 48000 \text{ kg/saat.}$$

Berilgen basımda hám temperaturada etilenniń kólemlik sarplanıwı:

$$\frac{48000 \cdot 22,4 \cdot 0,1013(190 + 273)}{28 \cdot 273 \cdot 170} = 38,8 \text{ m}^3/\text{saat}$$

Reaktordıń kólemi:

$$0,785 \cdot (0,06)^2 \cdot 1000 = 2,83 \text{ m}^3$$

Etilenniń reaktorga beriliwiniń kólemlik tezligi:

$$38,8:2,83 = 13,7 \text{ saat}^{-1}.$$

Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı

11.1. Eger polipropilenniń ortasha molekualıq massası $399 \cdot 10^3$ ǵa teń bolsa, onıń polimerleniw dárejesin esaplań. *Juwbı:* 9500.

11.2. Eger polietilenniń ortasha molekualıq massası $248 \cdot 10^3$ ǵa teń bolsa, onıń polimerleniw dárejesin esaplań. *Juwbı:* 8857.

11.3. Suspenziyalı usıl menen polivinilxlorid óndirisida tómendegi zatlar paydalanıldı (massalıq úleste): vinilxlorid 110, suw 120, basqa ingredientler 3. Eger avtoklavǵa 22 t shiyki zat salınsa, konversiya 83% bolsa, lateks quramındaǵı polimerdiń massalıq úlesin esaplań. *Juwbı:* 39,14%.

11.4. Suspenziyalı usıl menen polivinilxlorid óndirisida tómendegi zatlar paydalanıldı (massalıq úleste): vinilxlorid 90, suw 120, basqa ingredientler 3. Eger avtoklavǵa 28 t shiyki zat salınsa, konversiya 87% bolsa, lateks quramındaǵı polimerdiń massalıq úlesin esaplań. *Juwbı:* 43,84%.

11.5. Butan – butenli fraksiyanı polimerizaciyalaw qurılmasında ortofosfat kislotası qatnasında bir saatda 15000 kg shiyki zat qayta

islenedi. Eger shiyki zattıń reaktorga massalıq beriliw tezligi $0,8 \text{ saat}^{-1}$, katalizatordıń tıǵızlıǵı 955 kg/m^3 , trubkaniń ishki diametri 82 mm, onıń uzınlıǵı 7 m, bir reaktordaqı trubkaniń sanı 196 bolsa, trubkalı reaktorlardıń sanın anıqlań. *Juwbı:* 3.

11.6. Butan – butenli fraksiyanı polimerizaciyalaw qurılmasında ortofosfat kislotası qatnasında bir saatda 17000 kg shiyki zat qayta islenedi. Eger shiyki zattıń reaktorga massalıq beriliw tezligi $0,6 \text{ saat}^{-1}$, katalizatordıń tıǵızlıǵı 930 kg/m^3 , trubkaniń ishki diametri 88 mm, onıń uzınlıǵı 7,5 m, bir reaktordaqı trubkaniń sanı 196 bolsa, trubkalı reaktorlardıń sanın anıqlań. *Juwbı:* 3,5.

11.7. Ortofosfat kislotası qatnasında polimerlew qurılmasında bir saatda 16000 m³ tómendegi quramǵa iye uglevodorodlı gaz qayta islenedi: 13% propilen, 37% propan, 25% buten, 25% butan. Eger butenniń konversiya dárejesi 100%, al propilendiki 92% bolsa, polimerleniw qurılmasınıń ónimdarlıǵın anıqlań. *Juwbı:* 13018,798 kg/saat

11.8. Ortofosfat kislotası qatnasında polimerlew qurılmasında bir saatda 17500 m³ tómendegi quramǵa iye uglevodorodlı gaz qayta islenedi: 17% propilen, 33% propan, 27% buten, 23% butan. Eger butenniń konversiya dárejesi 100%, al propilendiki 92% bolsa, polimerleniw qurılmasınıń ónimdarlıǵın anıqlań. *Juwbı:* 15333,94 kg/saat

11.9. 160 MPa basımda etilendi polimerlew reaktorınıń ónimdarlıǵı saatına 6200 kg. Reaktordıń diametri 70 mm, uzınlıǵı 1000 m. eger etilenniń konversiya dárejesi 13,5% bolsa, etilenniń reaktorga beriliw tezligin (berilgen basımda hám 180°C temperaturada) anıqlań. *Juwbı:* $12,25 \text{ saat}^{-1}$.

11.10. 175 MPa basımda etilendi polimerlew reaktorınıń ónimdarlıǵı saatına 6300 kg. Reaktordıń diametri 66 mm, uzınlıǵı 1000 m. eger etilenniń konversiya dárejesi 11,5% bolsa, etilenniń reaktorga beriliw tezligin (berilgen basımda hám 195°C temperaturada) anıqlań. *Juwbı:* $12,72 \text{ saat}^{-1}$.

11.11. Ortasha molekulyar massası $M_n = 648$ bolǵan novolaklı fenolformaldegidli smolanıń polikondensaciyalanıw dárejesin esaplań. *Juwbı:* $n = 6$.

11.12. Eger polikondensaciya ushın 15 kg fenol hám 7,5 l formalin sarplanǵan bolsa (formalindegi CH_2O nıń 100 ml degi muǵdarı 40 kg), rezolli yamasa novolaklı smola payda bolatuǵınlıǵın anıqlań. *Juwabı: Novalaklı.*

11.13. Eger fenoldıń tazalıǵı 97%, al formalinnıń quramında 37% formaldegid bolsa ($\rho=1,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) 1 t novalaklı fenol - formaldegidli smola óndirisidaǵı shiyki zattıń teoriyalıq sarplanıw koefficientin esaplań. Smolanıń formulası tómendegishe: $H[-C_6H_3(OH)-CH_2-]_n \cdot C_6H_4OH$, $n=5$. *Juwabı: 930 kg fenol, 0,588 m³ formalin.*

11.14. Novalak payda bolıwında reakciyaǵa kiriskeń hár 1 kg fenoldan 0,6 kg suw hám 36 kDj jıllılıq ajıraladı. Eger fenol hám formaldegidtiń mollik qatnası 7:6, novalak alıw ushın 200 kg formalin jumsalǵan bolsa, ajıralıp shıǵatuǵın jıllılıqtı hám suwdıń massasın anıqlań. *Juwabı: 162 kg suw.*

11.15. Jılına 50 mıń tonna quwatlıqqa iye «VD» polietilen óndirisi qurılmasın 20 kún dawamında úziksiz islewın támiynlew ushın kerek bolǵan etilen hám kislorodtıń (m^3 , n.j.) kólemin anıqlań. Etilen konversiyasınıń summalıq dárejesi 0,96, al kislorodtıń koncentraciyası 0,005% (monomer kóleminen) ke teń. *Juwabı: $2283 \cdot 10^3 m^3$ etilen, $11416 m^3$ kislorod.*

11.16. Cigler katalizatorı (trietylalüminiy hám titan tetraxloridi) qatnasında eritpe usılında «ND» polietilenin óndirisi qurılmasınń ónimdarlıǵı jılına 20000 t. 1 m^3 polimerizatordaǵı polimerdiń sıyımlıǵı (sem polimera) saatına 50 kg/m^3 . Eger polimerizator jılına 348 kún isleytuǵın bolsa, etilendi ionlı polimerlew ushın arnalǵan tiykargı apparattıń sıyımlıǵın esaplań. *Juwabı: 48 m³.*

11.17. «ND» polietilen alıwda reaktordıń intensivligi saatına 54 kg/m^3 bolsa: a) etilennıń konversiyalanıw dárejesi 80%; b) reaktor kólemi 12 m^3 , onıń tolıw koefficienti 0,8; v) polimerizaciya waqtı 20 s; s) etilennıń tıǵızlıǵı 1,26 kg/m^3 ekenligi belgili bolsa etilennıń shıǵımın esaplań. *Juwabı: 10286 m³.*

11.18. Suspenziyalı usıl járdeminde 15 t polimer alıw ushın vinilxloridtiń sarplanıwın esaplań. Quramında 3% qosımsha zatlardan ibarat polivinilxloridtiń shıǵımı 95%. *Juwabı: 5489 m³.*

11.19. Eger óndirisiniń barlıq basqıshlarındaǵı joǵaltıwlar 3% ti qurasa, al tayar bolǵan talshıq 12% kondicion ıǵallıqtı hám 1% (massası boyınsha) basqa ingredientlerdi óz quramında tututuǵın bolsa, viskozalı talshıqlar óndirisidaǵı cellyulozanıń sarplanıw koefficientin anıqlań. Ónimdegi β -celluloza hám ıǵallıqtıń massalıq úlesi sáykes túrde 0,05:0,13. *Juwabı: 1,066.*

Paydalanilgan ádebiyatlar:

1. Robert J. Farrauto, Lucas Dorazio, C.H. Bartholomew. Introduction to catalysis and industrial catalytic processes. Wiley. USA, 2016.
2. Otakuziev T.A., Axmerov Q.A., Turobjonov S.M. Umumiy kimyoviy texnologiya. Darslik. –T., Niso-poligraf, 2013, 600 b.
3. Mirzaev F.M., Likevich V.A., Otakuziev A.T., Mirzakulov X.CH. Kimyoviy texnologiyaning nazariy asaoslari. Darslik. T. O'zbekiston., 2012. 134 b.
4. Ismatov A.A., Otakuziev T.A., Ismoilov N.P., Mirzaev F.M. Noorganik moddalar kiyoviy texnologiyasi. Darslik, T., O'zbekiston, 2002, 336 b.
5. Gofurov Q., Shamsiddinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. Darslik. T., «Fan va texnologiya», 2007, 352 b.
6. Kattaev N. Kimyoviy texnologiya. O'quv qo'llanma. T., Yangi poligraf servis., 2008, 432 b.
7. Ismatov A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi. Darslik. T., «Fan va texnologiya», 2006, 260 b.
8. Ibragimov G.I., Erkaev A.U., Yakubov R.YA. Turobjonov S.M. Kaliy xlorid texnologiyasi. O'quv qo'llanma. T., TKTI, 2010, 208 b.
9. Mirzaqulov X.CH. Shamsiddinov I.T., To'raev Z. Murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. O'quv qullanma. T., «Tafakkur bo'stoni», 2013. 216 b.
10. Mirzaqulov X.CH. va b. «Umumiy kimyoviy texnologiya» fanidan bakalavr uchun amaliy mashg'ulotlarini bajarish uchun o'quv-uslubiy qullanma. T., 2013. 60 b.
11. Mirzaqulov X.CH. va b. «Umumiy kimyoviy texnologiya» fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun o'quv-uslubiy qo'llanma. T.: 2013, 48 b.
12. T.A. Atakuziev, Q.A. Axmerov, S.M. Turobjonov, L.B. Kabulova. Umumiy kimyoviy texnologiya. T.: «Niso-poligraf», 2015. – 640 b.
13. Ayimbetov M.J. Uliwma ximiyaliq texnologiya. Tashkent. Sano Standart, 2017.

14. Амелин А. Г. Общая химическая технология. М., Химия, 1977.
15. Белоцветова В., Бесков С. Д., Ключников Н. Г. Общая химическая технология. М., Просвещение, 1976.
16. Казанская А.С., Скобло В.А.. Расчеты химических равновесий. М., Высшая школа, 1974.
17. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Высшая школа, 1971.
18. Литвин О.Б. Основы технологии синтеза каучуков. М., Химия, 1972.
19. Мухленов И.П., Авербух А.Я. и др. Общая химическая технология, т. I и II. М., Высшая школа, 1977.
20. Лебедев П. Г. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М., Химия, 1976.
21. Нагибин Г. В. Основы технологии строительных материалов. М., Высшая школа, 1969.
22. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластмассы на его основе. М., Химия, 1977.
23. Позин М. Е., Копылев Б.А., Бельченко Т.В. и др. Расчеты по технологии неорганических веществ. Л., Химия, 1977.
24. Технология металлов. /Под ред. Кнорозова Б. В. 2-е изд. М., Металлургия, 1978.
25. Туболкин А.Ф., Тумаркии В.С., Мухленов И. П. Расчеты химико-технологических процессов. Л., Химия, 1976.
26. Эрих В.Н. и др. Химия и технология нефти и газа. Л., Химия, 1972.
27. Ключников М.К. Практические занятия по химической технологии. М.: Просвещение, 1978, 224 бет.
28. Соколов Р.С. Химическая технология. М.: Владос, 2000, Т.1. 366 бет; Т.2. 447.
29. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G., Ismatullaev P.R., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. – T.: Jahon, 2000. – 231 b.

QOSÍMSHA

Keste 1. Tiykargı belgilewler

Ataması	Belgileniwi	Ataması	Belgileniwi
Shiyki zattın yamasa ónimniń massası	m	Maydan	S
Komponentlerdiń massalıq úlesi	ω	Paydalı maydan	S_p
Ónimniń shıǵımı	η	Kólem	V
Shiyki zattın sarplanıw koefficienti	A	Apparatnıń paydalı kólemi	V_p
Apparatnıń ónimdarlıǵı	P	Waqıt	τ
Processtıń intensivligi	I	Basım	P
Kapital shıǵımlar	K	Temperatura	T
Salıstırmalı kapital shıǵım	K_c	Jıllılıqtıń ulıwma muǵdarı	Q
Ózine túser bahası	C	Reakciya jıllılıǵı	Q_p
Uzunlıq	l	Janıw jıllılıǵı	q
Biyiklik	h	Ximiyalıq reakciyanıń tezligi	v
Radius	r	Tıǵızlıq	ρ
Diametr	d	Molyar koncentraciya	C
Ximiyalıq teń salmaqlılıq konstantası	K	Jutılıw sıyımlılıǵı	E_j
Suwdıń qattılıǵı	Ж	Reakciyanıń tezlik konstantası	k

Keste 2. Ayırım zatlardıń termodinamikalıq turaqlıları (konstanta)

Zatlar	ΔH^0_{298} , kJ / mol	ΔG^0_{298} , kJ / mol	S^0_{298} , Dj / (mol, K)
C	0	0	5,75
CO (g)	-110,5	-137,27	197
CO ₂ (g)	-393,51	-394,38	213,6
C ₂ H ₂ (g)	226,75	209,2	200,8
C ₂ H ₄ (g)	52,28	68,12	219,4
CH ₄ (g)	-74,85	-50,79	186,19
C ₂ H ₆ (g)	-84,67	-32,89	229,5
CH ₃ OH (s)	-238,7	-166,31	126,7
C ₂ H ₅ OH (s)	-227,6	-174,77	160,7
CH ₃ COOH (s)	-484,9	-392,46	159,8
CuS (q)	-48,5	-48,95	66,5
Fe (q)	0	0	27,15
FeO (q)	-263,68	-244,35	58,79
FeCl ₂ (q)	-341,0	-302,08	119,66
Fe ₂ O ₃ (q)	-821,32	-740,99	89,96
Fe(OH) ₃ (q)	-824,25	-694,54	96,23
FeCO ₃ (q)	-744,75	-637,88	92,0
FeS ₂ (q)	-177,2	-	-
H ₂ (g)	0	0	130,6
H ₂ O (g)	-241,84	-228,8	188,74
H ₂ O (s)	-285,84	-237,5	69,96
H ₂ O ₂ (s)	-187,36	-117,57	105,86
N ₂ (g)	0	0	191,5
N ₂ O (g)	81,55	103,6	220,0
NO ₂ (g)	33,89	51,84	240,45
N ₂ O ₄ (g)	9,37	98,28	304,3
NH ₃ (g)	-46,19	-16,64	192,5
HNO ₃ (s)	-173,0	-79,91	156,16
NH ₄ OH (s)	-366,69	-263,8	179,9

$O_2(g)$	0	0	205,03
$P(q) (qızıl)$	-18,41	-13,81	22,8
$H_3PO_4(s)$	-1271,94	-1147,25	200,83
$S(q) (romb)$	0	0	31,88
$SO_2(g)$	-296,9	-300,37	248,1
$SO_3(g)$	-395,2	-370,37	256,23
$H_2S(g)$	-20,15	-33,02	205,64
$H_2S(s)$	-39,33	-27,36	122,2
$H_2SO_4(s)$	-811,3	-742,0	156,9
$SiO_2(q)$	-859,3	-803,75	42,09
$Zn(q)$	0	0	41,59

Keste 3. Shiyki zatlardın tábiyatınıń piroliz gazinń shıǵımına hám quramına tásiiri

Kórsetkishler	Shiyki zatlar			
	kerosin	propan	benzin	mazut
Gazdın shıǵımı, mass. birligi, %	50,4	80,2	53,2	46,7
Suyıq ónimler, mass. birligi, %	49,0	19,0	36,3	41,8
Pirolizli koks, mass. birligi, %	0,6	0,8	0,5	2,5
Gaz quramı, kólemlik birligi, %				
H_2	10,2	24,2	22,5	26,6
CH_4	40,2	48,3	48,2	43,0
C_2H_6	6,0	2,6	2,8	2,7
C_2H_4	28,1	21,7	23,5	23,7
C_3H_6	15,0	1,0	0,8	2,0
C_4H_{10}	0,5	0,2	0,2	-

Keste 4. Ayırım túrdegi reakciyalar ushın ximiyalıq teń salmaqlılıq konstantasınıń K_p hám ónimniń shıǵımınıń teń salmaqlılıq arasındadıǵı baylanıs

Reaksiya túri	Ximiyalıq teń salmaqlılıq konstantası, K_p	Aylanıwdıń teń salmaqlılıq dárejesi, x_p
$A_2 \leftrightarrow 2A$	$K_p = \frac{p_{A_2}}{p_A^2} = \frac{4x_p^2}{1-x_p} p$	$x_p = \frac{1/2p_A}{1/2p_A + 1/2p_{A_2}}$
$AB \leftrightarrow 1/2A_2 + 1/2B_2$	$K_p = \frac{\sqrt{p_{A_2}p_{B_2}}}{p_{AB}} = \frac{x_p}{2(1-\alpha)}$	$x_p = \frac{p_{A_2} + p_{B_2}}{p_{A_2} + p_{B_2} + p_{AB}} = \frac{2K_p}{2K_p + 1}$
$AB \leftrightarrow A + B$	$K_p = \frac{p_{A_2}p_{B_2}}{p_{AB}} \cdot \frac{x_p^2}{1-x_p^2} \cdot p$	$x_p = \frac{p_A}{p_{AB} + 1/2p_A + 1/2p_B} = \sqrt{\frac{K_p}{K_p + p}}$
$A + B \leftrightarrow C$	$K_p = \frac{4x_p^2}{(1-x_p) \cdot p}$	$\alpha = 1 - \sqrt{\frac{1}{1+p \cdot K_p}}$
$A + B \leftrightarrow 2C$	$K_p = \frac{x_p^2}{(1-x_p)^2}$	$\alpha = \frac{\sqrt{K_p}}{1 + \sqrt{K_p}}$
$A_2 + B_2 \leftrightarrow 2C$	$K_p = \frac{4x^2}{(1-x)^2}$	$\alpha = \frac{\sqrt{K_p}}{2 + \sqrt{K_p}}$

Keste 5. Ayırım janılǵılardıń kólemlik hám salıstırma jılılıq beriwı

Janılǵı túri	Janıw jılılıǵı, kDj / kg, kDj / m ³	
	joqargı	tómengi
Benzin	47 310	49 360
Kerosin	46 270	43 130
Mazut	43 130	40 610
Etanol	27 100	25 600
Koks gazi	17 100	16 500
Generator gazi	4 800	4 300
Vodorod	12 750	10 785
Uglerod (II) oksidi	12 650	12 630
Metan	39 760	35 800
Etan	69 670	63 770
Propan	99 150	91 280
Butan	128 500	118 680
Pentan	157 910	146 130
Etilen	63 010	59 080
Acetilen	58 010	56 800

Keste 6. Ápiwayı zatlardıń elektroximiyalıq ekvivalentleri

Element	Belgisi	Valentligi	elektroximiyalıq ekvivalenti	Element	Belgisi	Valentligi	Elektroximiyalıq ekvivalenti
Alyuminiy	Al	3	0,3355	Brom	Br	1	2,98
Bariy	Ba	2	2,56	Vodorod	H	1	0,0376
Berilliy	Be	2	0,168	Volfram	W	6	1,143
Temir	Fe	2	1,042	Qalayı	Sn	2	2,21
		3	0,695			4	1,105
Altın	Au	1	7,35	Palladiy	Pd	2	1,985

		3	2,45	Platina	Pt	4	1,82
İndiy	In	3	1,427	Sınap	Hg	1	7,70
İod	I	1	4,73			2	3,35
		5	0,946	Qorgası n	Pb	2	3,87
Kadmiy	Cd	2	2,10			4	1,935
Kaliy	K	1	1,459	Kükirt	S	2	0,600
Kalsiy	Ca	2	0,747	Gümis	Ag	1	4,025
Kislород	O	2	0,298			2	2,012
Kobalt	Co	2	1,099	Surma	Sb	3	1,515
Litiy	Li	1	0,259			5	0,909
Magniy	Mg	2	0,454	Titan	Ti	4	0,446
		1	2,05	Uglerod	C	2	0,244
		2	1,025			4	0,112
		4	0,512	Ftor	F	1	0,709
		7	0,293			1	1,325
		1	2,37	Xlor	Cl	2	0,662
Mis	Cu	2	1,185			6	0,2207
Mıshyak	As	3	0,932			3	0,647
Natriy	Na	1	0,858	Xrom	Cr	6	0,323
		1	2,19				
Nikel	Ni	2	1,095	Cink	Zn	2	1,22

Keste 7. Ayırım zatlardın tıgızlıgı

Zat atı	Tıgızlıgı	Zattın atı	Tıgızlıgı
I. Qattı zatlar, kg/m³			
Alyuminiy	2700	Otqa shıdamlı materiallar	1900-2900
Mıs	8960	Beton	2300
Shoyın	7500	Ağash kómir	500-800
Polat	7850	Apatit	3190
Kolchedan 50	5000	Ayna shiyshe	2500
İzvestnyak	2650	Organikalıq shiyshe	1200

Qum	1500	Polietilen	900
Glina (kaolin)	2200	Penoplast	20
Tas kómir	1350	Probka	200
Koks	1250	Platina	21450
II. Suyıqlar, kg/m³			
Suw (4 ⁰ C)	1000	Toluol	870
Neft	800	Sınap(0 ⁰ C)	13600
Benzin	700	Etil spirti	800
Kerosin	800	Glicerin	1260
Benzol	800	Efir	720
III. Gazler, kg/m³ n.j. da			
Qısılgan gazlerdın tıgızlıqları, kg/l			
Azot	1,25/0,81	Ugleroda (II) oksidi	1,25/0,8
Ammiak	0,77/0,66	Kükirt (IV) oksidi	2,93/1,46
Hawa	1,29/0,86	Kükirtli vodorod	1,54/0,96
Kislород	1,43/1,14	Uglerod (IV) oksidi	1,98/1,19
Vodorod	0,09/0,07	Xlor	3,21/1,47

Keste 8. Gaz tárizli hám suyıq uglevodorodlardın tiykargı qásiyetleri

Atı	Molekulyar massası	Normal jağdaydağı tıgızlıgı, kg/m ³
Metan	16	0,717
Etan	30	1,356
Propan	44	2,017
n-Butan, izobutan	58	2,590
İzooktan	114	0,703
Etilen	28	1,250
Propilen	42	1,880
n-Buten, izobuten	56	2,500
Acetilen	26	1,770
Benzol	78	0,879
Toluol	92	0,866

Mazmunı

Kirisiw	3
I bap. Ximiyalıq texnologıyanıń tiykargı túsiniqleri	5
1.1 Ximiyalıq texnologıyanıń predmeti hám wazıypaları	5
1.2 Sarplanıw koefficientin esaplaw	5
1.3 Ximiya-texnologiyalıq processlerdiń materiallıq hám jıllılıq balanslar	10
1.4 Ximiyalıq teńsalmaqlılıq turaqlısı (konstantası)	17
1.5 Ximiya-texnologiyalıq processtıń tezligi hám qozǵawshı kúsh	20
1.6 Geterogen katalitikalıq processler	23
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	25
II bap. Shiyki zattı hám suwdi qayta islew	28
2.1 Shiyki zattı qayta islew	28
2.2 Suwdi qayta islew	29
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	32
III bap. Kúkirt kislotası, kúkirt (IV) hám kúkirt (VI) oksidlerin alıw hám islep shıǵarıw texnologiyası	34
3.1 Kúkirt kislotası óndirisi	34
3.2 Kúkirt (IV) oksidin (SO_2) alıw	36
3.3 Kúkirt (VI) oksidin (SO_3) alıw hám onın absorbcıyası	38
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	40
IV bap. Ammiak hám azot kislotası óndirisi	42
4.1 Ammiak sintezi.	42
4.2 Azot kislotasın islep shıǵarıw	47
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	50
V bap. Mineral tóginler óndirisi	53
5.1 Mineral tóginler haqqında ulıwma túsiniqler	53
5.2 Azotlı tóginler óndirisi	54
5.3 Fosforlı tóginler óndirisi	59
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	70
VI bap. Elektroximiyalıq óndiris	73

6.1 Elektroximiyalıq processler haqqında ulıwma túsiniqler	73
6.2 Elektroximiyalıq processlerde esaplawlar	75
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	77
VII bap. Metallurgiya	79
7.1 Metallurgiya haqqında ulıwma túsiniqler	79
7.2 Metallurgiya boyınsha esaplawlar	80
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	82
VIII bap. Silikat materiallar óndirisi	84
8.1 Biriktiriwshi materiallar haqqında ulıwma túsiniqler	84
8.2 Portlandcement islep shıǵarıw óndirisi	84
8.3 Sóndirilmegen hák óndirisi	87
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	90
IX bap. Janılǵıardı ximiyalıq qayta islew.	92
9.1 Janılǵıardı qayta islew haqqında túsiniqler	92
9.2 Janılǵıardı qayta islewdegi esaplawlar	94
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	97
X bap. Organikalıq sintez sanaatı.	100
10.1 Organikalıq sintez sanaatı haqqında túsiniqler	100
10.2 Organikalıq sintez boyınsha esaplawlar	101
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	103
XI bap. Joqarı molekulalı birikpeler texnologiyası	105
11.1 Polimerler óndirisi haqqında túsiniqler	105
11.2 Polimerler óndirisi boyınsha esaplawlar	106
Óz betinshe sheshiw ushın máseleler toplamı	108
Paydalanılǵan ádebiyatlar	112
QOSÍMSHA	114

**B.CH.NURIMBETOV, M.J.AYIMBETOV,
A.M.REYMOV, N.K.YUSUPOVA**

XIMIYALIQ TEXNOLOGIYA TIYKARLARI

BOYINSHA AMELIY SHINIGIWLAR TOPLAMI

(OQIW QOLLANBA)

«O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi»
nashriyot-matbaa birlashmasi
Toshkent – 2020

Nashr uchun mas'ul: **I.Ashurmatov**
Muharrir: **A.Qobilov**
Badiiy muharrir: **F.Sobirov**
Dizayner sahifalovchi: **L.Abdullayev**

Nashriyot litsenziya raqami AA № 0011. 06.05.2019 yil.
Bosmaxonaga 08.10.2020 yilda berildi.
Bichimi 60×84 ¹/₁₆ Shartli b.t. 7,1. Nashr t. 7,4.
Adadi 100 nusxa. Buyurtma № 46.
Bahosi shartnoma asosida.

O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi
nashriyot-matbaa birlashmasi bosmaxonasida chop etildi.
100011. Toshkent sh. A.Qodiriy, 11.



ISBN 978-9943-6712-9-4

