

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN  
DÖWLET UNIWERSITETI**

**MUHAMMETBERDI GURBANOW**

# **AMALY HIMIÝA**

Türkmenistanyň ýokary okuw mekdepleri üçin  
okuw kitaby

Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan  
hödürlenildi

**Aşgabat 2010**

**UOK 01.08/26-09**

**Gurbanow M. Amaly himiýa. Okuw**  
kitaby. – A.: 2010. – 254 s.

Bu okuw kitaby amaly himiýa hakynda türkmen dilinde ýazylyan ilkinji işdir.

Okuw kitabynda dersniň maksady we meselesi, beýleki dersler bilen arabaglanyşygy, umumy düşüňjeleri, çig mal, energiýa, energotehnologiki hadysalar we suw barada ýazyldy. Amaly himiýanyň esasy kanunalaýyklyklary we nazaryýeti ylmyň häzirki zaman ösüşini hasaba almak bilen ýazyldy.

Möhüm önümçilikleriň himiýasy we tehnologiýasy dünýä ylmyň soňky gazananlaryny we Türkmenistanyň himiýa senagatynyň häzirki zaman derejesini göz önünde tutmak bilen beýan edildi. Himiýa önümçilikleriniň häzirki zaman tehnologiýalaryny işläp düzmegiň esaslary hem ünsden düşürilmedi. Kitapda mineral dökünleriň, duzlaryň we silikat materiallaryň önümçiliginiň tehnologiýasy beýan edildi.

Kitap himiýa hünäri boýunça bilim alýan talyplara niýetlenendir.

## SÖZBAŞY

Himiýa ylmynyň häzirki zaman jemgiýetindäki orny örän ýokarydyr. Türkmenistanyň halk hojalygynyň ähli pudaklaryny, şol sanda hem özümiziň ýaşayş we durmuş üpjünçiligimizi himiýasyz göz öňüne getirmek mümkin däl. Amaly himiýanyň düzüminde birnäçe dersler jemlenmek bilen olaryň esasyalaryna himiki tehnologiýa, dökünleriň, mineral duzlaryň we silikat materiallaryň himiýasy we önümçiligi, organiki däl sintez, sistemalary we prosesleri fiziki-himiki derňemek, amaly elektrohimýa we metallary korroziýadan goramak, ýokary molekulýar birleşmeleriň esasyndaky materiallar we beýleki amaly häsiýetdäki dersler degişlidir. Amaly himiýanyň düzümine girýän we himýa mugallymlaryny hem-de himikleri hünäri boýunça taýýarlamak üçin zerur bolan esasy dersleriň biri hem amaly himiýanyň düzümi bölegi bolan himiki tehnologiýadyr. Şunuň bilen baglanyşykly bu okuw kitabynda himiki tehnologiýa dersine uly üns berildi.

Dersiň esasy düşüňjeleri, meselesi, ähmiýeti, gurluşy, hadysalarynyň dürli alamatlar boýunça toparlara bölünişi (klassifikasiýasy), bölümleri beýan edilýär. Himiki we mehaniki tehnologiýalar barada umumy düşüňjeler ýazylýar. Himiýanyň önümçilikleriniň tehnologiýasynyň gurluşynyň çyzygysynyň zerurlary getirilýär. Amaly himiýanyň ylmlaryň beýleki pudaklary bilen arabaglanyşygy ýazylýar. Amaly himiýa dersini okatmagyň ýokary

hünärli himikleri we himiýa mugallymlaryny taýýarlamakdaky ähmiýetiniň uludygy anyk maglumatlaryň üsti bilen subut edilýär.

Maddy we energetiki akymlaryň hereketiniň çyzgysynyň döwürleýin (periodiki), ýarym döwürleýin we üznüksiz prosesler baradaky düşüňjeleriň, maddy we energetiki deňleşdirmeleri (balanslary) düzmegiň we şekillendirmegiň manysy we usullary täze önümçilikleriň taslamalaryny düzmekde, hereket edýän önümçilikleri tygşytly ulanmakda we önümçilik proseslerini kämilleşdirmekde ähmiýeti örän uludyr.

Himiýa senagatynyň ylmy-barlag, tejribe-önümçilik we taslama işleriniň esasy meseleleri we basgançaklary tejribehana ylmy barlaglary bilen deňeşdireniňde senagat himiýa tehnologiýasynyň proseslerini öwrenmegiň aýratynlyklary beýan edilýär.

Türkmenistanyň himiýa senagatynyň aýratynlyklary, ösüşi, geljegi barada maglumatlar getirilýär. Amaly himiýanyň häzirki zaman derejesi we onuň Türkmenistanyň halk hojalygyndaky ähmiýeti beýan edilýär.

## GIRIŞ

Ýokary okuw mekdeplerinde himiýa boýunça taýýarlanylýan hünärmenler Türkmenistanda himiýa senagatynyň häzirkî zaman ýagdaýyny, onuň geljegini we **Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Mälikgulyýewiç Berdimuhamedowyň** yglan eden Täze Galkynyşlar we Beýik Özgertmeler zamanynda himiýa senagatynyň ýurdumyzyň maddy-tehniki esasyňy döretmekdäki ähmiýetini aýdyň göz önüne getirmelidir. Himiýa boýunça taýýarlanylýan hünärmenler Türkmenistanyň tebigy çig mal baýlyklaryny, olary gazyp almagyň, daşamagyň, önümçilige taýýarlamagyň we taýýar önümlere hemmetaraplaýyn gaýtadan işlemegiň, daşky gurşawy gorap saklamagyň häzirkî zaman usullaryny hem-de taýýar önümleriň halk hojalygynda peýdalanylyşyny, himiýa senagatynyň ykdysadyýetini bilmelidirler. Ýokary bilimli himik Türkmenistanyň halk hojalygyny himiýalaşdyrmagyň ähmiýetine we onuň esasy ugurlaryna oňat düşünmelidir.

Talyplara himiki birleşmeleriň senagat önümçiligi barada düşünje bermek we himiýanyň, tehnologiýanyň, tebigy we tehniki ylymlaryň kanunalaýyklarynyň önümçilikde ulanylyşynyň usullaryny öwretmek zerurdyr. Tebigy, tehniki we ykdysady ylymlaryň gazananlaryny Türkmenistanyň şertlerinde ýüze çykýan tehnologiýa meselelerini çözmegiň ykdysady we ekologiýa taýdan amatly usullaryny saýlap almagy we möhüm önümçilikleriň

tehnologiýa çyzgylaryny talyplara çuňňur öwretmek wajyp meseledir.

Dersiň esasy meselesi fizikany, himiýany we beýleki tebigy ylmlary öwrenmekden häzirki zaman önümçilik prosesleriniň tehnologiýasyny we onuň häsiýetli aýratynlyklaryny öwrenmäge geçmekden ybaratdyr. Dersiň beýleki bir meselesi amaly himiýanyň prosesleriniň umumy kanunalaýyklaryny, klassifikasiýasyny, ösüş ugurlaryny möhüm önümçilikleriň mysalynda talyplara öwretmekden ybaratdyr.

Himiki-tehnologiki sistemalardaky bolup geçýän hadysalary öwrenmek himiki tehnologiýa dersiniň esasy meselesidir. Emma himiki-tehnologiki hadysalaryň sany günsaýyn artýar we olaryň hemmesini okuw maksatnamasynyň çäginde öwrenmek mümkin däldir. Häzirki zamanda himiýa senagaty onlarça muň önümleri çykarýar. Olary bir okuw dersiniň düzüminde ýazyp beýan etmek hem mümkin däldir. Ýöne ylmyň we tehnikanyň ösmegi köp önümçilikler üçin umumy bolan kanunalaýyklyklaryň üstüni açmaga mümkinçilik berýär. Diňe şu kanunalaýyklyklary öwrenmek bilen himiýa senagatynyň köp pudaklarynda bolup geçýän hadysalara çuňňur düşünmek bolar. Şeýlelikde pudaklaryň her birini aýratynlykda çuňňur öwrenmek, amaly himiýanyň we ýöriteleşdirilen okuw dersleriniň paýyna düşýär. Ine şu ýokarda görkezilen umumy kanunalaýyklykalary öwrenýän, amaly himiýanyň

düzüm bölegi bolan himiki tehnologiýa ylmy mehaniki we himiki tehnologiýalara bölünýär. Mehaniki tehnologiýada özara täsire gatnaşýan maddalaryň daşky görnüşiniň, fiziki häsiýetleriniň üýtgemegi bilen bolup geçýän hadysalar öwrenilýär. Bu ylym 1909-njy ýyla çenli himiki tehnologiýanyň bir bölümi bolmak bilen, üznüksiz ösmegiň netijesinde himiki tehnologiýanyň hadysalary we gurallary (himiki tehnologiýanyň prosesleri we aparatlary) diýen özbaşdak okuw dersine öwrüldi. Peterburgyň tehnologiýa institutynyň professory A.K.Krupskiniň himiki gurallary hasaplamaga bagyşlanan we, «himiki tehnologiýany proýektirlemek baradaky ylmyň başlangyç baplary» ady bilen 1909-njy ýylda çap edilen okuw gollanmasy häzirki zaman «Himiki tehnologiýanyň hadysalary we gurallary» okuw dersiniň ilkinji görnüşi hasaplanylýar. Umumy himiki tehnologiýada reaksiýa gatnaşýan maddalaryň düzüminiň, içki gurluşynyň we häsiýetleriniň düýpli özgerişmeleri bilen bolup geçýän hadysalar öwrenilýär. Mehaniki hadysalary öwrenýän ylym has gadymy ylym bolan himiki tehnologiýanyň düzüminden bölünip aýrylýar.

XVIII asyryň ikinji ýarymynda himiki tehnologiýanyň ylmyň ýörite pudagyna öwrülmege özbaşdak ylym we okuw dersi hökmünde onuň esalarynyň düýbünüň tutulmagy başlanýar. Himiki tehnologiýa boýunça ilkinji okuw kitaby Gýottingen uniwersitetiniň professory I.Bekman tarapyndan 1772-

nji ýylda döredilýär. Germanýyada 1795-nji ýylda I.F.Gmeliniň «Tehniki himiýa boýunça görkezme» atly iki jiltli kitaby çapdan çykýar. Bu işi W.M.Sewergin «Ussahanalaryň we zawodlaryň himiki esaslary» ady bilen 1803-nji ýylda rus diline terjime edýär.

**1.Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Mäligulyýewiç Berdimuhamedowyň ykdysady syýasatynda we Türkmenistany durmuş – ykdysady taýdan özgertmegiň Milli Maksatnamalarynda himiýa senagatyny ösdürmek barada.**

Türkmenistanyň 2020-nji ýyla çenli döwre niýetlenen durmuş syýasatynyň özenini ilatyň ýaşaaýyş derejesiniň görkezijilerini ýokarlandyrmak meselesi eýeleýär. Hemişe bolşy ýaly, býujet serişdeleriniň önjeýli bölegi durmuş pudagyna, onuň ösüşine gönükdirilýär. Ilatyň ösmegini hasaba almak, täze durmuş desgalarynyň gurulmagy, döredilen infrakstrukturanyň netijeli peýdalanylmagy hem gözden salnanok. Ilata gazy, suwy, elektrik toguny, duzy mugt bermegi dowam etdirip, ilatyň mätäç böleginiň goraga alynjakdygy hem anyk aýdylýar. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin baş ýörelgesi” Milli Maksatnamasynda tebigy gurşawy goramak, ekologiýa barada şeýle ýazylýar



“Ekologiýa, daş-töwerekdäki sredany goramak we biologik hem suw resurslaryndan oýlanyşykly peýdalanmak ugurlarynda tebigy resurslary kemeltmän, tebigatdan peýdalanmagyň ekologiýa, durmuş-ykdysady baş ýörelgesini, biologik köpdürliligi saklamagyň ylmy esaslaryny işläp düzmek boýunça işler, şeýle hem adamyň töwerekdäki tebigatyň gurluşyna täsir edişini kesgitlemek boýunça barlaglar dowam etdiriler”. Bu işleriň amala aşyrylmagy bilen Türkmenistanda töwerekdäki gurşawy goramagyň ýagdaýy has hem gowylanar.

“Amaly himiýa” dersi himiýa senagatynyň ösüşi bilen ýakyndan özara baglanşyklydyr. Maksatnamada himiýa senagatyny ösdürmek boýunça şu aşakdaky işler bellenilýär. Himiýa senagatyndaky tehnologik ösüşler dünýäniň, hem-de öz ýurdymyzyň innowasiýalaryny öwrenmäge esaslanar.

Garabogaz kölüniň mineral çig mal resurslaryny agtaryp tapmagyň, çykarmagyň we gaýtadan işlemegiň, Türkmenistanyň territoriýasyndaky ýoduň, bromuň, organiki mineral dökünleriň we bentonitiň, gazylyp alynýan magdanlaryň önümçiliginiň işlenilmeginiň netijeli usullary taýýarlanar we ornaşdyrylar.

2001-2003-nji ýyllarda täze dökün meliorantynyň önümçilik tehnologiýasy işlenilip düzüldi. “Garabogazsulfat” önümçilik birleşiginiň önümçilik galyndylarynyň fiziki-himiki esaslaryny we

toplumlaýyn gaýtadan işleniş tehnologiýasyny işläp düzmek boýunça barlaglar geçirildi. Bu barlaglar 2000-2004-nji ýyllarda Türkmenistanyň ykdysadyýeti üçin zerur bolan kaliý sulfatynyň, magniý okisiniň we beýleki himiki önümleriň synag-senagat önümçiligini gurmaga mümkinçilik berdi.

Ylmyň we tehnologiýanyň ösüşi töwerekdäki gurşawy goramaga uly kömek berýär. Maksatnamada Türkmenistanyň ylmyňy, tehnikasyny we tehnologiýasyny ösdürmegiň esasy ugurlary şu aşakdakylardan ybaratdyr.

**Öňde goýulan maksada laýyklykda, ýurduň ylmy-tehniki syýasaty şu aşakdaky esasy amala aşyrylýar:**

-ýurduň ykdysadyýetiniň esasy pudaklarynda dünýä ylmyňy we praktikasynyň gazananlaryny giňden peýdalanmak;

-watanymyzyň ylmy-tehniki güýçleriniň alyp barýan düýpli we amaly ylmy-barlaglarynyň netijelerini önümçilige çalt ornaşdyrmak.

**Ylmy-tehniki ösüş maksatnamasyny amala aşyrmak şu aşakdaky esasy wezipeleriň çözülmegini göz önünde tutýar:**

-ylmy güýçleriň ykdysadyýetiň we durmuşyň ileri tutulýan ugurlarynda jemlemek hem-de pudaklaryň anyk meselelerini ýerli şertleri we Türkmenistanyň aýratynlyklaryny hasaba almak bilen çözmek;

-ýokary okuw jaýlarynyň ylmyny ösdürmek, ýokary okuw jaýlarynyň ylmy güýçlerini iň ýokary derejede peýdalanmak;

-Türkmenistanyň ykdysadyýetiniň pudaklarynyň ýokary depginler bilen ösüşini üpjün eder ýaly, öndebaryjy tehnologiýalar boýunça maglumatlar toplumyny döretmek we dünýä ylmynyň iň täze gazananlaryny giňden peýdalanmak;

-daşary ýurtlar we halkara guramalar bilen ylym, tehnika hem-de öndebaryjy tehnologiýalar babatynda hyzmatdaşlygy giňeltmek;

-Türkmenistany ýokary ösen dünýewi demokratik döwlete öwürmek boýunça önde goýulan wezipeleri çözmäge ukyply ýokary hünärli işgärleri taýýarlamak.

**Tehnologik ösüşiň Türkmenistanyň durmuş-ykdysady, taryhy we geografik aýratynlyklaryny nazara alýan taktikasy şu aşakdaky wezipeleriň çözülmegine gönükdiriler:**

-gurluş-tehnologik özgertmeleri çuňňur geçirmek hem-de ýokary netijeli tehnologik giňişligi döretmek;

-maliýeleşdirmegiň içki we daşky çemeleşmelerini netijeli peýdalanmak maksady bilen, milli we halkara tehnologik syýasatynyň oýlanyşykly özara täsirleri üpjün etmek;

-önümçiligiň we hyzmat ugrunyň täze tehnologiýalary kabul edijiligini ýokarlandyrmaga, döwletiň durmuş-ykdysady ösüşiniň ýokary derejesini üpjün etmäge mümkinçilik berýän ykdysady usullaryny döretmek.

Ylmy-tehniki syýasat önümçiligi tehniki taýdan täzeden enjamlaşdyrmagyň ,önümleriň we tehnologiýalaryň düýpden täze görnüşlerini özleşdirmegiň hasabyna ýurduň jemi içki önümini artdyrmaga, ýurduň önümi daşary çykaryş kuwwatyny ýokarlandyrmaga ýardam etmelidir.

Ýurduň ykdysadyýetiniň ähli pudaklarynyň tehniki we tehnologik ösüşini tapgyrlar boýunça amala aşyrmak nazarda tutuldy.

Birinji tapgyrda (2000-2005ýý) döwletiň indiki ösüşi üçin geljegi bolan pudaklary saýlap-seçip, maýa goýujylar üçin zerur şertleri döretmek arkaly olary goldaw etmek esasy ugur hökmünde bellenilipdi we amala aşyrylypdy. Şu döwürde, Türkmenistanyň ykdysadyýetinde täze bir ýagdaý, täze bir gurluş emele geldi. Şuňa laýyklykda, döwletiň esasy serişdeleriniň baş çeşmesi daşary bazara çykarylýan çig mal we gaýtadan işleýän pudaklaryň önümleri boldy. Çünki bu pudaklar döwletiň ýöriteleşmeginiň esasyňy düzýärler.

Bular ilkinji nobatda nebit, gaz, himiýa we nebit himiýasy, pagta arassalaýjy, dokma senagatlarydyr. Saýlama maýa goýum syýasatynyň şu ugrunyň amala aşyrylmagynyň uly ykdysady manysy bar, çünki çig malyň belli bir derejede arzanlygy bilen bagly bäsdeşlik artykmaçlyklaryny goramak, ahyrky önüm çykarýan pudaklara goýum etmek üçin maýa toplanyşynyň möçberini artdyrmaga mümkinçilik döredýär.

Saýlap goýmagyň obýekti bolup, ilkinji tapgyrda import deregini tutýan, önümleriň sarp ediş bazary bolan azyk, tikiňçilik, dokma pudaklary hyzmat etdi. Olar,öz gezeginde, ykdysadyýetiň galan ugurlary üçin maýa toplamaga ýardam eder. Meýilnamada görkezilen bu tapgyr üstünlikli durmuşa geçirildi.

Ikinji tapgyrda (2006-2010ýý) içerki we daşarky bazara nazarlanan ylymsygymly hem-de ýokary tehnologiýaly maşyn we abzal gurluşyk pudaklary hem-de ýöriteleşdirilen önümçiliklere hyzmat etmek bilen bagly pudaklar ösdürildi. Olar içerki we daşarky bazarlar üçin niýetlenen önümler boldy. Bu tapgyryň hem esasy bölegi ýerine ýetirildi.

Ylmy-tehnologik kuwwaty özgertmeklik öňi bilen döwletiň strategik böhbitlerini gorap saklamagy nazarda tutmalydyr. Ileri tutulýan düýpli we amaly işläp düzmeler döwlet tarapyndan goldanylýar.

Bu getirilen maglumatlar **Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Mälikgulyýewiç Berdimuhamedowyň** ylmy önümçilik bilen ýakyndan baglanyşdyrmak baradaky ýörelgeleriniň üznüksiz durmuşa geçirilýändiginiň aýdyň şaýatlarydyr. Gelejekde hem türkmen milli ylmynyň, tehnologiýasynyň ösjekdigi we türkmen jemgiýetiniň ösüşine özüniň saldamly goşandyny goşjakdygy şübhesizdir.

Hormatly Prezidentimiziň milli ylmymyzy önümçilik bilen ýakyndan baglanyşdyrmak we onuň netijeliligini iş ýüzünde ýokarlandyrmak baradaky aýdyň Maksatnamalaryndan ugur alyp, Magtymguly

adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetinde himiýa hünäri boýunça okaýan talyplara “Amaly himiýa” dersi okadylýar.

## **2. Dersiň esasy düşüňjeleri, meselesi, ähmiýeti, gurluşy, hadysalarynyň toparlara bölünişi, bölümleri we beýleki dersler bilen arabaglanyşygy.**

### **2.1. Amaly himiýanyň esasy düşüňjeleri we meselesi hem-de beýleki dersler bilen arabaglanşygy.**

Amaly himiýa dersiniň esasy bölegini himiýa tehnologiýasy düzýär. Tehnologiýa sözi iki sany grek sözünden gelip çykýar: «tehnos»-sungat ýa-da senetçilik we «logos» - ylym. Diýmek tehnologiýa sözi senetçilik baradaky ylym diýen manyny berýär. Emma senagatyň häzirki zaman ösüş derejesi tehnologiýa sözüne üýtgeşik many berýär. Bu sözün giňişleýin manysy hökmünde, senagatyň haýsy hem bolsa bir pudagynyň önümçilik usullaryny we gurallaryny ylmy taýdan beýan etmeklige düşünilýär. Şeýlelikde himiki tehnologiýa çig maly himiki gaýtadan işlemegiň usullaryny we gurallaryny beýan edýän ylymdyr. Gaýtadan işlemek özüniň tebigaty boýunça örän çylşyrymly bolan himiki, fiziki-himiki, biohimiki, fiziki we mehaniki hadysalara esaslanýar.

Himiki tehnologiýa—çig mallary halkyň giňden sarp edýän harytlaryna we önümçilik serişdelerine

himiki gaýtadan işlemekligiň ekologiýa nukdaýnazardan arassa we ykdysady taýdan tygşytlý usullaryny öwrenýän ylymdyr. Häzirki zamanyň himiki tehnologiýasy, tebigy, tehniki we ykdysady ylymlaryň gazananlaryny ulanmak bilen, dürli-dürli önümçilikleriň gurallaryny, maşynlaryny, fiziki we himiki hadysalaryny we şu hadysalary amala aşyrmagyň hem-de dolandyrmagyň iň amatly usullaryny öwrenýär we işläp düzýär.

Himiýa tehnologiýasy ilki bilen fiziki himiýa, himiki termodinamika we himiki kinetika esaslanýar. Ýöne himiki tehnologiýa şu ylymlaryň gazananlaryny mehaniki gaýtalamayar we olary döredijilikli ösdürmek bilen önümçilikde peýdalanar ýaly derejä ýetirýär. Himiki tehnologiýanyň esasy meseleleriniň biri hem himiýa önümini almalygyň iň amatly tehnologiýasyny we gurallaryny işläp düzmekdir. Ine, şu mesele hem himiki tehnologiýanyň we arassa himiýanyň predmetlerini aratapawutlandyrýar. Soňky iki asyrdan himiki tehnologiýanyň ylmy esaslary uly ösüşlere sezewar boldy we netijede ol täze ylmy maglymatlar, teoriýalar bilen baýlaşdy. Bu bolsa himiki tehnologiýa ylymyň umumy himiki tehnologiýa, himiki tehnologiýanyň hadysalary we gurallary, himiki-tehnologiki sistemalary matematiki modellemek ýaly özbaşdak derslere bölünmegine getirdi.

## 2.2. Amaly himiýanyň ähmiýeti.

Amaly himiýanyň düzümi bölegi bolan himiki tehnologiýa, himiýa we onuň bilen ýakyn bolan beýleki senagat pudaklarynyň ylmy esasydyr we olaryň ösmegine özüniň güýçli täsirini ýetirip durýar. Häzirki zamanda himiýa senagatynyň ylmy-tehniki progresi çaltlandyrmakda, önümçiligiň netijeliligini, halkyň maddy hal ýagdaýyny we medeniýetini ýokarlandyrmakda uly ähmiýeti bardyr.

Daş kömrüni, nebiti, tebigy gazy we beýlekileri himiki taýdan gaýtadan işlemek bilen ýangyçlary, ýangyç gazlary we organiki maddalary alýarlar. Daş kömürden ýa-da tebigy gazdan, suwdan, howadan ammiagy we azot kislotasyny alýarlar we öz gezeginde olardan bolsa her hili mineral dökünleri, sintetiki maddalary öndürýärler. Himiýa senagaty oba hojalygyna zyýan beriji mör-möjekler we ösümlikleriň keselleri bilen göreşmek üçin maddalary, haşal otlary ýok etmek üçin gerbisidleri berýär.

Agajy himiki taýdan gaýtadan işlemek bilen kagyz, plastmassalar, agaç kömri, uksus kislotasy, metil we emil spirtleri, aseton we ş.m. alynýar.

Meselem, tebigy mineral bolan kükürt kolçedanyndan ýa-da arassa kükürtden alynýan kükürt kislotasy örän köp önümçiliklerde ulanylýar. Onuň kömegi bilen suwda eremeýän minerallara degişli bolan apatit ýa-da fosforit superfosfota ýa-da beýleki



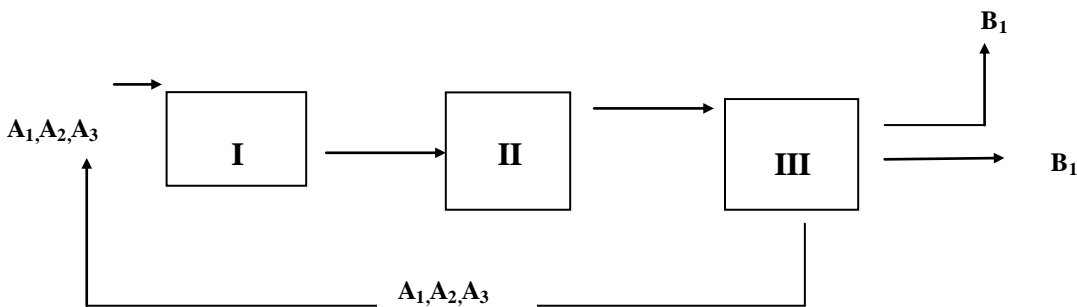
fosfor dökünlerine himiki usullaryň kömegi bilen gaýtadan işlenilýär.

Atom energetikasy üçin zerur bolan radioaktiw maddalar himiki usullaryň kömegi bilen öndürilýär.

Himiki usullaryň dürli senagat pudaklaryna girizilmegi çig mallary ýerlikli ulanmaga we galyndyny gaýtadan işlemäge mümkinçilik berýär. Senagatyň köp pudaklarynda, önümçiligi himiýalaşdyrmak tehniki progresiň esasy ugurlarynyň biridir.

### **2.3. Himiýa tehnologiýasynyň hadysalarynyň strukturasy.**

Himiki-tehnologiki hadysa başky çig maldan önümi almaga mümkinçilik berýän aýratyn operasiýalaryň köplüğinden ybaratdyr.



2.1-nji surat. Himiýa tehnologiýasynyň strukturasy

Has umumy görnüşde himiki—tehnologiki hadysanyň düzümi şeýledir.

I. Çig mallary taýýarlaýyş bölümi.

II. Himiki reaksiýasyny amala aşyrmak bölümi.

III. Alnan önümleri we reagirleşmedik reagentleri bölmek, ýagny separasiýa bölümi.

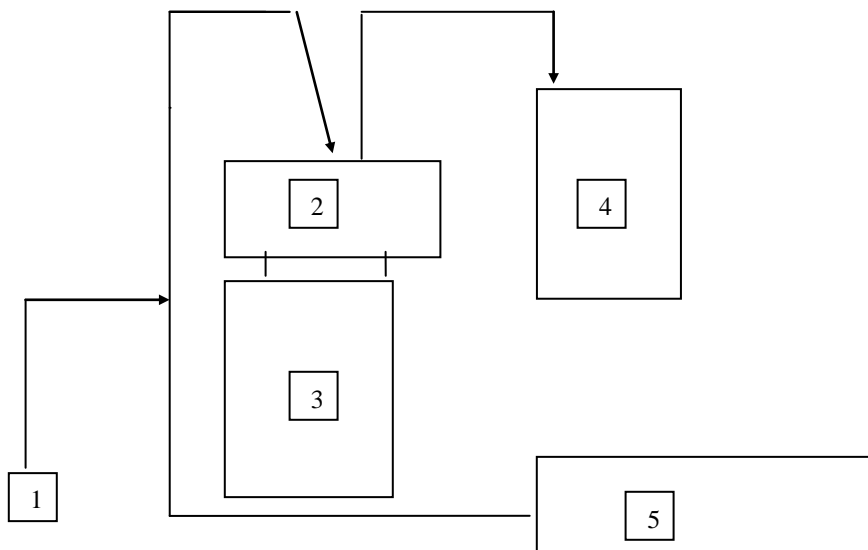
Himiýa tehnologiýasynyň strukturasy 2.1-nji suratda görkezilendir. Gelyän täze çig mallar reaksiýa gatnaşmadyk çig mallar bilen garyşýarlar we taýýarlaýyş bölümüne I iberilýär. Bu ýerde çig mallaryň ýagdaýy we parametrleri II bölümde amala aşyrylýan himiki hadysanyň edýän talaplaryny kanagatlandyran ýaly derejä ýetirilýär. Ýylylyk çalşyk we massaçalşyk, gidromehaniki hadysalar bilen bir wagtyň özünde bolup geçýän himiki hadysanyň netijesinde esasy önüm, goşmaça önümler emele gelýärler we reaksiýa gatnaşyp bilmedik reagentler galýar. Şu alnan maddalaryň garyndysy, olary biri-birinden bölüp aýyrmak maksady bilen III separasiýa bölümüne iberilýär. Esasy önüm bilen goşmaça önümleriň her biri aýratyn taýýar önümleriň saklanylýan ýerlerine iberilýär, reaksiýa gatnaşmadyk reagenler bolsa täze gelyän çig mallar bilen garyşyp ýene-de I taýýarlaýyş bölümüne girýärler we şeýlelikde ýapyk tehnologiýa aýlaw emele gelýär.

Mysal hökmünde ammiagyň sintezine seredip geçeliň (2.2-nji surat). Gysgaldylan görnüşde ammiagyň sinteziniň tehnologiýa shemasy şeýle beýan edilip bilner. Taýýarlaýyş bölümüniň düzümine gerek bolan basyşy döretmäge niýetlenen kompressor girýär. Ulanylýan basyşa baglylykda pes basyşly (100-150 atm), orta basyşly (250-600 atm) we ýokary basyşly

(600-1000 atm) sistemalary aratapawutlandyrýarlar. Sistemalaryň has giň ýaýrany orta basyşdaky sistemadyr, sebäbi olarda ammiagy bölüp aýyrmak galtaşma guralyndaky prosesin ýokary tizliginde bolup geçýär. Himiki prosesin bolup geçýän II bölümüne esasan galtaşma guraly we ulanyjy (utilizator) gazan girýär. Bu ýerde 450-500°C-da  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  promotorlary öz düzüminde saklaýan demir katalizatoryň gatnaşmagynda 10-20% ammiagyň emele gelmegi bilen reaksiýa bolup geçýär. Separasiýa bölümünün düzümine, esasan sowadyjy bilen aýlaw kompressory girýär.

## **2.4. Himiýa tehnologiýasynyň esasy bölümleri we hadysalarynyň klassifikasiýasy.**

Himiki tehnologiýanyň «Umumy himiki tehnologiýa» we «Hadysalar we gurallar» derslerine bölünmegi şertlidir. Sebäbi köp halatlarda maddalaryň düzümi we struktura taýdan içki üýtgemeleri, olaryň daşky görnüşleriniň, fiziki häsiýetleriniň üýtgemegi bilen bolup geçýär. Ondan başgada bu hadysalaryň ikisi hem şol bir giňişlikde bir wagtyň özünde ýerine ýetirilýär. Öz gezeginde “Umumy himiki tehnologiýa”



## 2.2-nji surat. Ammiagyň alnyşynyň tenologiýa cvzgvsy.

dersi hem iki bölümden durýar. Birinji bölümde umumy himiki kanunalaýyklyklar, nazaryýetler (teoriýalar), öwrenilse, ikinji bölümde himiki önümleriň belli bir görnüşini almaklygyň tehnologiýasy beýan edilýär. Şu ikinji bölümde umumy himiki kanunalaýyklyklar bilen bir hatarda fiziki kanunalaýyklyklar hem teoriýalar, belli bir önümi çykarmagyň tehnologiýasyny işläp düzmekde giňden ulanylýar.

Umumy himiki tehnologiýanyň ikinji bölümi hem öz gezeginde birnäçe bölümlerden durýar.

1) **Organiki däl maddalaryň tehnologiýasy** mineral kislotalaryň, aşgarlaryň, duzlaryň, dökünleriň, silikat

materiallaryň, aýnanyň, keramikanyň, ýarym geçirijileriň we ş.m. önümçiliklerini öz içine alýar.

2) **Organiki maddalaryň tehnologiýasy** organiki kislotalaryň, siptleriň, reňkleriň, plastmassalaryň, himiki süýümleriň, sintetiki kauçuklaryň we şuna meňzeş önümleriň organiki sintezini jemleýär.

Emma organiki däl we organiki maddalary öndürmek hadysalarynyň meňzeşligini belläp geçmek zerurdyr. Adatça olaryň öndürilmegi birleşdirilendir we şol bir kärhanada alhyp barylýar.

Seredilip geçilen umumy sihemadan we mysaldan görnüşi ýaly operasiýalaryň birnäçesi başky reagentleri himiki reaksiýa taýýarlamaga niýetlenendir. Biziň bilişimiz ýaly himiki reaksiýanyň tizligi basyşa, temperatura, reagentleriň düzümine, ulanylýan katalizatora we ş.m. hadysanyň parametrlerine baglydyr. Şunuň üçin hem reaksiýa geçirilmezinden öňürti köplenç halatlarda reagentler gyzdyrylýar. Goşmaça reaksiýalary azaltmak we ýokary hilli önüm almak maksady bilen başky çig maldan fiziki usullaryň kömegi bilen garyndylary aýyrýarlar. Bu usullar olaryň şu fiziki häsiýetleriniň: her dürli eredijilerde ereýjiligiň, dykzlygynyň, kristallaşmak we kondensirlenmek temperaturalarynyň aratapawdyna esaslanandyr. Reaksion garyndylar hem edil şunuň ýaly usullaryň kömegi bilen bölünýärler.

Şeýlelikde başky çig mallar we reaksiion garyndylar arassаланanlarynda ýylylyk we massaçalyşyk, gidromehaniki we mehaniki hadysalar giňden

ulanylýar. Ýöne, kähalatlarda garyndylary aňsat bölünip aýrylýan maddalara öwürýän, himiki reaksiýalar hem peýdalanylýar.

Belli bir tehnologiki usul boýunça taýarlanylýan reagentler köplenç halatlarda birnäçe etaplary öz içine alýan himiki özara täsire sezewar edilýär. Şu etaplaryň aralygynda ýylylyk we massaçalyşyk, gidromehaniki we beýleki fiziki hadysalaryň geçirilmegi mümkindir.

Meselem: kükürt kislotasy öndürilende kükürdiň ikili oksidiniň bir bölegi onuň üçli oksidine çenli okislendirilýär, soňra reaksiýa garyndy sowadylyp ondan absorbsiýa ýoly bilen kükürdiň üçli oksidi aýrylýar we täzedan okislendirmäge iberilýär.

Ahyrky basgançaklarda energiýanyň rekuperasiýasy, senagat zyňyndylaryny arassalamak işleri amala aşyrylýar. Bu işler çykýan gazlaryň we suwlaryň düzümindäki gymmatly maddalary almak we ýaşayyş gurşawyny hapalanmak howpundan goramak maksady bilen geçirilýär. Şeýlelikde himiki-tehnologiki hadysa umuman alanyňda örän çylşyrymly sistema bolmak bilen daşky gurşaw bilen täsir edişýän we özara baglanyşykly aýratyn hadysalardan durýar. Şu aýratyn hadysalara himiki-tehnologiki sistemanyň elementleri diýilýär we olar gidromehaniki, ýylylyk-we massaçalyşyk, himiki we mehaniki hadysalar toparlaryna bölünmek bilen bölek sistemalary emele getirýär.

Çylşyrymly himiki-tehnologiki sistemanyň möhüm bölek sistemalarynyň biri hem himiki hadysadyr. Ol

ýylylykçalyşyk we massaçalyşyk bilen bolup geçýän himiki reaksiýalaryň köplüğinden ybaratdyr.

Aýratyn hadysalaryň we olaryň özara täsiriniň öwrenilmegi tehnologiýa işleýiş düzgünini tapmaga mümkinçilik berýär.

Gurallaryň ýa-da gurallaryň sistemasynyň işleýiş şertlerini kesgitleýän parametrleriň köplüğine tehnologiýa işleýiş düzgüni diýilýär.

Hadysany alyp barmagyň iň amatly (optimal) şertleri diýip önümiň iň uly (maksimal) çykymyny ýokary tizlik bilen almaga mümkinçilik berýän ýa-da önümiň iň az (minimal) özüne düşýän gymmatyny üpjün edýän esasy ululyklaryň bahalaryna aýdylýar.

Çig maly taýýar önüme çenli gaýtadan işleýän tehniki serişdeleriň (maşynlaryň, gurallaryň we beýleki enjamlaryň) we tehnologiýa usullaryň köplüğine tehnologiýa sistema diýilýär. Maşynlaryň, gurallaryň, olaryň arasyndaky maddy we energetiki baglanyşyklaryň yzygiderli grafiki şekillendirilmegine hem beýan edilmegine maşyn-gural shemasy diýilýär. Maşynlardaky we gurallardaky geçirilýän tehnologiýa amallaryň (operasiýalaryň) yzygiderli grafiki şekillendirilmegine we beýan edilmegine tehnologiýa shema diýilýär.

Iň amatly (optimal) düzgünde işleýän tehnologiýa we maşyn - gural shemalaryny işläp düzmek we gurmak amaly himiýanyň (himiki tehnologiýanyň) möhüm meseleleriniň biridir. Tehnologiýa hadysalary geçirmegiň iň amatly (optimal) şertleri getirilen

tehnologiki görkezijileriň, ýagny çig malyň öwrülme derejesiniň, önümiň çykymynyň, saýlamaklygyň bahalaryny hasaba almak bilen kesgitlenilýär we iň ýokary ykdysady netijeliligini üpjün edýän ululyklaryň köplügi iň amatly (optimal) tehnologiki düzgüne degişlidir.

### **3.Tehnologiki hadysalaryň netijeliliginiň esasy görkezijileri. Himiki deňagramlylygyň häsietnamalary. Reaksiýanyň mehanizmi we tertibi.**

#### **3.1.Tehnologiki hadysalaryň netijeliliginiň esasy görkezijileri.**

Islendik himiki-tehnologiki prosesň netijeliligi (effektiwligi) tehnologiki we ykdysady görkezijileriň kömegi bilen kesgitlenilýär. Ykdysady-tehniki görkezijileriň esasylaryna himiki-tehnologiki sistemasynyň öndürüjiligi, intensiwligi, kuwwady, harçlanmak hemişeligi, başky çig malyň öwrülme derejesi, önümiň çykymy, saýlamaklyk we ykdysady netijeliligi degişlidirler. Bu ululyklar himiki-tehnologiki prosesleriň netijeliligine dürli nukdaýnazardan baha bermek bilen, olary kämilleşdirmegiň ýollaryny tapmaga kömek edýärler.

Himiki-tehnologiki sistemanyň öndürüjiligi diýlip wagt birliginde çykarylýan önümiň mukdaryna aýdylýar:



$$O = Q / \tau \quad (3.1)$$

bu ýerde,  $Q$ — $\tau$  wagtda çykarylan önüminiň mukdary (kg, tonna).

Himiki-tehnologiki sistemanyň intensiwligi (I) diýlip onuň öndürjiligiň guralyň haýsy hem bolsa bir geometrik ölçegini häsiýetlendirýän parametrine bolan gatnaşygyna aýdylýar. Önümiň çykymy alnan netijäni onuň predel mümkin bolan mukdarynyň belli bir bölegi görnüşinde häsiýetlendirýär. Esasy reaksiýanyň netijeliligini (effektivligini) goşmaça reaksiýalara görä mukdar taýdan kesgitlemek möhüm meseleleriň biridir.

Başky reagentiň esasy reaksiýa harçlanan mukdarynyň onuň umumy harçlanan mukdaryna bolan gatnaşygyna doly ýa-da integral saýlamaklyk diýilýär.

Başky reagentiň esasy önüme öwrülmeginiň tizliginiň onuň umumy harçlanmak tizligine bolan gatnaşygyna pursatlaýyn ýa-da differensial saýlamaklyk diýilýär. Başky reagentiň birnäçe ugurlar boýunça harçlanmagy diňe parallel reaksiýalarda bolup geçýändigini üçin pursatlaýyn (differensial) saýlamaklyk düşüňjesi hem diňe şolara degişlidir. Sistemanyň geometrik ölçegi hökmünde onuň göwrümi  $V$ , katalizatorlaryň üst meýdany  $S_k$  ýa-da gurallaryň içinde ýerleşýän jisimiň üst meýdany  $S$  kabul edilip bilner.

$$\begin{aligned} I &= Q/V \\ I &= Q/S_k \\ I &= Q/S \end{aligned} \quad (3.2)$$

Himiki-tehnodogiki sistemanyň kuwwady diýlip onuň öndürüjiliginiň mümkin bolan iň uly bahasyna aýdylýar. Himiki-tehnologiki sistemalar projektirlenende olaryň kuwwady hasaplanylýar. Şunuň ýaly hasaplamak ýoly bilen himiki-tehnologiki sistemanyň projekt kuwwady kesgitlenilýär.

Taýýar önümiň birligini almaga sarplanan çig mallaryň we energiýanyň mukdaryna harçlanmak koeffisiýenti diýilýär. Ol kg/t, m<sup>3</sup>/t, t/t ýaly birliklerde aňladylýar. Teoretiki harçlanmak koeffisiýenti başky çig mallaryň taýýar önümine öwrülme reaksiýasy boýunça stehiometrik gatnaşyklaryň esasynda hasaplanylýar.

Başky çig malyň himiki reaksiýada sarplanan mukdar bölegine onuň öwrülme derejesi  $x$  diýilýär. Şeýlelikde bu hemişelik çig malyň nähili derejede doly peýdalanylýandygyny görkezýär we şu deňleme boýunça aňladylýar.

$$x = (n_1 - n_2) / n_1 = \Delta n / n_1 \quad (3.3)$$

bu ýerde  $n_1$ -çig malyň başky mukdary:  $n_2$  çig malyň ahyrky mukdary,  $\Delta n$ -A çig malyň himiki reaksiýanyň netijesinde harçlanan mukdary. Öwrülme derejesi

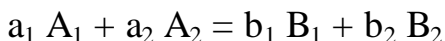
başky çig malyň belli bir bölegidir, şonuň üçin hem ol birden kiçidir.

### **3.2.Himiki deňagramlylygyň häsiýetnamalary.**

Himiki deňagramlylygyň häsiýetnamalary häzirki zaman himiki önümçilikleriň işlenip düzülmegi, projektirlenmegi we ulanylmagy(ekspluatasiýasy) himiki tehnologiýanyň umumy kanunalaýyklyklarynyň esasynda alnyp barylýar. Täze himiki önümçilik döredilende alymlaryň, inženerleriň we projektirleýjileriň tejribe işlerini azaltmak maksady bilen himiki-tehnologiki sistemalary matematiki modelirlemegiň usullary giňden ulanylýar. Şunda EHM-larynyň dürli görnüşleri peýdalanylýar. Çig mal tä taýýar önüme öwrülýänçä geçirilýän operasiýalar himiki-tehnologiki sistemalaryň elementleri bolmak bilen, olar dürli görnüşli proseslerden ybaratdyr. Esasan hem çig mallar doly suratda taýýar önüme öwrülýänçä bir tarapa gidýän öwrülşiksiz we deňagramlylyk ýagdaýyna çenli gidýän öwrülşikli prosesler giňden ýaýrandyrlar. Önümçigikde duş gelyän himiki reaksiýalaryň we dürli fazalaryň arasynda bolup geçýän massaçalyşyk prosesleriniň aglabasy öwrülşiklidir. Şunuň üçin hem himiki tehnologiýada deňagramlylygy öwrenmäge örän köp üns berilýär. Deňagramlylyk ýagdaýynda göni hem-de ters prosesleriň tizlikleri deňleşýär we netijede tä daşky täsirler üýtgeýänçä sistemadaky

özara täsir edişýän komponentleriň mukdar gatnaşyklary hemişelik bolup galýar. Eger haýsy hem bolsa bir komponentiň temperaturasy, basyşy ýa-da konsentrasıýasy üýtgeşe, onda sistemada deňagramlylygy täze şertlerde dikeldiýän, himiki we fiziki prosesler öz-özünden bolup geçýär. Meselem, gaz garyndysynyň haýsy hem bolsa bir komponenti suwuklykda siňdirilende, deňagramlylyk, absorbsiýaň (siňdirilmegiň) we desorbsiýanyň (suwuklykdan gaz fazasyna bölünip çykmagynyň) tizlikleriniň deňligini aňladýar, ýagny mukdar taýdan siňdirilme bolup geçmeýär. Himiki deňagramlylyga termodinamikanyň ikinji kanuny umumy görnüşde ulanarlyklydyr, ýagny izolirlenen sistemadaky himiki deňagramlylygyň şertleriniň biri hem entropiýanyň (S) maksimal bahany almagdyr. Hil taýdan, esasy parametrleriň deňagramlylyga edýän täsiri, termodinamikanyň ikinji kanunyny aňladýan Le-Şatalýäniň prinsipi boýunça kesgitlenilýär.

**Deňagramlylygyň hemişeligi.** Deňagramlylygyň hereketli ýagdaýy deňagramlylygyň hemişeligi K bilen häsiýetlendirilýär. Ol göni we ters reaksiýalaryň deňagramlykdaky tizlikleriniň hemişelikleriniň gatnaşmagyna deňdir. Şu görnüşli:



reaksiýalar üçin göni reaksiýanyň tizligi

$$u_1 = k_1 [A_1]^{a_1} [A_2]^{a_2};$$

we ters reaksiýanyň tizligi

$$u_2 = k_2 [B_1]^{b_1} [B_2]^{b_2}$$

bu ýerde  $k_1$  we  $k_2$  — deňşililikde göni we ters reaksiýalaryň tizlikleriniň hemişelikleri  $[A_1]$ ,  $[A_2]$ ,  $[B_1]$ ,  $[B_2]$  deňşililikde  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  maddalaryň konsentrasiýalary.

Deňagramlylyk wagtynda  $u_1 = u_2$ , ýagny bu ýerden deňagramlylygyň hemişeligini taparys. Gazly reaksiýalar üçin komponentleriň konsentrasiýalary parsial basyşlaryň üsti bilen aňladylyp bilner.

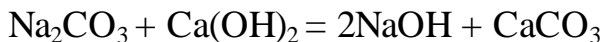
### 3.3. Reaksiýanyň mehanizmi we tertibi.

Deňagramlylyk üçin çykarylan deňlemeler, reagirleşýän maddalaryň gatnaşyklary stehiometrikä ýakyn bolanda ideal gazlaryň we tükeniksiz gowşadylan erginleriň düzümi bölekleriniň arasynda bolup geçýän sada reaksiýalar üçin dogrydyr. Getirilen deňlemeleriň hemmesi başky maddalar bilen önümleriň jemlenen mukdar gatnaşyklaryny aňladýar we bu deňlemeler esasan gurallaryň derejesine maddy balans düzülende peýdalanylýar. Has pes derejelerde (gurallaryň iş zonasynda, kiçi göwrümde, molekulýar derejede) prosesleri beýan etmek üçin, olaryň hakyky mehanizmini bilmek zerurdyr. Şunda reagirleşýän maddalaryň

uçujlygyny we aktiwligini hasaba almaly bolýar. Çykarylan deňlemeler boýunça hasaplamalar geçirmek üçin ilki bilen reaksiýanyň esasy düzüm böleklerini, tertibini we onuň iň haýal geçýän basgançagyny anyklamak gerek. Eger reaksiýanyň özi sada bolup we onuň tertibi himiki deňlemäniň koeffisýentlerine gabat gelip, ýöne komponentleriň haýsy hem bolsa biri gereginde has köp mukdarda alnan bolsa, onda kinetiki deňlemelerde bu komponentiň konsentrasiasyny hasaba almak amatly däl, sebäbi onuň konsentrasiasy praktiki taýdan üýtgemeyär diýen ýalydyr.

Diýmek ýokarda getirilen model reaksiýada hasaplama geçirmek üçin esasy komponentler bolup A we B maddalar hyzmat edýärler.

Meselem, şunuň ýaly usul boýunça, suwuň artykmaç mukdarynyň gatnaşmagynda bolup geçýän gidroliz, gidratasiýa we kristallogidratlaryň emele gelmek proseslerinde tizligiň we deňagramlylygyň hemişelikleri kesgitlenilýär. Eger sistemada reaksiýa suwuk sredada geçýän bolsa, ýöne suwuk hem-de gaty fazalarda ýerleşýän bir reagent az mukdarda ereýän bolsa, onda bu reagentiň harçlanmagy bilen bir wagtyň özünde eremeginiň hem bolup geçýändigini üçin onuň suwuklykdaky konsentrasiasy praktiki taýdan üýtgemän galýar. Iýiji natriniň önümçiliginde (ýa-da regenerasiýasynda) ulanylýan sodanyň ergininiň kaustifikasiýasy muňa mysal bolup biler. Reaksiýa şu aşakdaky deňleme boýunça

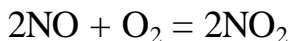


80°C temperaturada we has arzan önümiň hekiň artykmaç alnan mukdarynda bolup geçýär. Hek kalsiniň gidroksidiniň suw erginindäki ýuwaş-ýuwaşdan çökyän owunjak bölejiklerinden ybarat bolan hek süýdi görnüşinde ulanylýar. Bu getirilen mysalda hasaplama geçirmek üçin esasy komponentler bolup natriniň gidrooksidi we karbonaty hyzmat edýär.

Katalitik prosesler üçin reaksiýanyň tertibi, onuň himiki deňlemesiniň stehiometriýasyndakydan elmydama pesdir. Meselem, kükürtiň dioksidi katalizatorsyz okislendirlende, reaksiýanyň tertibi  $p=3$ ; katalizatoryň gatnaşmagynynda okislendirlende onuň aktiwliginiň ýokarlanmagy bilen reaksiýanyň tertibi  $p$  peselýär. Aktiwligi pes oksikodemir katalizatory üçin  $p=2,5$ , aktiwligi ýokary bolan wanadiý üçin  $p=1,8$  we aktiwligi has ýokary bolan platina üçin  $p=1$ . Emma katalizator deňagramlylygynyň ýagdaýyna we hemişeligine täsir etmeýär, şonuň üçin hem gomogen katalitiki däl reaksiýanyň stehiometriýasy geterogen katalitiki prosese hem degişlidir.

Prosesiň iň haýal gidýän basgançagyňy kesgitlemegiň mysaly hökmünde azot kislotasy senagatda alnanda we kükürt kislotasy nitroza usuly boýunça öndürlende bolup geçýän azodyň oksidiniň

okislenmek reaksiýasyna garap geçeliň. Şu reaksiýanyň jemleýji deňlemesi



Göni reaksiýanyň formulasyna görä bu deňlemäniň tertibi üçe deňdir. Bu reaksiýanyň deňagramlylyk hemişeligi şunuň ýaly aňladylyr. Emma, hakykatda bu proses iki sany yzygiderli reaksiýalar boýunça geçýär. Önümçiligiň şertlerinde prosesin umumy tizligi reaksiýanyň deňagramlylyk hemişeliginiň pes bahalary bilen çäklendirilýär.

#### **4. Himiki-tehnologiki hadysanyň tizligi. Hadysanyň tizligini dolandýrmagyň usullary.**

##### **4.1.Himiki-tehnologiki hadysanyň tizligi.**

Tehnologiki prosesin esasy önüm boýunça tizligi göni, ters we goşmaça reaksiýalaryň tizlikleriniň hem-de başky maddalaryň reaksiýanyň giňişligine we önümleriniň bu giňişlikden daşyna turbulent we molekulýar deffuziýa hereketiniň jemleýjisidir. Prosesin tizliginiň deňlemesindeki möhüm köpeldijileriň biri hem k prosesin tizliginiň hemişeligidir. Prosesin tizliginiň hemişeligine geterogen proseslerde massageçirijiligiň koeffisiýenti diýilýär. Bu ululyk dürli gurallaryň işleýşiniň intensiwligini kesgitlemekde we önümçilik



prosesleriniň tehnologiiki hasaplamalaryny geçirmek üçin ulanylýar. Prosesiň tizliginiň hemişeligi ( $k$ ) öwrülme derejesinden ( $x$ ) tapawutlylykda, wagta we reagirleşýän maddalaryň konsentrasiýasyna ( $c$ ) bagly däldir. Onuň temperatura baglylygy bolsa köp halatlarda Arreniusyň deňlemesi boýunça aňsat kesgitlenilýär.

## **4.2.Hadysanyň tizligini dolandyrmagyň usullary.**

Himiki tehnologiýanyň esasy meseleleriniň biri hem prosesini tizligini artdyrmak üçin, mümkin bolan usullary gözläp tapmakdan we ulanmakdan ybaratdyr. Prosesiň tizliginiň çaltlandyrylmagy bilen gurallaryň öndürijiligi hem ýokarlanýar. Himiki-tehnologiiki prosesleri intensiwleşdirmegiň ugurlary prosesini tizliginiň esasy formulalarynyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Bu formulalara görä prosesini tizligini artdyrmak üçin esasy ululyklary  $\nabla C$ ,  $k$  we  $F(V)$  köpeltmegiň ýollaryny gözlemek zerurdyr.

### **4.2.1 Prosesiň hereketlendiriji güýjini ( $\nabla C$ ) köpeltmegiň usullary**

.Prosesiň hereketlendiriji güýjüni şu aşakdaky usullar boýunça köpeltmek bolar: 1) Başky çig maldaky özara täsir edişýän komponentleriň konsentrasiýalaryny artdyrmak bilen; 2) basyşy

ýokarlandyrmak bilen; 3) deňagramlylygy önümiň emele gelmegine tarap süýşürmek maksady bilen reaksiýanyň önümini reaksiýa göwrüminden çykarmak arkaly; 4) prosesiniň temperaturasyny sazlamak bilen. Himiki reaksiýalaryň, absorbsiýa, adsorbisiýa we kodensasiýa prosesleriniň hereketlendiriji güýji  $\Delta C$  regirleşýän maddalaryň hakyky  $C_h$  we deňagramlylyk  $C_d$  konsentrasýalarynyň aratapawudynyň ( $C_h - C_d$ ) üsti bilen aňladylýar. Şonuň üçin hem prosesiniň hereketlendiriji güýjüni köpeltmek,  $C_h$  artdyrmak, ýa-da  $C_d$  azaltmak ýa-da şol bir wagtda bu iki ululygy hem üýtgetmek bilen amala aşyrylyp bilner.

**1)Başky çig maldaky özara täsir edişýän komponentleriň konsentrasýasyny köpeltmek prosesiniň tizligini proporsional artdyrýar.** Başky çig maldaky özara täsir edişýän komponentleriň konsentrasýasyny köpeltmegiň usuly materialyň agregat halyna baglydyr. Peýdaly düzümini köpeltmäge gaty çig mal üçin baýlaşdyrmak hem-de suwuk we gaz görnüşli çig mallarda bolsa konsentrirlmek diýilýär. Özara täsir edişýän maddalaryň konsentrasýasyny artdyrmak—bu prosesleri intensivikasiýalaşdyrmagyň iň giň ýaýran usullarynyň biridir.

**2)Basyş ýokarlandyrmak prosesiniň tizligine (öwürlişikli prosesleriň deňagramlylyk ýagdaýyna ýetmeginiň tizligine) we deňagramlylyk ýagdaýyna täsir edýär.** Basyş gaz fazada ýa-da gazlaryň

suwuklyklar we gaty maddalar bilen özara täsir edişmegi bilen geçýän prosesleriň tizligine güýçli täsir edýär. Adsorbsiýa, absorbsiýa, kondensasiýa prosesleriň hereketlendiriji güýji üýtgedýär. Suwuk fazanyň temperaturasyny peseltmek bilen, onuň üstündäki gaz komponentiň buglarynyň parsial basyşyny azaldýarlar. Şunda prosesin hereketlendiriji güýji we umumy tizligi artýar.

Desorbsiýa we bugarmak prosesleriniň hereketlendiriji güýji  $\nabla C = C^* - C$  Bu prosesleriň deňagramlylygyny süýşürmek we tizligini artdyrmak suwuklygy guralda bermezden öňürti onuň temperaturasyny ýokarlandyrmak arkaly ýa-da göni gurallarda gyzgyn gazlar, açyk ýa-da ýapyk bug bilen amala aşyrylýar. Şol bir wagtda temperaturanyň we basyşyň sazlanmagy, bu parametrleriň ikisiniň hasabyna hem hereketlendiriji güýji köpeltmäge mümkinçilik berýär.

**3) Reaksiýanyň önümleriniň reaksiýa giňişliginden çykarylmagy** ters täsirleşmäniň tizliginiň ( $u_2$ ) azalmagynyň hasabyna öwrüşikli reaksiýanyň jemleýji tizligini köpeldýär ýa-da  $C^*$  ululygy peseltmegiň ýa-da doly aýyrmagyň hasabyna geterogen prosesin hereketlendiriji güýjüni artdyrýar.

Gaz garyndysyndan reaksiýanyň önümi kondensasiýa, saýlamakly absorbsiýa ýa-da adsorbisiýa bilen çykarlyp bilner. Köp önümçiliklerde, şunuň üçin gaz garyndysyny reaksiýa garyndyny guraldan daşyna çykarýarlar, soňra önümi bölüp aýryp

ýene-de guralyň girelgesine berýärler - ýapyk (aýlawly) prosesler emele gelýär, meselem ammiagyň sintezi, spiritleriň sintezi we ş.m. Bu ýagdaýda reaksiýa gaz fazada stadiýalar boýunça geçýär. Her bir stadiýada önümiň konsentrasıýasy maksimal mümkin ululyga çenli ösýär, soňra absorbsiýada (kondensisiýada) nola ýakyn ululyga çenli peselýär, soňra aýlaw köp gezeklik gaýtalanylýar. Suwuk garyndydan önüm, onuň häsiýetine baglylykda kristal görnüşde çökdürmek, buglar görnüşinde desorbsiýa (bugarmak) ýa-da gaty siňdirijide adsorbisiýa bilen çykarlyp bilner. Erginiň soňraky prosese dolanmagy bilen kristallaryň çökdürilmegi mineral duzlaryň tehnologiýasynda ýygy-ýygdydan peýdalanylýar, meselem, kaliniň hloridiniň, ammoniiniň sulfatynyň we beýleki önümçiliklerde. Erän maddanyň buglarynyň desorbsiýasy eredijiniň gazlary arassalamakdaky sygymyny ýokarlandyrmak üçin ulanylýar.

#### **4.2.2 Prosesiň tizliginiň hemişeligini (k) köpeltmek.**

Prosesiň tizliginiň hemişeligini köpeltmek:

- 1) temperaturany ýokarlandyrmak bilen:
- 2) katalizatorlary peýdalanmak bilen:
- 3) garyşdyrmak bilen amala aşyrylyp bilner.

**1) Temperaturanyň ýokarlandyrylmagy reaksiýanyň tizliginiň hemişeligine diffuziýanyň koeffisiýentine garanyňda has güýçli täsir edýär.**

Netijede belli bir predele çenli temperaturanyň ýokarlanmagy bilen prosesin jemleýji tizligi artýar we soňra ters reaksiýanyň (k) ýa-da goşmaça reaksiýalaryň tizlikleriniň hemişelikleri agdyklyk etmäge başlaýar. Kinetiki ýaýlada geçýän prosesleriň aglabasy üçin temperaturanyň reaksiýanyň tizliginiň hemişeligine edýän täsiri Arreniusyň formulasy boýunça kesgitlenilýär. Bu deňleme hasaplamalar geçirmek üçin logarifmilenilýär we şu görnüşde ýazylýar

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (4.1)$$

bu ýerde— $k_0$ , k degişlilikde predeksponential köpeldiji we T absolýut temperaturadaky reaksiýanyň tizliginiň hemişelikleri: e-natural logarifminiň esasy; E-reagirleşýän maddalaryň aktiwleşmek energiýasy, J/(mol), R-universal gaz hemişeligi, 8,314 j/(mol•K) deň.

Eger E, K, T belli bolsa, onda (4.1) boýunça islendik temperaturadaky k tapmak we soňra reaksiýanyň tizliginiň temperatura koeffisiýentini hasaplamak bolýar. Want-Goffyň düzgünine görä, temperatura koeffisiýenti adatça 2-4 deňdir, ýagny temperatura 10°S ýokarlananda reaksiýanyň tizligi adatça 2-4 esse artýar. Emma bu düzgün 10-200°S temperaturada we aktiwleşmek energiýasynyň 60000-120000 j/mol bahalarynda ýakynlaşan hasaplamalary geçirmek üçin ulanarlyklydyr. Temperaturanyň

ýokarlanmagy we  $E_{\text{işjeň}}$  peselmegi bilen azalýar hem-de ýokary temperaturalarda bire ymtylýar. Deňleme belli reaksiýanyň temperatura koeffisiýentinde aktiwleşme energiýasyny tapmak üçin ulanylýar.

Arreniusyň deňlemesini şu aşakdaky görnüşde ýazmak bolýar:

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

bu ýerde A, B - temperatura koeffisiýentiniň praktiki üýtgemeyän predeline, diňe berlen reaksiýa üçin dogry bolan hemişelik koeffisiýentler. Koeffisiýent B eksperilent boýunça kesgitlenilýär we A hasaplanylýar ýa-da eksperiment boýunça kesgitlenilýär. Aktiwleşme energiýasyny kesgitlemek üçin adatça eksperimentiň netijesi boýunça grafík gurulýar, şunda diffuziýa koeffisiýentiniň temperatura baglylygy gazlar üçin şu sadalaşdyrylan formula bilen aňladylýar.

$$D_{\text{gaz}} = B \frac{T^{\alpha}}{P}$$

bu ýerde B — diffundirlenýän maddalaryň molekulýar massasyna bagly koeffisiýent, P- gazyň umumy basyşy;  $\alpha$  5-20 predellerde üýtgeýär. Diffuziýa koeffisiýenti D gazlar üçin 0,1 - 1 sm/s deňdir. Suwuklyklaryň ýokary şepbeşikligi üçin, olarda

diffuziýa gazlardakydan haýal geçýär. Diffuziýa koeffisiýentiniň bahasy erginlerde gazlardakydan  $10^4 - 10^5$  esse kiçidir we  $10^{-4} - 10^{-5} \text{ sm}^2/\text{s}$  deňdir. Erginler üçin

$$D_{suw} = B^I \frac{T}{\mu}$$

bu ýerde  $B^I$  - koeffisiýent;  $\mu$  - eredijiniň şepbeşikliginiň dinamiki koeffisiýenti.

Gaty gurşawda diffuziýa has haýaldyr. Adaty temperaturada gaty maddalaryň diffuziýa koeffisiýentiniň tertibi  $\text{sm}/\text{ýyl}$ ,  $\text{sm}/\text{asyr}$  deňdir. Temperaturany ýokarlandyrmak, kristallardaky atomlaryň yrgyldysynyň amplitudasyny we ýylylygyny artdyryp, diffuziýanyň koeffesiýentini birden ýokarlandyrýar, meselem,  $900-1000^\circ\text{C}$  temperaturada uglerodyň demirdäki diffuziýasy (metallar termiki işlenende) birnäçe sagadyň dowamynda bolup geçýär.

Reaksiýanyň tizliginiň temperatura koeffisiýentiniň diffuziýanyňkydan ululygy sebäpli, käbir himiki-tehnologiki prosesler (meselem, ýangyjyň gazifikasiýasy, sulfid magdanlarynyň bişirilmeği) temperatura ýokarlananda kinetiki oblastdan diffuzion oblasta geçýärler. Emma diffuziýa himiki-tehnologiki prosesleriň deňagramlylygyna täsir etmeýär.

Deňlemelerden görnüşi ýaly, temperaturanyň ýokarlanmagy bilen göni reaksiýanyň tizligi elmydama artýar. Emma önümçilik praktikasynda

temperaturanyň ýokarlandyrmak bilen prosesi intensifikasiýalaşdyrmagyň mümkinçiligini çäklendirýän köp sebäpler bar. Hemme öwrülişikli ekzotermiki reaksiýalarda, deňlemelerden görnüşi ýaly temperaturanyň ýokarlanmagy bilen deňagramlylygyň hemişeligi peselýär. Değişlilikde önümiň deňagramlylyk çykymy hem peselýär we himiki-tehnologiki prosesiň termodinamikasy, onuň kinetikasy bilen gapma-garşylyga girýär. Göni prosesiň tizliginiň ýokarlanmagyna garamazdan önümiň çykymy deňagramlylyk bilen çäklendirilýär.

Pes temperaturada hakyky çykym göni prosesiň tizligi bilen kesgitlenilýär we şonuň üçin hem temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ösýär. Ýokary temperaturalarda ters prosesiň tizligi göni prosesiň tizligine garanyňda çalt köpeliýär şonuň üçin hem deňagramlylyk bilen çäklendirilýän çykym temperaturanyň ýokarlanmagy bilen peselýär. Prosesiň iň uly tizligine we önümiň maksimal çykymyň değişli bolan optimal (iň amatly) temperatura bar.

Prosesleriň birnäçesinde, esasan hem organiki maddalaryň tehnologiýasynda, temperaturany ýokarlandyrmak esasy reaksiýa garanyňda uly temperatura koeffisiýentli goşmaça reaksiýalaryň ýüze çykmagy bilen çäklendirilýär. Şunda önümiň çykymy entek deňagramlylyk ýagdaýyna ýetmänkä güýçli peselip biler Metanolyň, ýokary spirtleriň sinteziniň we organiki sinteziň beýleki önümleriniň köpüsiniň şunuň ýaly häsiýetleri erginleri bardyr.



Endotermiki proseslerde, ekzotermikä garanynda ýokary temperaturalar has amatlydyr, sebäbi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen, hem tizligiň hemişeligi, hem deňagramlylygynyň hemişeligi ýokarlanýar. Emma bu ýagdaýda hem çykym kemelýän egri boýunça ýokarlanýar. Diýmek, temperaturany çäksiz ýokarlandyrmak amatly däldir.

Mundan başgada temperaturanyň ýokarlandyrylmagy birnäçe zyýanly täsirleriň ýüze çykmagy bilen çäklendirilýär. Temperaturanyň ýokarlandyrylmagy reagirleşýän maddalaryň reaksiýanyň zonasından çykarylmagyna getirip biler. Meselem, suwuk reaksiýa sredadan komponentleriň desorbsiýasy, ýa-da gaty däneli materiallaryň aglomerata kesmeklemegi netijesinde gazlar bilen galtaşmak üstüniň azalmagy. Köplenç halatlarda temperaturanyň ýokarlanmagy gurallaryň materiallarynyň gyzgyna durnuklylygy bilen çäklendirilýär. Önümçilikde ýokary temperaturalaryň ulanylmagy energiýanyň harçlanşynyň ýokarlanmagy bilen baglanşyklydyr. Esasan hem ekdotermiki proseslerde temperaturanyň ýokarlandyrmak üçin köp energiýa harçlamaly bolýar.

Şeýlelikde, temperaturany sazlamak prosesiniň hereketlendiriji güýjüni we tizliginiň hemişeligini K artdyrmak üçin gerek. Prosesleriň optimal temperaturalary reagirleşýän maddalaryň tebigatyna, basyşa, konsentrasýa, galtaşmak üstüne,

garyşdyrmagynyň intensiwligine we köp prosesler üçin ulanylýan katalizatorlaryň aktiwligine baglydyr.

**2) Katalizatorlar prosesiniň hereketlendiriji güýjüne täsir etmän, reaksiýanyň tizliginiň hemişeligini (k) güýçli artdyrýar.** Katalizatorlar, uly aktiwleşme energiýaly (E) bir basgancakly prosesi, her bir yzygiderli stadiýasy (E) başdaka garanyňda kiçi bolan (E) aktiwleşme energiýaly iki ýa-da ondan hem konstadiýaly prosesler bilen çalşyrmagynyň netijesinde himiki reaksiýalary tizlendirýär.

Katalitiki reaksiýalaryň aktiwleşme energiýasyny E.Arreniusyň deňlemesinden tapmak bolar. Emma gaty katalizatorlar üçin, hakykatda reagirleşýän maddalarynyň katalizatordaky adsorbsiýa ýylylygynyň ululygyna ýokary bolan hyýaly aktiwleşme energiýasy alynýar. Katalizatorlar diffuziýa proseslerini tizlendirmeýärler şonuň üçin hem diňe kuinetiki ýaýlada geçýän proseslerde peýdalanylýar. Köp önümçiliklerde katalizatorlary peýdalanmak, olaryň zerur tehnologiýa düzgüniň şertlerindäki durnuksyzlygy bilen çäklendirilýär. Ýokary ýa-da pes temperaturalarda, hem-de başga materiallaryň düzümindäki garyndylaryň täsiri netijesinde katalizatorlar öz aktiwligini ýitirýär.

**3) Garyşdyrmak molekulýar diffuziýanyň konwektiv diffuziýa bilen çalşyrylmagy, ýagny komponentleriň özara täsir edişmegine päsgel berýän diffuzion garşylyklaryň peselmegi netijesinde massageçirijiligiň koeffisýentini**

**artdyrýar.** Diýmek, reagirleşýän maddalary garyşdyrmak usulyny diňe diffuziýa yaylasynda gidýän proses üçin tä ol kinetiki yayla geçýänçä peýdalanmak amatlydyr. Garyşdyrmagyň indiki güýçlendirilmegi gysylyp çykarylma guralynda, prosesiniň hereketlendiriji güýjüniň we reaksiýanyň tizliginiň peselmegine getirýär. Seredilip geçiren prosesiniň tizliginiň hemişeligini artdyrmagyň üç usulyndan ilkinji nobatda prosesiniň in haýal geçýän basgançagyny tizlendirýäni peýdalanylýar.

#### **4.3. Kataliz, ingibitor we tehnologi katalizni biohimiki analogiýasy.**

Reagentler bilen aralyk özara täsire girişip, kataliz işi gutarandan soňra öz öňki himiki düzümine dolanyp gelýän maddalaryň katalizatorlaryň täsiri astanda himiki reaksiýalaryň tizliginiň artdyrylmagyna kataliz diýilýär. Reagentleriň we katalizatoryň faza ýagdaýy boýunça gomogen we geterogen katalitik hadysalara bölýarler. Katalizatoryň tizlendiriji täsiri himiki reaksiýanyň işjeňleşme energiýasyny peseltmekden ybaratdyr. Esasy katalizatoryň işjeňligini ýokarlandyrylýan maddalara aktiwatorlar ýa-da promotorlar diýilýär. Erginde çökdürüp ýa-da başga usul bilen katalizator girizilýän gyzgyna çydamly, berk we öýjükli maddalara göterijiler (nositeller) diýilýär. Himiki hadysanyň tizligini artdyrýan katalizatorlar himiýa senagatyna giňden peýdalanylýar.

Munuň tersine himiki hadysalaryň tizligini haýalladýan maddalar hem bardyr. Olara ingibitorlar diýilýär. Bu maddalary çig malyň düzüminden taýýarlaýyş bölümlerinde aýyrmaga çalyşýarlar. Biohimiki hadysalary çaltlandyrmak üçin fermentleri giňden ulanýarlar. Tehnologiki kataliziň biohimiki analogiýasyna biz janly organizmlerde bolup geçýän hadysalarda syn edýäris. Şeýlelikde biohimiki hadysalar hem katalitiki hadysalara degişlidirler, sebäbi olar tebigy katalizatorlaryň täsiri astynda bolup geçýärler.

## **5. Himiki gidrodinamikanyň esaslary we umumy düşüňjeleri.**

### **5.1. Gidrodinamikanyň esaslary we umumy düşüňjeleri.**

Himiýa senagatynda giňden ulanylýan gazlaryň we suwuklyklaryň turbalar boýunça hereket etmek, garylmak hadysalary, hem-de çökdürmek, süzmek we sentrifugirlmek ýoly bilen garyndylary bölmek hadysalary, gidrodinamikanyň kanunlary bilen kesgitlenilýän akymalaryň hereketleri bilen baglanşyklydyr. Şunuň üçin hem ýokarda agzalyp geçilen hadysalary öwrenýän ylma gidrodinamika, suwuklyklaryň we gazlaryň deňagramlylygyny öwrenýän ylma bolsa gidrostatika diýilýär. Gidrodinamika we gidrostatika

suwuklyklaryň we gazlaryň mehanikasyny öwrenýän gidromehanikanyň özbaşdak bölümleridir. Gidrodinamikanyň kanunlary, himiki tehnologiýada berlen hereketlendiriji güýç boýunça, ýagny basyşyň üýtgemegi boýunça, suwuklyklaryň (gazlaryň) hereket tizligini (harçlanyşyny) tapmaga ýa-da tersleýin meseläni çözmek üçin, suwuklyklaryň (gazlaryň) berlen hereket tizligi (harçlanyşy) boýunça gerek bolan hereketlendiriji güýji kesgitlemäge ulanylýar.

Gidrodinamikanyň kanunlary köptaraply bolmak bilen, birinjiden gidrodinamiki hadysalaryň esasy düzýär we ikinjiden bolsa belli bir derejede massaçalşygyk we ýylylykçalşyk hadysalarynyň geçiş häsiýetini kesgitleýär.

## **5.2.Suwuklyklaryň we gazlaryň esasy fiziki häsiýetleri.**

a)Eger gazyň tizligi sesiň tizliginden (334 m/s) pes bolsa, onda suwuklyklaryň we gazlaryň hereketleri şol bir kanunlar boýunça kesgitlenilýär. Şonuň üçin hem gidrodinamikada “suwuklyk” adalgasy özünde gazlary hem jemlemek bilen suwuklyk diýlip akyjylygy bolan madda düşünilýär.

b)Düýbünden gysylmaýan we içki sürtülme güýçleri bolmadyk suwuklyklara hyýaly (ideal) suwuklyklar diýilýär. Bu adalga, suwuklyklaryň hereketini beýan edýän, sada matematiki aňlatmalary

çykarmak üçin ulanylýar. Gidrodinamiki hadysalar öwrenilende, ikinji derejeli täsirleri hasaba almazlyk, hereketiň möhüm ululyklarynyň arasyndaky düýpli baglanyşyklary çykarmaga kömek edýär.

ç)Hakykatda suwuklyklar belli bir derejede gysylýarlar we olaryň şepbeşikligi hem bolýar, şonuň üçin hem olary hakyky (real) suwuklyklar diýip atlandyrýarlar. Suwuklyklaryň özüne damja suwuklygy we gazlara bolsa maýyşgak suwuklyk diýilýär.

Suwuklyklary dykzlyk, udel agram, şepbeşiklik ýaly esasy fiziki ululyklary bilen häsiýetlendirýärler.

### 5.2.1. Dykzlyk we udel agram

Suwuklygyň massasynyň  $m$  onuň tutýan göwrümine  $V$  bolan gatnaşygyna dykzlyk diýilýär we  $\rho$  bilen belgilenýär.

$$\rho = \frac{m}{V} \left[ \frac{kg}{m^3} \right] \quad (5.1)$$

Suwuklygyň agramynyň  $G$  onuň tutýan göwrümine  $V$  bolan gatnaşygyna udel agram diýilýär we  $\gamma$  bilen belgilenýär.

$$\gamma = \frac{G}{V} \left[ \frac{kg \cdot g}{m^3} \right] \left[ \frac{N}{m^3} \right] \quad (5.2)$$

Soňky aňlatmalardan  $G=mg$  deňligi göz önünde tutmak bilen alarys.

$$\gamma = \frac{mg}{V} = \frac{m}{V} g = \rho g$$

*ya-da*  $\gamma = \rho \cdot g \quad (5.3)$

bu ýerde  $g$ -agramlyk güýjüniň tizlenmesi. Udel agram, agramlyk güýjüniň täsiri astynda üýtgeýär, emma dykzlyk maddanyň, oňa täsir edýän agramlyk güýjüne bagly bolmadyk häsiýetidir. Damja suwuklyklarynyň dykzlygy basyşyň köpelmegi bilen ujypsyzja artýar we temperaturanyň ýokarlanmagy bilen bolsa biraz kemelýär. Gazlaryň dykzlygy temperaturanyň we basyşyň üýtgemegi bilen ep-esli üýtgeýär.

Klapeýronyň deňlemesini ulanmak bilen

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad we \quad \frac{m}{V_0} = \rho_0; \quad \frac{m}{V} = \rho;$$

*ya-da*

$$V_0 = \frac{m}{\rho_0}; \quad V = \frac{m}{\rho}$$

göz önünde tutmak bilen alarys

$$\frac{P}{T\rho} = \frac{P_0}{T_0\rho_0} \quad (5.4)$$

ýa-da

$$\rho = \rho_0 \frac{PT_0}{TP_0} \quad (5.5)$$

bu ýerde  $\rho$ -gazyň  $T$  temperaturadaky dykzlygy.

$\rho_0$ -gazyň adaty şertlerdäki dykzlygy.

$p_0, T_0$ -adaty şertlerdäki basyş we temperatura  
( $p_0=760$  mm.sim.süt.,  $T_0 = 293$  K)

Klapeýron-Mendeleyewiň deňlemesinden  
(uniwersal gaz deňlemesinden)

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

alarys

$$P = \frac{m}{V} \frac{RT}{M} = \nu \frac{RT}{M} \quad (5.6)$$

bu yerden

$$\rho = \frac{MP}{RT} \quad (5.7)$$

bu ýerde  $M$ -gazyň molekulýar massasy;  $R=8,314$  J/(mol.K), uniwersal gaz hemişeligi.

Jisimiň massa birliginiň tutýan göwrümine onuň udel göwrümi diýilýär.



$$V = \frac{1}{v} = \frac{V}{m} \left[ \frac{m^3}{kg} \right] \quad (5.8)$$

*Getirilen (5.6) we (5.8) denlemelerden alarys*

$$PV = \frac{RT}{M} \quad (5.9)$$

### **5.2.2. Dinamiki we kinematiki şepbeşiklik.**

Real suwuklyk hereket edende, onda herekete garşylyk görkezýän içki sürtülme güýçleri ýüze çykýar. Suwuklygyň herekete garşylyk görkezmek häsiýetine şepbeşiklik diýilýär. Her bir gatlagy hereketlendirmek üçin, gatlaklaryň galtaşma  $F$  üstüne proporsional bolan  $T$  güýç sarp etmeli bolýar. Bu  $T$  güýjüň galtaşma üstüniň  $F$  meýdanyna bolan gatnaşygyna içki sürtülmäniň naprýaženiýesi ( $\tau$ ) diýilýär.

$$\tau = \frac{T}{F}; \quad \tau = \mu \frac{d\omega}{dn} \quad (5.10)$$

bu ýerde  $\mu$ -şepbeşikligiň dinamiki koeffisiýenti (kg/m), (g/sm)  $d\omega/dn$ -tizligiň normal boýunça gradiýenty, ýagny suwuklygyň akýan ugruna perpendikulýar bolan ugurda, uzynlyk birliginde, gatlaklaryň tizliginiň görälik (otnositel) üýtgemesi.

Şepbeşikligiň birligi hökmünde 1 sm uzaklykda ýerleşýän 1 sm<sup>2</sup> meýdany bolan iki gatlagy 1 dina

güýjüň täsiri astynda 1 sm/sek görälik (otnositel) tizlik bilen hereket edyän suwuklygyň şepbeşikligi kabul edilendir. Şu birlige puaz (p) diýilýär. Puazdan 100 esse kiçi bolan dinamiki şepbeşikligiň birligine santipuaz (sP) diýilýär.

Dinamiki şepbeşikligiň  $\mu$  suwuklygyň dykzlygyna  $\rho$  bolan gatnaşygyna şepbeşikligiň kinematiki koeffisiýenti ýa-da kinematiki şepbeşiklik diýilýär.

$$V = \frac{\mu}{\rho} \quad (5.11)$$

$$[\gamma] = \left[ \frac{\mu}{\rho} \right] = \left[ \frac{\frac{kg}{m \cdot s}}{\frac{kg}{m^3}} \right] = \left[ \frac{m^2}{s} \right]$$

Bu kinematiki şepbeşikligiň SI sistemadaky ölçeg birligidir. Kinematiki şepbeşikligiň SGS sistemadaky birligi  $[\gamma] = [m^2/s]$  deňdir we stoks (St) diýlip atlandyrylýar. Stoksdan 100 esse kiçi bolan kinematiki şepbeşikligiň birligine santistoks (sSt) diýilýär.

### 5.2.3. Akymyň üznüksizlik deňlemesi (akymyň maddy balansy).

Diametri üýtgeýän turba seredeliň. Goý turbanyň I, II we III kesikleriniň meýdanlary deňşlilikde  $S_1, S_2$ , we  $S_3$  hem-de şol kesiklerdäki suwuklygyň tizlikleri bolsa  $\omega_1, \omega_2$  we  $\omega_3$  deň bolsa, onda

$$S_1\omega_1 = S_2\omega_2 = S_3\omega_3 = \text{const} \quad (5.12)$$

Ýagny, şu kesiklerden wagt birliginde geçýän suwuklyklaryň göwrümi birmeňzeşdir we suwuklygyň harçlanyşyna deňdir.

$$X_v = V/\tau = S\omega \quad (5.13)$$

Bu ýerden akymyň ortaça tizligini alarys

$$\omega = V/S\tau \text{ m/sek} \quad (5.14)$$

Eger biz göwrüm harçlanyşyny suwuklygyň dyklyzlygyna köpeltsek onda massa harçlanyşyny taparys

$$X_m = X_v \rho = \frac{V}{\tau} \left[ \frac{m}{s} \frac{kg}{m^3} \right], \left[ \frac{kg}{m^2 c} \right] \quad (5.15)$$

$$X_m = S \omega \rho$$

Maddalaryň massalarynyň saklanmak kanunyna salgylanmak bilen şu deňligi alarys:

$$\begin{aligned} X_{v1} = X_{v2} = \dots = \text{const}; \quad X_v = \text{const} \\ X_{m1} = X_{m2} = \dots = \text{const}; \quad X_m = \text{const} \end{aligned} \quad (5.16)$$

Bu suwuklygyň akymynyň maddy balansydyr we akymyň üznüksizliginiň deňlemesi diýlip atlandyrylýar.

Şu deňlemelere görä, suwuklygyň ortaça tizligi, turbanyň kese kesiginiň meýdanyna ters proporsionaldyr. Durnuklaşan hereketde, akymyň tizliginiň turbanyň kese kesiginiň meýdanyna köpeltmek hasyly hemişelik ululykdyr.

$$\omega S = \text{const} \quad (5.17).$$

#### **5.2.4 Deňagramlylygyň deňlemeleri we olaryň ulanylyşy.**

Gidromehanikanyň suwuklyklaryň we gazlaryň deňagramlygyny öwrenýän bölümüne gidrostatika diýilýär. Dynçlyk ýagdaýynda real suwuklygyň

hem içki sürtülme güýçleri ýokdyr, şonuň üçin hem onuň fiziki häsiýetleri ideal suwuklygyňka ýakynlygy hem-de suwuklyklaryň deňagramlygy baradaky meseläni has takyk çözmek bolar. Deňagramlylyk ýagdaýynda ýerleşýän suwuklygyň içinde  $\Delta F$  elementar meýdany göz önüne getireliň. Şol meýdana suwuklygyň sütüniň basyş güýji  $\Delta P$  normal ugura täsir edýär. Şuny subut etmek üçin güýç normal ugurda däl-de käbir burç boýunça täsir edýär diýip kabul edeliň, onda ol güýji normal we galtaşma çyzyklarynyň ugry boýunça dargatmak bolardy we güýjüň galtaşmak düzümi suwuklygy deňagramlylykdan çykarardy. Diýmek deňagramlylygy üpjün edýän güýç diňe normal ugurda täsir etmeli. Bu  $\Delta P$  güýjüň elementar meýdana bolan gatnaşygyna  $\Delta P/\Delta F$  ortaça gidrostatiki basyş diýilýär. Şu gatnaşygyň predeline

$$\lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta F} = p \quad (5.18)$$

berlen nokatdaky gidrostatiki basyş diýilýär.

**Eýleriň deňagramlylyk üçin differensial deňlemesi.** Deňagramlylykdaky suwuklykda taraplary  $dx$ ,  $dy$ ,  $dz$  deň bolan parallepiped görnüşindäki göwrümi bölüp alalyň .

Statikadan

$$P + dp/dz dz$$

1) Hidrostatiki basyşyň güýji. Hidrostatiki basyşyň güýji parallepipedin hemme granlaryna hem täsir edýär.

2) Agram güýji  $mg = -\rho dVg = -\rho g dx dy dz$

bu ýerde  $\rho$  - suwuklygyň dykzylygy

Meselem aşakdaky taraplary  $dx$ ,  $dy$  bolan grana normal ugurda  $p dx dy$  deň bolan güýç täsir edýär.

$$(P + \frac{\partial p}{\partial z} dz) dx dy$$

bu ýerde  $\frac{\partial p}{\partial z} dz$  aşaky grandan ýokarky grana çenli basyşyň üýtgemesi. Elementar göwrüme täsir edýän basyş güýjüniň ululygyny görkezilen basyş güýçleriniň aratapawudy görnüşinde taparys

$$p dx dy - \left( p + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) dx dy = - \frac{\partial p}{\partial z} dx dy dz$$

Agram güýjüni we gidrostatiki basyş güýjüni z okuna proyektirlemek bilen alarys

$$\sum Z = -\rho g dx dy dz - \frac{\partial p}{\partial z} dx dy dz = 0$$

Şuňa meňzeşlikde  $x$  we  $y$  oklaryna gidrostatiki basyş güýjüni proyektirlemek bilen alarys.

$$\sum X = - \frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz = 0$$

$$\sum Y = - \frac{\partial p}{\partial y} dx dy dz = 0$$

Alnan deňlemeleri degişlilikde  $dx dy$ ,  $dy dz$ ,  $dz dx$  ululyklara bölüp şu deňlemeler sistemasyny alarys

$$\begin{aligned} -\rho g dz - \frac{\partial p}{\partial z} dz &= 0 \\ -\frac{\partial p}{\partial x} dx &= 0 \\ -\frac{\partial p}{\partial y} dy &= 0 \end{aligned}$$

Şu deňlemeleriň sag we çep böleklerini goşmak bilen taparys

$$-\rho g dz - \left( \frac{\partial p}{\partial z} dz + \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy \right) = 0$$

Şu deňligiň çep tarapyndaky aňlatmanyň ikinji agzasynyň  $dp$  deňdigini göz önünde tutmak bilen alarys

$$\rho g dz - dp = 0$$

Soňky deňlemäni integrirläliň

$$\begin{aligned}
\int -\rho g dz - \int dp &= const \\
\text{ya - da} \\
-\rho g z - p &= const \\
\rho g z + p &= const \\
z + \frac{p}{\rho g} &= const \quad (5.19)
\end{aligned}$$

$\gamma = \rho g$  göz önünde tutmak bilen gidrostatikanyň esasy deňlemesini alarys

$$z_0 + \frac{p_0}{\gamma_0} = \frac{p}{\gamma} + z \quad (5.20)$$

$$p = p_0 + \gamma (z_0 - z) = p_0 + \gamma \Delta z \quad (5.21)$$

bu ýerde  $\Delta z = z_0 - z$

Suwuklygyň islendik ( $z_0$ ) nokadynda ( $p_0$ ) basyş haýsy hem bolsa bir ululyga çenli üýtgeşe, onda şu suwuklygyň islendik ( $z$ ) nokadyndaky ( $p$ ) basyş hem şonuň ýaly üýtgär, ýagny gapdaky suwuklyga täsir edýän basyş hemme tarapa deň geçirilýär. Bu kanuna Paskalyň kanuny diýilýär.



### 5.3. Bernullynyň deňlemesi.

#### 5.3.1. Suwuklyklaryň hereketiniň differensial deňlemesi we Bernulliniň deňlemesi.

Suwuklyklaryň deňagramlygy üçin Eýleriň differensial deňlemesi çykarlanda suwuklygyň içinde alnan elementar parallepipedde täsir edýän güýçleriň  $X, Y, Z$  oklaryna bolan proyeksiýalary deňşililikde şu aşakdakylardan ybaratdyr.

$$\begin{aligned}\Sigma X &= -\frac{\partial p}{\partial x} dxdydz \\ \Sigma Y &= -\frac{\partial p}{\partial y} dxdydz \\ \Sigma Z &= -\left(\rho g + \frac{\partial p}{\partial z}\right) dxdydz = 0\end{aligned}\quad (5.22)$$

Nýutonyň ikinji kanunyny ulanmak bilen

$$F = m \alpha$$

$X, Y$  we  $Z$  oklary boýunça, suwuklygyň içinde bölünip alnan elementar parallepipediniň hereketiniň deňlemesini düzeliň. Şunda parallepipediniň massasynyň  $m = \rho dxdydz$  we  $X, Y$  we  $Z$  oklary boýunça tizlenmesiniň bolsa, deňşililikde

$$a_x = \frac{d\omega_x}{d\tau}, \quad a_y = \frac{d\omega_y}{d\tau} \quad \text{we} \quad a_z = \frac{d\omega_z}{d\tau} \quad \text{deňdigi}$$

ni göz önünde tutmak bilen

$$\Sigma X = ma_x = \rho dx dy dz \frac{d\omega_x}{d\tau}$$

$$\Sigma Y = ma_y = \rho dx dy dz \frac{d\omega_y}{d\tau}$$

$$\Sigma Z = ma_z = \rho dx dy dz \frac{d\omega_z}{d\tau}$$

ýa-da

$$-\frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz = \rho dx dy dz \cdot \frac{d\omega_x}{d\tau} \quad (5.23)$$

$$-\frac{\partial p}{\partial y} dx dy dz = \rho dx dy dz \cdot \frac{d\omega_y}{d\tau} \quad (5.24)$$

$$-\left(\rho g + \frac{\partial p}{\partial z}\right) dx dy dz = \rho dx dy dz \cdot \frac{d\omega_z}{d\tau} \quad (5.25)$$

*Su (5.23), (5.24) we (5.25) denlemeleri yzygiderli tertipde dydz, dzdx we dx dy anlatmalara bolmek bilen alarys*

$$-\frac{\partial p}{\partial x} dx = \rho d\omega_x \cdot \frac{dx}{d\tau}$$

$$-\frac{\partial p}{\partial y} dy = \rho d\omega_y \cdot \frac{dy}{d\tau}$$

$$-\left(\rho g + \frac{\partial p}{\partial z}\right) dz = \rho d\omega_z \cdot \frac{dz}{d\tau}$$

$$\frac{dx}{d\tau}, \quad \frac{dy}{d\tau} \text{ we } \frac{dz}{d\tau}$$

degişlilikde  $\omega_x$ ,  $\omega_y$  we  $\omega_z$  deňdigini göz öň ünde

tutmak bilen, deňlemelerin sag we çep taraplaryny goşup şu aşakdaky deňlemäni alarys:

$$-\frac{\partial p}{\partial x}dx - \frac{\partial p}{\partial y}dy - \frac{\partial p}{\partial z}dz - \rho g dz = \rho(\omega_x d\omega_x + \omega_y d\omega_y + \omega_z d\omega_z)$$

*Su denlemedaki jemlerin bahalaryny*

$$-\frac{\partial p}{\partial x}dx + \frac{\partial p}{\partial y}dy + \frac{\partial p}{\partial z}dz = dp$$

*we*

$$\omega_x d\omega_x + \omega_y d\omega_y + \omega_z d\omega_z = \omega d\omega = d\left(\frac{\omega^2}{2}\right)$$

onda ýerinde goýmak bilen alarys

$$-dp - \rho g dz = \rho d\left(\frac{\omega^2}{2}\right)$$

*ya-da*

$$dp + \rho g dz = \rho d\left(\frac{\omega^2}{2}\right) = 0$$

$$dz + \frac{dp}{\rho g} + d\left(\frac{\omega^2}{2g}\right) = 0 \quad (5.26)$$

Soňky alnan deňlemä suwuklyklaryň hereketi üçin Eýleriň differensial deňlemesi diýilýär. Bu differensial deňlemäniň iki tarapy hem integrirlemek bilen Bernulliniň deňlemesini alarys

$$z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\omega^2}{2g} = \text{const} \quad (5.27)$$

Şu alynan Bernuliniň deňlemesi hereket edýän ideal suwuklygyň energetiki balansyny aňladýar. Bu deňlemede  $z$  ululyk suwuklygyň ýagdaýynyň potensial energiýasyny uzynlygyň ölçeg birliginde aňladýar we geometrik basyş diýlip atlandyrylýar.

Agza  $P/\rho g$  basyşyň potensial energiýasyny uzynlygyň ölçeg birliginde aňladýar

$$\left[ \frac{P}{\rho g} \right] = \left[ \frac{n/m^2}{kg/m^3 \cdot m/c^2} \right] = \left[ \frac{\frac{kg \cdot m}{m^2} / m^2}{kg/m^3 \cdot m/c^2} \right] = [m]$$

Basyşyň energiýasy wertikal pezometrik trubkanyň kömegi bilen ölçenilip biliner. Suwuklyk basyşyň täsiri astynda trubkada  $h=P/\rho g$  beýiklige galýar. Şuňa statiki ýa-da pezometrik basyş diýilýär. Agza  $w^2/\rho g$  hereket edýän suwuklygyň udel kinetik energiýasyny uzynlygyň ölçeg birliginde aňladýar. Bu agza, tizlik basyşy ýa-da dinamiki basyş diýilýär. Ol trubkadan  $w$  başky tizlik bilen dik ýokaryk pürkülýän suwuklygyň galýan beýikligine deňdir. Şeýlelikde, Bernuliniň deňlemesine görä, ideal suwuklygyň hereketinde akymyň islendik geometrik, pezometrik we tizlik batlarynyň jemi hemişelik ululykdyr.

### 5.3.2. Real suwuklyklar üçin Bernulliniň deňlemesi.

Ýokarda alnan deňlemeleriň hemmesi ideal suwuklyklara degişlidir. Bernulliniň deňlemesini real suwuklyklarda ulanmak üçin garşylygy we sürtülmäni ýeňip geçmäge harçlanýan energiýany hem hasaba almaly. Bu ýagdaýda, suwuklyk I-I kesikden II-II kesige geçende sürtülme we garşylyk güýçlerini ýeňip geçmek üçin energiýanyň belli bir bölegi harçlanar.

Bernulliniň deňlemesi  $1/g$  kg suwuklygyň energetiki balansydyr we eger biz bu deňlemäni  $g$  köpeltmek  $1kg$  suwuklygyň energetiki bolansyny alarys

$$gz + p/\rho + \omega^2/2 = \text{const} \quad (5.28)$$

Suwuklyk bir kesikden beýleki kesige geçende ýitirilen energiýa suwuklygyň içki energiýasyny ( $U$ ) köpeltmäge harçlanýar (eger daşky sreda bilen ýylylyk çalşygy ýok bolsa):

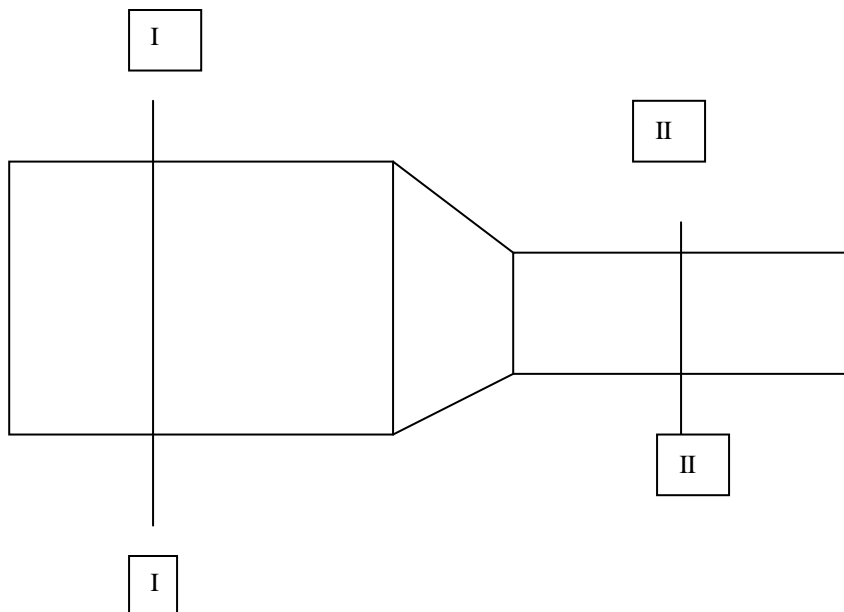
$$U_1 + gz_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{\omega_1^2}{2} = gz_2 + \frac{p_2}{\rho} + \frac{\omega_2^2}{2} + U_2$$

$$gz_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{\omega_1^2}{2} = gz_2 + \frac{p_2}{\rho} + \frac{\omega_2^2}{2} + U_2 - U_1$$

Soňky alnan deňlemäniň iki tarapyny  $g$  böleliň

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g} + \frac{U_2 - U_1}{g}$$

Soňky agza  $h_u = (U_2 - U_1)/g$  uzynlyk ölçeg birliginde aňladylýar we ýitirlen basyş diýlip atlandyrylýar.



Real (hakyky) suwuklygyň durnuklaşan hereketinde, akymyň islendik kese kesiginde geometrik, pezometrik, tizlik we ýitirlen batlaryň jemi hemişelik ululykdyr. Eger seredilýän kesikde uýy ereldilen aýna turbajygyny akymyň oky boýunça ýerleşdirsek, onda I kesikdäki suwuklygyň derejesi pezometrik we tizlik, II kesikde bolsa suwuklygyň derejesi  $h_u$  ululyk pes bolar. Şeýlelikde

$h_{ul-II}$  ululyk real suwuklyk I kesikden II kesige çenli hereket edende onuň ýitirilen badyny kesgitleýär.

Real suwuklygyň akymynyň ugry boýunça gidrodinamiki basyşyň azalmagy, başky we ahyrky kesikleriň aralygynda ýitirilen bada deňdir. Ýokarda çykarylan deňlemeler damja suwuklyklaryna degişlidir, maýyşgak suwuklyklar üçin, ýagny gazlar üçin ýylylygyň berilmegi içki energiýanyň we göwrümiň ýa-da basyşyň üýtgemegine getirýär. Bernuliniň real suwuklyklar üçin deňlemesini umumy görnüşde ýazmak bolar.

$$U_1 + z_1 g + \frac{p_1}{\rho} + \frac{\omega_1^2}{2} = U_2 + z_2 g + \frac{p_2}{\rho} + \frac{\omega_2^2}{2} ;$$

Maddanyň udel entalpiýasyny, ýagny  $U$ -içki energiýasynyň we  $pV$  – basyşynyň potensial energiýasynyň jemini  $i = u + pV$  bilen belgiläp alarys ( $p/\rho = pV$ ).

$$z_1 g + i_1 + \frac{\omega_1^2}{2} = z_2 g + i_2 + \frac{\omega_2^2}{2}$$

### 5.3.3. Bernulliniň umumylaşdyrylan deňlemesi

Energiýanyň saklanmak kanunyny I-I we II-II kesikler üçin ýazalyň (-nji surat)

$$E_1 + L + Q = E_2 \quad (5.29)$$

bu ýerde  $E_1$  we  $E_2$  deňşlilikde I – I we II-II kesiklerdäki doly energiýa. Soňky (5.29) deňlemäni şu görnüşinde ýazalyň

$$z_1 g + i_1 + \frac{\omega_1^2}{2} + l + q = z_2 g + i_2 + \frac{\omega_2^2}{2} \quad (5.30)$$

bu ýerde  $l = L/m$  – nasosdan ýa-da kompressordan 1 kg suwuklyga berilýän iş.  $q = Q/m$  – ýylylyk çalşyjdanyň 1 kg suwuklyga berilýän ýylylyk

Bu (5.10) deňlemeden taparys

$$l + q = \left( z_2 g + i_2 + \frac{\omega_2^2}{2} \right) - \left( z_1 g + i_1 + \frac{\omega_1^2}{2} \right)$$

ýa-da

$$l + q = (z_2 - z_1)g + i_2 - i_1 + \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2}$$

$$l + q = \Delta z g + \Delta i + \Delta E_{ud.kin} \quad (5.31)$$

$$\text{bu ýerde } \Delta z = z_2 - z_1$$

$$\Delta i = i_2 - i_1$$

$$\Delta E_{ud.kin.} = \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2}$$



Soňky (5.31) deňlemä görä, trubageçiriji boýunça hereket edýän suwuklyga berilýän iş we ýylylyk ony  $\Delta z$  beýiklige galdyrmaga, entalpiýany  $\Delta i$  ululyga artdyrmaga we udel kinetiki energiýasyny  $\Delta E_{\text{ud.kin.}}$  ululyga üýtgemäge harçlanýar.

## **6. Himiýa önümçiliginiň gidrodinamiki gurallary. Nasoslar we kompressorlar.**

### **6.1.Nasoslaryň toparlara bölünişi we ulanylýan ýerleri.**

Nasoslar suwuklyklary daşamak üçin ulanylýar. Kompressor maşynlary gazlary daşamak we gysmak üçin ulanylýar. Nasoslar we kompressorlar şu aşakdaky esasy görnüşlere bölünýärler: merkezden daşlaşýan, porşenli, rotosion we başgalar.

Porşenli nasoslar XIX asyrdan giňden ýaýradylar, ýöne ýokary tizlikli elektrohereketlendirijileriň (elektrodwigatelleriň) peýda bolmagy bilen olar merkezden daşlaşýan nasoslara çalşyrylyp ugraldy. Merkezden daşlaşýan nasoslar soňky on ýyllyklarda uly kämilleşmelere sezewar boldylar.

### **6.2. Nasoslaryň esasy parametrleri.**

Islendik nasosyň işleýşini häsiýetlendirýän parametrleriň esasylaryna öndürijilik  $Q$ , bat  $H$  we

kuwwat  $N$  degişlidir. Öndürijilik  $Q$  nasos tarapyndan wagıt birliginde daşalýan suwuklygyň göwrümi bilen kesgitlenilýär we  $m^3/\text{sek}$ ,  $m^3/\text{min}$ ,  $m^3/\text{sag}$  kähalatlarda bolsa  $\text{litr}/c$ ,  $\text{litr}/\text{min}$  birliklerde ölçenilýär.

Bat (H) Bernulliniň deňlemesiniň kömegi bilen kesgitlenilýän  $1/g$  kg suwuklyga berilýän artykmaç energiýa deňdir. Suwuklygyň ýokaryk galşynyň beýikligi  $H_g = H_s + H_{g.y.}$  deňdir. Diýmek suwuklygyň ýokaryk galşynyň geometrik beýikligi sorulma we gysylýp ýygnanma beýiklikleriniň jemine deňdir.

Badyň umumy ýitgisi trubkanyň sorulmak we gysylýp ýygnamak bölekleriniň ýitgileriň jemine deňdir:

$$h_y = h_{g.y.} + h_s \quad (6.1)$$

Bu trubkalardaky tizlik badynyň aratapawudy hasaba alynmasa hem bolar. Bernulliniň deňlemesinden alarys:

$$H = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} - h_y$$

$$H = H_s - H_{g.y.} + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} - h_s + h_{g.y.} \quad (6.2)$$

Diýmek, umymy ýagdaýda nasos tarapyndan döredilýän bat suwuklygy  $H_g$  beýiklige galdyrmaga, bat we kabul ediji gaplardaky basyşlaryň aratapawudyny  $(P_2 - P_1) / \rho g$  hem-de sorulmak we gysylýp ýygnamak trubkalaryndaky garyşyklary  $h_s + h_{g.y.}$  ýeňmäge harçlanýar. Eger kabul ediji we bat

gaplaryndaky basyşlar deň bolsalar, onda  $P_1 = P_2$  we  $(P_2 - P_1) / \rho g = 0$ . Nasos kabul ediji gapdaky suwuklygyň derejesinden pesde hem birikdirilip bilner. Bu ýagdaýda sorulmak beýikligi otrisateldir ( $H_s < 0$ ), sebäbi nasos sorulma tarapynda basyş astynda işleýär.

Nasosyň bady ideal suwuklygyň  $P_1 = P_2$  ýagdaýynda wertikal boýunça metrde aňladylan daşamak beýikligine san taýdan deňdir. Real suwuklygyň daşamak beýikligi ideal suwuklygyňkydan kiçidir, sebäbi bu ýagdaýda nasos tarapyndan döredilýän badyň bir bölegi garşylyk we sürtülme güýçlerini ýeňmäge harçlanylýar. Işläp duran nasoslarda bat  $H$  (m) şu formula boýunça kesgitlenilýär.

$$H = \frac{P_M - P_V}{\rho g} + h_{M-V} \quad (6.3)$$

bu ýerde  $p_M$  - manometriň görkezýän basyşy, Pa;

$p_V$  - wakuummetriň görkezýän, Pa;

$\rho$  - suwuklygyň dykzlygy,  $\text{kg/m}^3$ ;

$g$  - agyrylyk güýjüniň tizlenmesi,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$h_{M-V}$  - manometriň we wakuumlaryň

birikdirilen nokatlarynyň wertikal boýunça aralygy, m.

Suwuklygyň nasos tarapyndan sorulmagy kabul ediji gapdaky daşky  $P_1$  basyş bilen nasosyň girelgesindäki  $P_0$  basyşyň aratapawudynyň netijesinde ýüze çykýan  $P_1/\rho g - P_0/\rho g$  bat suwuklygy  $H_s$  sorulma beýikligine galdyrmaga, suwuklygy  $w$  tizlik bilen hereketlendirmäge, ýagny  $w^2/2g$  tizlik badyny döretmäge we sorujy turbadaky  $h_s$  gidrawlitiki

garşylyklaryny ýeňip geçmäge harçlanýar. Eger suwuklyk aýyk gapdan sorulýan bolsa, onda daşky basyş atmosfera basyşyna deňdir ( $P_1=P_0$ ) we şu deňlemäni ýazmak bolar

$$\frac{p_a}{\rho g} - \frac{p_0}{\rho g} = H_S + \frac{\omega_0^2}{2g} + h_S \quad (6.4)$$

Suwuklygyň sorulmagy üçin,  $P_0$  basyş berlen temperaturadaky suwuklygyň doýgunlaşan buglarynyň  $P_t$  basyşyndan uly bolmalydyr.

$$p_0 \geq p_t ; \quad \frac{p_0}{\rho g} \geq \frac{p_t}{\rho g}$$

$$\frac{p_0}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - \left( H_S + \frac{\omega_0^2}{2g} + h_S \right) \quad (6.5)$$

$$\frac{p_a}{\rho g} - \left( H_S + \frac{\omega_0^2}{2g} + h_S \right) \geq \frac{p_t}{\rho g}$$

Şu ýerden alarys:

$$H_S \leq \frac{p_a}{\rho g} - \left( \frac{p_t}{\rho g} + \frac{\omega_0^2}{2g} + h_S \right) \quad (6.6)$$

Atmosfera basyşynyň  $p_a$  agzalmagy bilen nasosyň sorulmak beýikligi  $H_S$  hem azalýar. Suwuklygyň doýgunlaşan buglaryň basyşynyň  $P_t$  köpelmegi bilen hem  $H_S$  azalýar. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen

$P_t$  artýar, şonuň üçin hem  $H_s$  peselýär. Haçanda  $P_0$  we  $P_t$  basyşlar deňleşende suwuklykdan buglar we onda erän gazlar güýçli bölünip çykýarlar. Şunda sorulmak beýikligi  $H_s$  peselip nola çenli ýetip biler.

Sorujy turbadaky suwuklygyň w tizliginiň we ondaky ýitginiň  $h_s$  artmagy bilen hem sorulma beýikligi  $H_s$  peselýär. Adatça sowuk suwuklyk daşlanda  $H_s = 5-6$  m gyzgyn we şepbeşik suwuklyklar daşlanda ondanda az. Şonuň üçin hem gyzgyn we şepbeşik suwuklyklar basyş bilen ýa-da sorulmak tarapyndan bat bilen nasosa berilýär. Sorulmak we gysylyp ýygnaýma prosesleriniň nasoslaryň dürli görnüşleri üçin dürli-dürlidigine garamazdan (6.6) deňleme hemme nasoslar üçin umumydyr.

### **6.3. Kawitasiýa hadysasy.**

Nasosdan ýerli basyşyň ululygy, suwuklygyň doýgunlaşan buglarynyň berlen temperaturadaky basyşyndan pese düşende, suwuklykdan buglaryň we onda erän gazlaryň intensiw bölünip çykmak prosesi başlanýar. Tigiriň (perleriň) kanallary boýunça, suwuklygyň kömegi bilen ýokary basyşly ýerlere äkidilýän bug-gaz köpürjikleri çalt kondensirlenýärler. Şunda emele gelýän boşluklara suwuklygyň uly tizlik bilen ymtylmagy, nasosyň sandyraşmagy (şakyrdamagy we titremegi) bilen bolup geçýän köpsanly gowşak gidrawliki urgylaryň ýüze

çykmagyna eltýär. Netijede, nasosyň öndürijiligi, bady we p.t.k.-i birden aşaklaýar. Beýan edilen hadysa, kawitasiýa diýlip atlandyrylýar we ol nasosyň (mehaniki hem-de himiki taýdan) çalt hatardan çykmagyna sebäp bolýar.

Kawitasiýany ýeňip geçmek üçin nasosyň girelgesindäki basyşy artdyryýarlar, sorulmak beýikligini azaldýarlar ýa-da sorulmak tarapynda nasosy bat astynda işledýärler. Ondan başgada nasoslaryň perleriniň (tigirleriniň) kawitasiýa garşy durnuklygyny artdyrmak üçin ony ýokary berklikdäki materiallardan ýasaýarlar.

Suwuklyga berilýän peýdaly kuwwat 1 kg suwuklyga berilýän energiýanyň (gH) suwuklygyň massa harçlanyşyna (Qρ) köpeldilmegine deňdir.

$$N_n = Q\rho gH$$

Nasos tarapyndan harçlanýan kuwwat peýdaly kuwwatdan ýitginiň ululygyna köpdür. Nasosyň peýdaly kuwwatynyň ( $N_n$ ) onuň umumy ulanýan kuwwatyna bolan (N) gatnaşygyna nasosyň doly peýdaly täsir koeffisiýenti diýilýär.

$$\eta = N_n/N \quad (6.7)$$

Şu ýerden nasos tarapyndan ulanylýan kuwwaty alarys:

$$N = \frac{N_n}{\eta} = \frac{Q\rho gH}{\eta} Bm$$

ya – da

$$N = \frac{Q\rho gH}{1000\eta} \quad kbm \quad (6.8)$$

Nasosyň doly kuwwady N nasosyň elektrodwigatelinin kuwwatyna  $N_{ed}$  deňdir

$$N = N_{ed}. \quad (6.9)$$

Doly p.t.k.-i nasosyň işleýşiniň tygşytlýygyny kesgitleýän möhüm häsiýetnamalaryň biridir. Doly p.t.k. nasosyn salnigindan, turbalaryň flanesleriniň birikdirilýän ýerlerinden we beýleki yşlarindan howanyň sorulmagyny ýa-da çykarylmalagyny hasaba alýan göwrüm p.t.k.-i, ( $h_{g.d.}$ ) gidrawliki garşylyklaryň netijesinde badyň azalmagyny hasaba alýan gidrawliki p.t.k. ( $h_{g.d.}$ ) we sürtülme güýçlerini ýeňmek üçin harçlanýan ýitgileri hasaba alýan mehaniki p.t.k. ( $h_M$ ) köpeltmek hasylyna deňdir.

$$\eta = \eta_{gow} \eta_{g.d.} \eta_{meh}. \quad (6.10)$$

## 6.4. Proporsionallyk kanunlary.

Nasosyň tigriniň aýlanma tizliginiň üýtgemegi bilen, onuň öndüriligi, bady we ulanýan kuwwaty hem üýtgeýär. Eger dürli aýlanma tizliklerinde, nasosyň işleýiş düzgünleri meňzeş bolsalar, onda

akymyň islendik meňzeş nokatlaryndaky, şol sanda tigiň çykalgasyndaky tizlikleriň üçburçluklary hem özara geometrik meňzeşdirler .

Üçburçluklaryň meňzeşliginden alarys

$$\frac{C_2}{C_2''} = \frac{C_{2r}}{C_{2r}''} = \frac{U_2}{U_2''} = \frac{\frac{\pi D_2 n'}{60}}{\frac{\pi D_2 n''}{60}} = \frac{n'}{n''} \quad (6.11)$$

Getirilen deňlemeleriň esasynda

$$\frac{Q'}{Q''} = \frac{\pi D_2 b_2 C_{2r}^2}{\pi D_2 b_2 C_{2r}''^2} = \frac{C_{2r}^2}{C_{2r}''^2} = \frac{n'}{n''} \quad (6.12)$$

Nasosyň öndürijiliginiň üýtgemegi aýlanma sanyna proporsionaldyr.

Çykarylan formulalara görä, bat, her biri aýratynlykda aýlanma sanyna göni proporsional bolan  $n'$  we  $n''$  tizlikleriň köpeltmek hasylana proporsionaldyr. Diýmek badyň üýtgemegi aýlanma sanlarynyň kwadratyna proporsionaldyr.

$$\frac{H'}{H''} = \left( \frac{n'}{n''} \right)^2 \quad (6.13)$$

getirilen formulalardan görnüşi ýaly, nasosyň ulanyan kuwwaty  $Q$  öndürijiniň  $H$  bada köpelmegine proporsionaldyr. Soňky (6.12) we (6.13) baglanyşyklary hasaba almak bilen taparys.



$$\frac{N'}{N''} = \left( \frac{n'}{n''} \right)^3 \quad (6.14)$$

Ulanylýan kuwwatyň üýtgemegi, aýlanma sanlarynyň kubyna proporsionaldyr.

Çykarylan (6.13), (6.14) baglanyşyklar proposionlallygyň kanunlary diýlip atlandyrylýar. Olar, aýlanma sanlary iki essä çenli üýtgände, ýagny  $n \ll 2n$  bolanda praktiki taýdan takykdyrlar.

### **6.5. Merkezden daşlaşýan nasoslaryň we olara birikdirilýän ulgamyň häsiýetnamalary.**

Merkezden daşlaşýan nasoslar synagdan geçirenlerinde, gysylyp ýygnanmak tarapynda kranyň açylyş derejesini üýtgetmek bilen nasosyň öndürijiligini  $Q$ , badyny  $H$ , kuwwadyny  $N$ , p.t.k-i.  $\eta$  ölçeyärler. Berlen aýlanma sanynda ( $n=\text{const}$ ) alnan  $Q$ - $H$ ,  $Q$ - $N$  we  $Q$ - $\eta$  baglanyşygyň egri çyzyklaryna nasosyň häsiýetnamasy diýilýär.

Hemişelik aýlanma sanynda  $n=\text{sonst}$  badyň artmagy bilen nasosyň öndürijiligi  $Q$  azalýar. Diňe  $Q - H$  egri çyzygynyň başynda nasosyň öndürijiliginiň  $Q$  artmagy bilen bat  $H$  ýokarlanýar. Bu nasosyň titremegi bilen bolup geçýän, onuň durnuksyz işleýşine degişlidir.

Häzirki zaman nasoslarynyň köpüsinde  $Q - H$  egri çyzygynda şunuň ýaly ýokarlanýan ýerler ýokdyr. Berlen  $Q$ ,  $H$  we  $n$  bahalarynda  $Q - \eta$  egri çyzygynyň

maksimumyna nasosyň adaty işleýiş düzgüni degişlidir. Ýapyk bat kranynda nasos minimal kuwwat harçlaýar.

Dürli aýlanma sanlarynda nasoslaryň häsiýetnamalaryny almak bilen,  $Q - H$  egri çyzyklarynyň hataryny aýarlar. Her bir nasosa  $Q - H$  egri çyzyklaryň her birinde iň uly p.t.k. bolan bir nokat degişlidir. Egri çyzyk boýunça, şol nokatdan haýsy tarapa süýşülse hem, nasosyň p.t.k.-i peselýär. Hemme  $Q - H$  çyzyklarda deň p.t.k.-i bolan nokatlary özara birleşdirmek bilen, diagramma, ýagny  $\eta = \text{const}$  çyzyk geçirilýär. Şeýle diagramma nasosyň hemişelik häsiýetnamasy diýilýär.

Nasosyň görnüşi we aýlanma sanlary saýlanyp alnanda nasosyň öz häsiýetnamasyndan başga onuň birikdirilen sistemasynyň, ýagny turbalaryň we enjamlaryň häsiýetnamasyny hasaba almaly bolýar.

Turbanyň häsiýetnamasy, suwuklygyň harçlanyşy bilen, ony turba boýunça hereketlendirmek üçin gerek bolan badyň arasyndaky baglanyşygy aňladýar. Bu bat sorulmak we gysylp ýygnamak beýiklikleriniň jemine deň bolan geometrik beýiklikden  $H_g = H_{\text{sor}} + H_{\text{gysm}}$  we suwuklyyň harçlanyşynyň kwadratyna proporsional bolan badyň turbada ýitirilme beýikliginden ybaratdyr:

$$h_y = kQ^2 \quad (6.15)$$

bu ýerde  $k$  – proporsionallyk koeffisiýenti. Onda turbanyň häsiýetnamasy şu baglanyşyk boýunça aňladylýar.

$$h_T = h_g + kQ^2 \quad (6.16)$$

Eger bir grafige nasosyň we turbanyň häsiýetnamalary geçirilse, onda iş nokady diýlip atlandyrylýan olaryň kesişme nokady, garalýan turbada işleýän nasosyň berip biljek iň uly öndürijiligine ( $Q_{opt}$ ) degişlidir. Şundan soňra öndürijilik  $Q$  ýene-de köpeldilse, onda nasosyň bady turbanyň garşylygyndan az bolar we nasos suwuklygy daşap bilmez.

Gysylyp ýygnanmak turbasynda krani ýapmak bilen, nasosyň öndürijiligini azaltmak we onuň badyny köpeltmek bolar. Meselem, şunda nasosyň öndürijiligi  $Q_1$  çenli peseler, ýöne nasosyň badynyň bir bölegi kranyň garşylygyny  $h_{kы}$  ýeňmäge peýdasyz ýiter.

Diýmek, nasosyň badyny sistemanyň garşylygyny ýeňmek üçin gerekinden artykmaç köpeltmek amatly däldir.

## **7. Ýylylykçalsyk hadysalarynyň umumy düşünjeleri we kanunlary.**

### **7.1.Ýylylyk hadysalary barada umumy düşünjeler.**

Tizligi ýylylygyň berilmeginiň ýa-da alynmagynyň tizligi bilen kesgitlenilýän hadysalara ýylylyk hadysalary diýilýär. Şeýle hadysalary amala aşyrmak üçin ulanylýan enjamlara bolsa ýylylykçalsyýjylar diýilýär. Häzirki wagtda himiki tehnologiýada gyzdyrmak, bugartmak, sowatmak we kondensirlemek hadysalary giňden peýdalanylýar. Meselem, gidroliz önümçiliginde gidroliz guralynda gyzdyrmak, bugardyjylarda bugartmak, kondensatorlarda kondensirlemek, wakuum-sowadyjy gurluşda sowatmak we pürkgüçli guradyjada guratmak hadysalary geçirilýär. Şeýlelikde bu önümçilikde esasy ýylylyk hadysalarynyň hemmesi ulanylýar. Himiki önümçilikleriň amallarynyň (operasiýalarynyň) aglabasy ýylylyk hadysalarynyň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Ýylylyk hadysalarynda azyndan iki gurşaw (sreda) gatnaşýar. Şunda ýylylyk öz-özünden diňe gyzgyn gurşawdan sowuk gurşawa, ýagny temperaturasy ýokary gurşawdan (ýylylyk äkidijiden) temperaturasy pes gurşawa (sowadyjy agente) berilýär.

Ýylylyk çalsyýjy enjamlaryň ölçegleri, islendik ýylylyk hadysasynyň (prosesiniň) esasy

häsiýetnamasy bolan, berilýän ýylylygyň mukdaryna baglydyr. Ýylylykçalşygy enjamyň esasy ölçegine ýylylyk geçiriji üstüň meýdany degişlidir.

Berilýän ýylylygyň mukdary (Q) bilen ýylylyk geçiriji üstüň meýdanynyň (F) arasyndaky baglanyşyk ýylylyk gowşuryjylygyň esasy kinetiki deňlemesi boýunça kesgitlenilýär.

$$\frac{dQ}{Fd\tau} = \frac{\Delta t}{R_t} = k\Delta t \quad (7.1)$$

bu ýerde  $\tau$  - wagt,  $\Delta t$  – ýylylyk çalyşýan maddalaryň temperaturalarynyň ortaça aratapawudy,  $k$ -ýylylyk gowşuryjylygyň koeffisiýenti (diffuziýa garşylygyna  $R_t$  ters bolan ululyk).

Getirilen (7.1) deňlemäni şu görnüşde ýazalyň:

$$d^2Q = k_y \Delta t dF d\tau \quad (7.2)$$

bu ýerde  $d^2Q$  – berlen ýylylygyň mukdary,  $k_y$  – sredalaryň arasyndaky ýylylyk geçirijiligiň ýerli koeffisiýenti.  $\Delta t$  – sredalaryň temperaturalarynyň arasyndaky ortaça tapawudy,  $dF$  - ýylylyk çalşygy üstüň bir bölejiginiň meýdany,  $d\tau$  - ýylylyk çalşygynyň dowamlylygy.

Durnuklaşan prosesde wagt birliginde ýylylyk gowşuryjylygyň esasy deňlemesi aşakdaky görnüşde ýazylýar:

$$Q = k \Delta t_{\text{ort}} F \quad (7.3)$$

bu ýerde  $Q$  – ýylylyk çalşyýjy üstüň tutuş meýdany boýunça wagt birliginde berlen ýylylygynyň mukdary,  $k$  – ýylylyk çalşyýjy üstüň tutuş meýdany boýunça ortaça ýylylyk gowşuryjylygynyň koeffisiýenti,  $\Delta t_{\text{ort}}$  – sredalaryň temperaturalarynyň ortaça aratapawudy,  $F$  – ýylylyk çalşygynyň üst meýdany. Soňky (7.3) deňlemeýden ýylylyk çalşygynyň üst meýdanyny kesgitleýärler.

$$F = \frac{Q}{k \Delta t_{\text{ort}}} \quad (7.4)$$

Ýylylyk çalşyýjy enjamlar hasaplananda, ýylylyk prosesiniň tizliginiň koeffisiýenti bolan ýylylyk gowşuryjylygynyň koeffisiýentini kesgitlemek uly kynçylyklary döredýär. Ýylylyk gowşuryjylygynyň koeffisiýenti, ýylylyk çalyşýan sredalaryň hereketiniň görnüşine we tizligine hem-de ýylylyk çalşygynyň beýleki şertlerine baglydyr.

Gurşawyň temperaturalarynyň ortaça aratapawudyny, ýylylyk çalşygyna gatnaşýan sredalaryň başky we ahyrky temperaturalary boýunça kesgitleýärler.

Ýylylyk gowşuryjylyk, ýylylygynyň giňişligiň bir böleginden beýleki bölegine ýaýraýyşy baradaky ylmydyr we ýylylyk prosesiniň esasy kinetiki häsiýetnamalary bolan temperaturalaryň ortaça aratapawudyny hem-de ýylylyk gowşuryjylygynyň koeffisiýentini kesgitlemek, bu ylmyň möhüm meselesidir. Ýylylyk giňişlikde ýylylyk geçirijilik

(konduksiýa), ýylylyk berijilik (konweksiýa) we ýylylyk şöhlenenmesi boýunça ýaýraýar.

Ýylylygyň özara galtaşmada ýerleşýän jisimleriň bölejikleriniň arasynda ýaýramak prosesine ýylylyk geçirijilik (konduksiýa) diýilýär. Şunda ýylylyk energiýasy, jisimleriň içinde, bir bölejiklerden beýlekilere olaryň yrgyldyly hereketiniň netijesinde berilýär. Ýylylyk geçirijilik esasan gaty maddalara mahsus bolmak bilen gazlaryň we suwuklyklaryň ýukajyk gatlaklarynda hem duş gelýär.

Suwuklyklaryň we gazlaryň uly göwrüminiň hereketi hem-de özara garylmagy netijesinde ýüze çykyan ýylylykçalşyk prosesine, konwektiw ýylylyk çalşygy (konweksiýa) diýilýär.

Ýylylygyň elektromagnit tolkunlary görnüşinde ýaýramak prosesine ýylylyk şöhlenenmesi diýilýär. Şöhlenenýän jisimde, ýylylyk şöhlenenme energiýasyna öwürlmek bilen giňişlikde ýaýraýar. Şöhlenenme energiýasy öz ýolunda başga jisme duşmak bilen, bu jisim tarapyndan bölekleyin ýylylyga öwrülýär (siňdirilýär), bölekleyin serpikdirilýär we bölekleyin bu jisimiň içinden geçip gidýär.

Durmuşda, köplenç halatlarda ýylylyk bir wagtyň özünde iki-üç usul boýunça ýaýraýar, ýagny çylşyrymly ýylylyk çalşyk prosesi bolup geçýär.

## 7.2. Ýylylyk geçirijilik (konduktiw ýylylykçalşyk).

### 7.2.1. Ýylylyk geçirijiligiň umumy düşüňjeleri.

**Temperatura meýdany we temperatura gradiýenti.** Temperatura meýdany umumy görnüşde şu funksional baglanyşyk boýunça aňladylýar

$$t = f(x, y, z, \tau)$$

bu ýerde  $t$  – seredilýän nokatlardaky temperatura;  $x, y, z$  – seredilýän nokatlaryň koordinatalary;  $\tau$  - wagt.

Eger temperatura wagta bagly bolsa, onda temperatura meýdanyna durnuklaşmadyk (stasionar däl) diýilýär. Eger-de temperatura wagta bagly däl bolsa, onda temperatura meýdanyna durnuklaşan (stasionar) diýilýär.

Durmuşda, üç koordinata funksiýa bolan üç ölçegli temperatura meýdanyndan başgada, iki we bir ölçegli temperatura meýdanylary hem ýygy-ýygydan duş gelýär.

Birmeňzeş temperaturaly nokatlaryň geometrik ýerlerine izometrik üst diýilýär. Bir izometrik üstden beýleki izometrik üste geçilende temperatura üýtgeýär we şunda iň uly üýtgame üste perpendikulýar ugurda bolup geçýär. Temperaturanyň bu üstlere perpendikulýar ugurda üýtgemesiniň  $\Delta t$  bu üstleriň aralygyna  $\Delta n$  bolan gatnaşygynyň şu  $\Delta n$  aralygyň nola



ymtylýan ýagdaýyndaky predeline temperaturanyň gradiýenti diýilýär we gradt bilen belgilenýär

$$\text{grad}t = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{\partial t}{\partial n} \quad (7.5)$$

Temperatura gradiýenti wektor ululykdyr. Temperatura gradiýentiniň položitel ugry hökmünde, izometrik üste perpendikulýar çyzyk boýunça temperaturalaryň ösüş ugry kabul edilip alnandyr.

### 7.2.2. Furýäniň kanuny.

Ýylylyk geçirijilik (konduksiýa) arkaly berlen ýylylygyň mukdary  $dQ$ , temperaturanyň gradiýentine  $\frac{\partial t}{\partial n}$ , izometrik üstüň (ýylylyk akymynyň ugruna perpendikulýar bolan)  $dF$  meýdanyna we  $d\tau$  wagta proporsionaldyr

$$d^2Q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau \quad (7.6)$$

bu ýerde  $\lambda$ - ýylylyk geçirijiligiň koeffisiýenti, onuň ölçeg birligi.

$$[\lambda] = \left[ \frac{d^2 Q \partial n}{\partial t dF d\tau} \right] = \left[ \frac{J \bullet m}{grad \bullet m^2 \bullet s} \right] = \left[ \frac{Bt}{grad \bullet m} \right]$$

Ýylylyk geçirijiligiň koeffisiýenti  $\lambda$ , normal boýunça 1m aralykda ýerleşýän, temperaturalarynyň aratapawudy 1 gradusa deň bolan 1 m<sup>2</sup> izometrik üstde 1 sekuntda ýylylyk geçirijilik boýunça geňýän ýylylygyň mukdaryna deňdir. Bu kanuna ýylylyk geçirijiligiň esasy kanuny diýilýär.

Maddalaryň ýylylyk geçirijiliginiň koeffisiýenti olaryň tebigatyna we agregat halyna baglydyr. Mundan başgada ol basyşa we temperatura baglydyr. Gazlar üçin temperaturanyň ýokarlanmagy bilen  $\lambda$  artýar we basyşa bolsa  $\lambda$  az baglydyr. Suwuklyklar üçin temperaturanyň ýokarlanmagy bilen  $\lambda$  azalýar (suw bilen gliserinden başgalary). Gaty maddalaryň ýylylyk geçirijiligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen köplenç halatlarda artýar.

### **7.2.3.Ýylylyk geçirijiligiň (konduksiýanyň ) differensial deňlemesi.**

Jisimiň dykzlygy  $\rho$ , ýylylyk sygymy  $c$  we ýylylyk geçirijiliginiň koeffisiýenti  $\lambda$  wagtyň geçmegi bilen dürli ugurlar boýunça üýtgemeyär diýip kabul edeliň. Bu jisimde taraplary  $dx$ ,  $dy$  we  $dz$  deň bolan parallepiped bölüp alalyň. Ýylylyk bu parallepipedin üsti bilen ýylylyk geçirijilik boýunça ýaýraýar diyp

hasap edeliň. Onda parallepipediniň çendäki, arkadaky we aşakdaky granlary boýunça  $d\tau$  wagtda onuň içine deňişlilikde  $Q_x$ ,  $Q_y$  we  $Q_z$  ýylylyk mukdarlary girýär hem-de gapma-garşylykly sagdaky, öňdäki we ýokardaky granlary boýunça bolsa deňişlilikde  $Q_{x+dx}$ ,  $Q_{y+dy}$  we  $Q_{z+dz}$  ýylylyk mukdarlary çykýar.

Berlen  $d\tau$  wagtda parallepipedde girýän we çykýan ýylylyklaryň aratapawudy

$$dQ = (Q_x - Q_{x+dx}) + (Q_y - Q_{y+dy}) + (Q_z - Q_{z+dz}) \quad (7.7)$$

Furýäniň ýylylyk geçirijilik kanuny boýunça

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dF d\tau$$

ya-da

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dy dz d\tau$$

$$Q_{x+dx} = -\lambda \frac{\partial \left( t + \frac{\partial t}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dy dz d\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dy dz d\tau - \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dy dz d\tau$$

Diýmek

$$\begin{aligned}
Q_x - Q_{x+dx} &= \lambda \frac{\partial^2_t}{\partial x^2} dx dy dz d\tau \\
Q_y - Q_{y+dy} &= \lambda \frac{\partial^2_t}{\partial y^2} dx dy dz d\tau \\
Q_z - Q_{z+dz} &= \lambda \frac{\partial^2_t}{\partial z^2} dx dy dz d\tau
\end{aligned} \tag{7.8}$$

Soňky üç deňlemeleri goşmak we (7.7) deňlemäni hasaba almak bilen taparys:

$$dQ = \lambda \left( \frac{\partial^2_t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2_t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2_t}{\partial z^2} \right) dx dy dz d\tau \tag{7.9}$$

Enegiýanyň saklanmak kanunyna görä  $dQ$  parallepipediniň  $d\tau$  wagtdaky entalpiýasynyň üýtgemesine deňdir

$$dQ = c \rho dx dy dz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau \tag{7.10}$$

Çykarylan (7.9) we (7.10) deňlemeleri deňeşdirmek bilen Furýäniň ýylylyk geçirijilik üçin differensial deňlemesini alarys:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left( \frac{\partial^2_t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2_t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2_t}{\partial z^2} \right) \tag{7.11}$$

Bu (7.11) deňlemedäki  $\lambda/c\rho$  proporsionallyk köpeldijisine temperatura geçirijiligiň koeffisiýenti diýilýär we  $\alpha$  bilen belgilenýär. Onuň ölçeg birlihi:

$$[a] = \left[ \frac{\lambda}{c\rho} \right] = \left[ \frac{\frac{Bt}{m \bullet grad}}{\frac{J}{kg \bullet grad} \frac{kg}{m^3}} \right] = \left[ \frac{Bt \bullet m^2}{J} \right] = \left[ \frac{Jm^2}{Js} \right] = \left[ \frac{m^2}{s} \right]$$

Getirilen (7.11) deňlemäni şu aşakdaky görnüşde ýazmak bolar

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (7.12)$$

ya – da

$$\nabla^2 t = \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad \text{begiläe alarys}$$

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t \quad (7.13)$$

Hususy meseleler çözülende, bu differensial deňleme başlangyç we araçäk şertleri bilen doldurylýar.

Ýylylykçalşyjy enjamlaryň gyzdyryjy üstleri esasan tekiz, silindr we sfera görnüşlerindedir we şunuň üçin hem bu jisimlerde ýylylygyň ýylylyk

geçirijilik boýunça ýaýraýyşy baradaky meseläni çözmekligiň möhüm amaly (praktiki) ähmiýeti bardyr.

#### 7.2.4. Tekiz diwaryň ýylylyk geçirijiligi.

Goý diwaryň daşky üstleriniň temperaturalary  $t_{d1}$  we  $t_{d2}$  hem-de  $t_{d1} > t_{d2}$ . Durnuklaşan temperatura meýdanynda  $\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$ ; Ondan başga-da temperatura meýdany birölçegli ýagny temperatura diňe X oky boýunça üytgeýär,

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0$$

Şeýlelikde (7.12) deňlemäni tekizlik üçin şeýle ýazmak bolar

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0$$

Bu deňlemäni iki gezek integrirläp alarys:

$$dt/dx = C_1 ; \quad t = C_1 x + C_2$$

Araçäk şertlerinden ( $x_1=0$  we  $x_2=\delta$ ) integrirlemäniň hemişelikleriniň  $C_1$  we  $C_2$  bahalaryny alarys:

$$t_{d1} = C_1 \cdot 0 + C_2$$

$$C_2 = t_{d1}$$

$$t_{d2} = C_1 \delta + C_2$$

$$t_{d2} = C_1 \delta + t_{d1}$$

$$C_1 = \frac{t_{d2} - t_{d1}}{\delta} ;$$

*Netijani alarys :*

$$t = \frac{t_{d2} - t_{d1}}{\delta} x + t_{d1}$$

Durnuklaşan ýylylyk düzgüninde, tekiz diwaryň galyňlygy boýunça temperatura çyzykly üýtgeýär we temperatura gradiýenti bolsa özüniň hemişelik bahasyny saklaýar.

Temperatura gradiýentiniň tapylan bahasyny (7.6) deňlemede goýmak bilen durnuklaşan ýylylyk düzüminde tekiz diwar üçin ýylylyk geçirijiligiň deňlemesini alarys:

$$d^2 Q = -\lambda \frac{t_{d2} - t_{d1}}{\delta} dF d\tau$$

*ya – da*

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{d1} - t_{d2}) F \tau \quad (7.14)$$

$\lambda/\delta$  gatnaşyga diwaryň ýylylyk geçirijiligi diýilýär we oňa ters bolan  $\delta/\lambda$  ululyga bolsa diwaryň ýylylyk ýa-da termik garşylygy diýilýär.

### 7.2.5. Köp gatlakly diwaryň ýylylyk geçirijiligi.

Adatça ýylylyk çalyşygy enjamlaryň diwarlary, dürli galyňlykdaky dürli-dürli materiallardan ýasalýar. Şunuň ýaly çylşyrymly diwarlaryň ýylylyk geçirijiliginiň deňlemesi (7.13) deňlikden çykarylyp biliner.

Tekiz köp gatlakly diwara seredeliň. Gatlaklaryň galyňlygy deňlikde  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$  we olaryň ýylylyk geçirijiligi  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ . Diwaryň üstüniň temperaturalary  $t_{d1}$  we  $t_{d2}$  ( $t_{d1} > t_{d2}$ ) hem-de gatlaklaryň araçäklerindäki temperaturalara  $t_1, t_2, \dots, t_{n-1}$ .

Durnuklaşan düzgünde her bir gatlagyň üstünden geçýän ýylylygyň mukdary birmeň zeşdir. Getirilen (7.13) deňlemäni ulanmak bilen her bir gatlak üçin ýylylyk geçirijiligiň deň lemesini düzeliň: 1-njy gatlak üçin:

$$Q = \frac{\lambda_1}{\delta_1} F \tau (t_{d1} - t_1) \quad ya - da \quad \frac{Q}{F \tau} \frac{\delta_1}{\lambda_1} = t_{d1} - t_1$$

2-nji gatlak ucin

$$Q = \frac{\lambda_2}{\delta_2} F \tau (t_1 - t_2) \quad ya - da \quad \frac{Q}{F \tau} \frac{\delta_2}{\lambda_2} = t_1 - t_2$$

n-nji gatlak üçin



$$Q = \frac{\lambda_n}{\delta_n} F \tau (t_{n-1} - t_{d2}) \quad ya - da \quad \frac{Q}{F \tau} \frac{\delta_n}{\lambda_n} = t_{n-1} - t_{d2}$$

$n-1-nji$  gatlak ucin

$$Q = \frac{\lambda_{n-1}}{\delta_{n-1}} F \tau (t_{n-2} - t_{n-1}) \quad ya - da \quad \frac{Q}{F \tau} \frac{\delta_{n-2}}{\lambda_{n-2}} = t_{n-2} - t_{n-1}$$

Bu deňlemeleriň sag we çep böleklerini goşmak bilen, durnuklaşan ýylylyk düzgüni üçin köp galakly diwaryň ýylylyk geçirijiliginiň deň lemesini alarys:

$$\frac{Q}{F \tau} \left( \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right) = (t_{d1} - t_{d2})$$

$ya - da$

$$q = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} (t_{d1} - t_{d2}) F \tau \quad (7.15)$$

bu ýerde  $i$  – gatlagyň tertip sany;

$n$  – gatlaklaryň sany.

Soňky (7.15) deňlemeden görnüşi ýaly köp gatlakly diwaryň umumy termik garşylygy, aýratyn diwarlaryň termik garşylyklarynyň jemine deňdir.

## **8.Himiýa önümçiliginiň ýylylyk çalşygy gurallary**

**Ýylylykçalşygy gurallaryň görnuşleri.** Ýylylyk hadysalaryny geçirmek üçin niýetlenen gurallara ýylylykçalşygy gurallar diýilýär. Bu gurallar, olardaky hadysalaryň geçirilişiniň häsiýetine we bu hadysalary geçirmegiň şertlerine baglylykda dürli konstruktiv gurluşly bolýarlar. Işleýşi boýunça ýylylykçalşyglary rekuperativ, regenerativ we garyşdyryjyly gurallara bölýärler. Rekuperativ gurallarda-rekuperatorlarda ýylylykākidijiler diwar bilen bölünendir we ýylylyk bir ýylylykākidijiden beýlekä olary bölýän diwaryň üsti bilen berilýär. Regenerativ gurallarda-regeneratorlarda gaty jisimiň şol bir üstüne dürli ýylylyk ākidijiler gezekleşdirilip gatnaşdyrylýar. Gaty jisimiň üsti ýylylyk ākidijileriniň biri bilen gyzdyrylýar we beýlekisi bilen sowadylýar. Garyşdyryjyly gurallarda ýylylygyň geçirilmegi ýylylykākidijileriniň göni gatnaşmagynda we garyşdyrylmagynda bolup geçýär.

**Rekuperativ ýylylyk çalşygy gurallara** ýylylykākidijileriniň akymalaryny bölýän ýylylyk geçiriji materialdan ýasalan diwaryň bolmagy mahsusdyr. Bu diwar, üstünden ýylylykākidijiler öz ýylylyklaryny alyş-çalyş edýän, ýylylykçalşygy üst bölup hyzmat edýär. Ýylylykçalşygy üstüniň konstruktiv ýerine ýetirilişine baglylykda rekuperatorlary kožuhturbaly, ikiturbaly, zmeýewikli (ýylan şekilli), spirally,

suwaryşly, ýöriteleşdirilen ýylylykçalşyjylara we turbaly bugardyjy gurallara bölýärler.

**1) Kožurturbaly ýylylykçalşyjylar.** Kožuhturbaly ýylylykçalşyjylar - ýylylyk çalşyjy gurallaryň himiýa tehnikaşynda has köp ýaýran görnüşidir. Olar bir guralda uly ýylylykçalşyjy usti döretmäge mümkinçilik berýär, ýasalanda ýönekeý we işde ygtybarly. Ol iki tarapyna hem turba gözenekleri kebşirlenen silindrik kožuhdan ybaratdyr. Turba gözeneklerine turbalar ykjam berkidilendir. Ýylylykākidijiniň bir akymy patrubok boýunça aşaky kamera berilýär we turbalardan geçip ýokarky patrubokdan çykýar. Ýylylyk ākidijiniň beýleki akymy kožuhdaky ýokarky patrubogyň üsti bilen ýylylykçalşyjynyň turbaara giňişligine berilýär, turbalaryň daş usti boýunça galtaşyp akýar we aşaky patrubokdan çykarylýar. Suratda görkezilen garşylykly akymdan tapawutlylykda ýylylykākidijileriň hereketi bir ugurda hem geçirilip bilner.

**2) «Turbadaky turba» görnüşli ýylylykçalşyjylar.** Bu görnüşli ýylylykçalşyjylar, bir-biriniň aşagynda ýerleşýän, birnäçe ýylylykçalşyjy, elementleriň birikmesinden ybaratdyr. Elementleriň her biri içki turbadan we daşky turbadan ybaratdyr. Aýratyn elementleriň içki turbalary tirsekler bilen yzygiderli birikdirilendir. Daşky turbalar hem patrubkalar bilen yzygiderli birikdirilendir. Ýylylykākidiji içki turbalar boýunça we

ýylylykçalışyýy bolsa turbalaryň arasyndaky giňişlik boýunça hereket edýärler.

**3) Zmeýewikli ýylylykçalışyýylar.** Bu görnüşli ýylylykçalışyýylar özleriniň gurluşlarynyň sadalygy bilen tapawutlanýarlar. Ýylylykçalışyýy element-zmeýewik (ýylan şekilli turba) haýsy hem bolsa bir usul boýunça hereket edýän ýylylykākidiji bilen gyzdýrylýan ýa-da sowadylýan suwuklyga çumdurilýär. Wintgörnüşli çyzyk boýunça egredilen zmeýewikli ýylylykçalışyýylar himiýa senagatynda giňden peýdalanylýar. Silindrik gapda zmeýewik ýerleşdirilýär. Ýylylykākidijiniň birinjisi zmeýewigiň içi boýunça we ikinji ýylylykākidiji bolsa gabyň üstünden geçýär.

**4) Spirally ýylylykçalışyýylar.** Spirally ýylylykçalışyýylarda ýylylyk çalışyýy üst adatça spiral görnüşinde egredilen metallik listler bilen emele getirilýär. Spirallaryň içki üstleri birleşdirilýär. Listleriň aralygynda göniburçly kesikli kanallar emele gelýär. Şu kanallar boýunça ýylylykākidijiler hereket edýärler. Kanallaryň gapdaly tekiz gapaklar bilen ýapylýar. Bu ýylylykçalışyýylaryň artykmaçlyklaryna onuň ykjamlygy we ýylylyk ākidijiniň uly tizliklerinde işlemek mümkinçiligidir: suwuklyklar üçin 2 m/s çenli, gazlar üçin 20 kg / (m<sup>2</sup>.s). Ýylylykākidijiniň tizliginiň birden üýtgemesiniň ýoklugy sebäpli, gidrawliki garşylyk, spirally ýylylykçalışyýylarda kožukturbaly ýylylykçalışyýylardaka garanynda azdyr. Spirally ýylylykçalışyýylaryň kemçiliklerine

ýasamagyň çylşyrymlylygy we 1 MPa-dan ýokary basyşlarda işlemegiň mümkin däldigi degişlidir.

**5) Suwaryşly ýylylykçalşyjylar.** Suwaryşly ýylylykçalşyjylary esasan suwuklyklary we gazlary sowatmak ýa-da buglary kondensirmek üçin ulanýarlar. Suwaryşly ýylylykçalşyjy tirsekler bilen birikdirilen biri-biriniň ýokarysynda ýerleşýän turbalaryň hataryndan ybaratdyr. Turbalaryň daşy suw bilen suwarylýar. Turbalaryň içinden sowadylýan ýylylyk äkidiji geçýär. Suwaryjy suw ýokarky turba berilýär, ondan suw aşakda ýerleşýän turbalara akýar. Ýokarky turbalary deňölçegli suwlamak üçin nowa oturdylýar. Aşaky bölekde suw ýygnamak üçin nowa oturdylýar. Suwaryşly ýylylykçalşyjylar gurluşy boýunça sada, ýöne göwrümi ulydyr. Turbalardan suwaryjy suwa ýylylykçalşyk ýylylykberijiniň koeffisiýentiniň uly bolmalyk bahalary bilen häsiýetlendirilýär. Turbalary suwarýan suw bölekleýin bugarýar, şunuň üçin hem suwaryjy ýylylykçalşyjylarda beýleki görnüşli ýylylykçalşyjylara garanyňda suwuň harçlanylyşy uludyr. Yetmezçilikde suwarylanda suwuň güýçli bugarmasy bolup geçýär, şonuň üçin hem suwaryşly ýylylykçalşyjylary adatça açyk howada oturdylýar. Suwaryşly ýylylykçalşyjylar jaýyň içinde oturdylanda, onuň işleýän wagty howa güýçli çyglanýar. Şunuň öňuni almak üçin, ýylylykçalşyjylary çekiji wentelýasiýa sistemasyna birikdirilen uly göwrümlü kožuhlarda ýerleşdirmeli bolýar.

## **6) Ýöriteleşdirilen ýylykçalsyýlar.**

Ýöriteleşdirilen ýylykçalsyýlara ýylykäkidiýjileriň gyzdrylmany ýa-da sowadylmany ýörite şertlerde geçirilýän gurallar degişlidir. Ýylykçalsyýlaryň bu toparyna köýnekli gurallar degişlidir. Olarda sowatmak ýa-da gyzdirmek, beýleki hadysalar (meselem, himiki) bilen bilelikde geçirilýär. Ýylykçalsyýy üst bolup reaktoryň diwary hyzmat edýär. Daşynda zmeýewik kebsirlenen ýylykçalsyýlar hem ýöriteleşdirilen gurallara degişlidir. Olarda hem ýylykçalsyk reaktoryň diwarynyň üsti bilen geçirilýär.

Gapyrgaly ýylykçalsyýy üstli gurallar hem ýöriteleşdirilen gurallara degişlidirler. Olarda ýylykçalsyýy üstler dürli gapyrgaly turbalardan ýasalýar. Şunuň ýaly ýylykçalsyýlar haçanda turbanyň diwarynyň iki tarapy boýunça hem ýylykberijiligiň şertleri tapawutly, meselem, turbanyň içinde gyzdryjy buguň kondensasiýasy, onuň daşynda bolsa gyzdrylýan howanyň galtaşmasy bolanda ulanylýar. Turbanyň diwaryndan howa tarap ýylyk berijiligi gowulandyrmak üçin turbany daş tarapy gapyrgaly edýärler.

## **Regeneratiw ýylykçalsyý gurallar.**

Regeneratiw ýylykçalsyýlar üçin gyzgyn we sowuk ýylykäkidiýjiler bilen gezekleşdirip galtaşýan gaty jisimiň bolmagy häsiýetlidir. Gyzgyn ýylykäkidiýji bilen gaty jisim galtaşanda gyzdrylýar; sowuk ýylykäkidiýji bilen galtaşanda bolsa ol öz ýylygyny

berýär. Üznüksiz we gaýtalanýan düzgünde işleýän ýylykçalşyjylary tapawutlandyrýarlar. Üznüksiz işleýän regeneratiw ýylykçalşyjylara aýlanýan däneli materiallary gyzdryjy gurallar degişlidir. Gaýtalanýan düzgünde işleýän regeneratiw ýylykçalşyjylara kislorod alnanda howany sowatmak üçin ulanylýan gural degişlidir. Şunuň ýylykçalşyjylaryň ulanylmagy ýokary öndurijilikli kislorod gurallaryny döretmäge mümkinçilik berdi. Bu ýylyk çalşyja, howany sowatmak, howa beriji guraldan çykýan azot bilen geçirilýär. Ýylykgowşuryjylyk iki wagtyna geçirilýär. Sowatmak wagtynda guralyň içine azot uflenilýär. Ol doldurgyçlary sowadyp, özi bolsa gyzdrylýar. Sowatmak we gyzdyrmak wagtlarynyň her biri adatça 2-3 minut dowam edýär.

**Garyşdyryjyly ýylyk çalşyjylar.** Garyşdyryjyly ýylyk çalşyjylarda ýylygyň bir ýylyk äkidijiden beýlekä berilmegi olaryň göni galtaşmagynda we garyşmagynda bolup geçýär. Şeýle gurallar esasan suw bilen buglary kondensirmek we gazlary sowatmak üçin ulanylýar. Garyşdyryjyly gurallaryň ýylyk öndurijiligi ýylykäkidijileriň garşylyk üsti bilen kesgitlenilýär, şonuň üçin hem suwy ownuk damjalara syçratmak bilen bu üsti köpeldýärler. Islendik buglaryň sowuk suwuklyk bilen kondensasiýasy geçirilýän garyşdyryjyly ýylyk çalşygy gurallara garyşdyrma kondensatorlary diýilýär. Olar suw buglaryny suw bilen kondensirmek üçin

giňden ulanylýar. Akymlaryň gurallardan çykarylşynyň usuly boýunça öl we gury garyşdyrma kondensatorlaryny tapawutlandyrýarlar. Öl kondensatorlarda kondensat emele getirýän sowadyjy suw we kondensirlenmeýän gazlar (adatça howa) guraldan öl howa nasosy bilen bilelikde çykarylýar. Gury kondensatorlarda sowadyjy suw we kondensat guralyň aşaky böleginden bir turba boýunça hem-de kondensirlenmeýän gazlar bolsa guralyň ökary böleginden başga turba boýunça wakuum - nasos bilen sordurylyp çykarylýar.

## **9. Massaçalşyk hadysalarynyň umumy düşüňjeleri we kanunlary.**

### **9.1.Massa gowşuryjylygyň esasy deňlemeleri we kanunlary.**

Geçişiniň tizligi, maddanyň bir fazadan başga bir faza geçirilmeginiň tizligi bilen kesgitlenýän tehnologiýa hadysalara massaçalşygyň hadysalary hem-de bu hadysalary geçirmek üçin niýetlenen gurallara bolsa massaçalşygyň gurallary diýilýär.Massaçalşyk hadysalary himiki-tehnologiýa hadysalaryň içinde aýratyn orun tutýar. Olara absorbsiýa, rektifikasiýa, ekstraksiýa, kristallizasiýa, adsorbsiýa, guratmak, ionçalşyk hadysalary we membranalý bölme degişlidirler.



Absorbsiýa - gazldaryň ýa-da buglaryň suwuk siňdirijiler - absorbentler bilen saýlanylyp siňdirilmegi. Bu hadysada maddalar gaz ýa-da bug fazadan suwuk faza geçýärler.

Rektifikasiýa - suwuk garyndylary buguň we suwuklygyň garşylyklaýyn akymalarynyň özara täsiri netijesinde arassa ýa-da baýlaşdyrylan düzümleri bölme. Bu hadysada maddanyň suwuk fazadan bug we tersine geçmegi bolýar.

Ekstraksiýa - bir suwuklykda erän maddalary, onuň bilen garyşmaýan başga bir suwuklygyň kömegi bilen bölüp almak. Bu hadysada maddalar bir suwuk fazadan beýleki suwuk faza geçýärler.

Kristallaşma - maddany suwuk fazadan gaty faza (kristallar) görnüşinde bölüp almak. Bu hadysada madda suwuk fazadan gaty faza geçýär.

Adsorbsiýa - gazlaryň, buglaryň ýa-da suwuklyklarda erän maddalaryň, garyndydan bir ýa-da birnäçe maddalary saýlap siňdirmäge ukyply gaty maddalar - adsorbentler tarapyndan saýlanylyp siňdirilmegi.

Guratmak - gaty çygly materiallardan çygy bugartmak usuly bilen aýyrmak. Bu hadysada çygy materialdan bug ýa-da gaz faza geçýär.

Ionlaşyk hadysasy - käbir gaty maddalaryň (ionitleriň) özläriniň hereketli ionlaryny bölünip alynýan maddanyň ionlaryna çalyşmak ukybyna esaslanyp erginden maddany bölüp çykarmak. Bu

hadysada bölünip alynýan maddalar suwuklykdan gaty faza geçýärler.

Membranaly bölme — käbir inçe plýonkalaryň, ýarymgeçiriji membranalaryň bir maddalary geçirmek we beýleki maddalary saklamak ukybyna esaslanýan ergindäki maddalary bölmek. Bu hadysada maddalar ýarymgeçiriji membrananyň üstünden başky suwuklykdan ýa-da gazdan bölünip alynýan suwuk ýa-da gaz faza geçýär.

Ähli sanalyp geçilen hadysalar üçin maddanyň bir fazadan başga bir faza geçmegi, ýa-da massageçirijilik umumydyr. Maddanyň bir fazadan beýleki faza geçmegi konwektiw geçiş we molekulýar diffuziýa hadysalary bilen baglanyşyklydyr, şonuň üçin hem ýokarda sanalyp geçilen hadysalar massaçalşyk, ýa-da diffuziýa hadysalary adyny aldylar.

Massageçirijilik diýlip deňagramlylygyň ýetilmegine tarap maddalaryň bir fazadan beýleki faza geçişine aýdylýar. Paýlanýan maddanyň bir fazadan beýleki faza geçişiniň tizligi paýlanýan maddanyň berlen fazadaky hakyky we deňagramlylyk konsentrasýalarynyň tapawudyna göni proporsionaldyr.

Massageçirijiligiň esasy kanuny himiki-tehnologiki hadysalaryň umumy kinetiki kanunalaýyklyklaryna esaslanyp ýazmak bolar: hadysanyň tizligi  $R$  garşylyga bölünen  $\Delta$  hereketlendiriji güýje göni proporsionaldyr.

$$\frac{d^2 M}{dF d\tau} = \frac{\Delta}{R} \quad (9.1)$$

Eger  $R$  garşylygyň ýerine ters bolan  $k$  ululygy, tizligiň koeffisiýentini ýa-da seredilýän hadysada massageçirijiligiň koeffisiýentini alsak, onda öňki deňleme şu görnüşi alar:

$$\frac{d^2 M}{dF d\tau} = k\Delta \quad (9.2)$$

Wagt we üst meýdanynyň birligi üçin bu deňleme şu aşakdaky görnüşi alýar:

$$dM = k\Delta dF \quad (9.3)$$

Bu deňlemelere massageçirijiligiň esasy deňlemeleri diýilýär.

Massaçalşyk hadysalaryny geçirmek üçin ulanylýan gurallarda paýlanýan maddanyň deňagramlylyk konsentrasıýasy hiç haçan ýetilmeyär. Massaçalşyk hadysalarynyň herektlendiriji guýji paýlanýan maddanyň hakyky we deňagramlylyk konsentrasıýalarynyň tapawudyna deňdir.

Paýlanýan maddanyň bir fazadan beýlekä geçişiniň tabyn bolýan sada kanunlaryna molekulýar diffuziýa kanuny, massaberijilik kanuny we massageçirijilik kanuny degişlidir.

Molekulýar diffuziýa kanuny (Fikiň birinji kanuny). Gazlarda we suwuklyklaryň erginlerinde molekulýar

diffuziýa suwuklygyň akymlarynyň hereketi blilen bagly bolmadyk, molekulalaryň tertipsiz hereketi netijesinde bolup geçýär. Bu ýagdaýda paýlanýan maddanyň ýokary konsentrasíaly ýerlerden pes konsentrasíaly ýerlere geçişi bolýar. Şunda geçişiň kinetikasy ýylylyk geçirijiligiň kanunyna meňzeş Fikiň birinji kanunyna tabyn bolýar: diffuziýa boýunça geçen maddanyň mukdary konsentrasíanyň gradiýentine, diffuziýa akymynyň ugruna perpendikulýar meýdana we wagta proporsionaldyr:

$$d^2M = -D \frac{\partial c}{\partial x} dF d\tau \quad (9.4)$$

bu ýerde  $d^2M$  – diffuziýa boýunça geçen maddanyň mukdary;  $\frac{\partial c}{\partial x}$ -diffuziýanyň ugry boýunça konsentrasíanyň gradiýenti;  $dF$  diffuziýa geçýän elementar meýdan;  $d\tau$ - diffuziýanyň dowamlylygy;  $D$ -diffuziýa koeffisiýenti.

Getirilen deňlemeden görnuşi ýaly diffuziýanyň koeffisiýenti  $1 \text{ m}^2$  ustden  $1 \text{ s}$  dowamynda  $1 \text{ m}$  aralykda konsentrasíalaryň tapawudy birlige deň bolanda diffuziýa boýunça geçýän maddanyň mukdaryny görkezýär.

Deňlemäniň sag bölegindäki minus alamaty molekulýar diffuziýada hereket ugry boýunça maddanyň konsentrasíasynyň azalýandygyny görkezýär. Molekulýar diffuziýanyň differensial deňlemesi (Fikiň ikinji kanuny). Massaberijiligiň

kanuny (Şukarewiň kanuny). Bu kanun Nýutonyň ýylylyk berijiligiň esasy kanunyna meňzeşdir we şu aşakdaky ýaly beýan edilýär: Fazalary bölýän ustden kabul ediji faza geçirilýän maddanyň mukdary, fazalary bölýän üstäki we kabul ediji fazanyň akymynyň merkezindäki konsenstrasiýalaryň aratapawudyna, faza galtaşma üstüne we wagta proporsionaldyr.

Massaberijiligiň koeffisiýenti fazalaryň bölünme üstünden kabul ediji faza 1 m faza galtaşma üstünden 1 sekundyň dowamynda konsentrasýalaryň tapawudy bire deň bolanda berilýän ýylylygyň mukdaryny görkezýär. Durnuklaşan hadysa üçin massaberijiligiň koeffisiýenti we konsentrasýa seredilýän göwrümde hemişelik bahasyny saklaýar we (9.3) deňleme şu aşakdaky görnüşde ýazylýar

$$dM = \beta (c_{\bar{u}} - c_m) dF \quad (9.5)$$

## 9.2. Absorbsiýa we rektifikasiýa.

Absorbsiýa hadysasyny geçirmegiň mümkinçiligi gazlaryň suwuklyklardaky ereýjiligine esaslanýar. Absorbsiýa hadysasy saýlawlydyr we öwürlişiklidir, bu ony diňe gazlaryň suwuklykdaky erginini almak üçin däl-de, eýsem, gazlaryň we buglaryň

garyndylaryny bölmek üçin hem ulanmaga mümkinçilik berýär. Gaz ýa-da bug garyndysyndan bir ýa-da birnäçe düzüm bölekleriniň saýlawly siňdirilmesinden, ýagny absorbsiýasyndan soňra desorbsiýa - bu düzüm bölekleriniň suwuklykdan bölünip çykarylmagy bolup geçýär. Dikeldilen (regenerirlenen) absorbent täzedan absorbsiýa iberilýär. Bu aýlawly hadysadyr. Fiziki absorbsiýany we hemosorbsiýany tapawutlandyrýarlar. Fiziki absorbsiýada gazyň eremegi himiki reaksiýasyz geçýär. Hemosorbsiýada absorbirlenýän düzüm bölegi suwuk faza bilen himiki reaksiýa girişýär.

Absorbsiýa hadysalarynyň tehnika da ulanylyşyna mysal bolup nebiti gaýtadan işleýän gurallarda uglewodorod gazlaryň bölünmegi, duz kislotasynyň alnyşy, ammiak suwunyň alnyşy, gymmatly önümleri bölup almak maksady bilen zyňnydy gazlary arassalamak we beýlekiler hyzmat edip bilerler.

Rektifikasiýa hadysasynyň himiýa tehnikasynda uly ähmiýeti bardyr. Mysallar hökmunde motor ýangyçlaryny almak maksady bilen nebitiň tebigy uglewodorodlaryny we sintetiki uglewodorodlary bölmegi, gazlaryň garyndysyny öňürti suwuklyklandyryp we soňra suwuk garyndyny rektifikasiýa etmek arkaly hususy (indiwi dual) gazlary bölup almagy görkezmek bolar.

## **10. Massaçalşyk gurallarynyň gurluşy we işleýşi.**

### **10.1.Rektifikasiýa sütüniniň gurluşy.**

Bu gural rektifikasiya sütüninden we kömekçi gurallardan ybaratdyr. Hadysanyň mehanizmine düşünmek üçin sütüniň aýratyn jamlarynda bolup geçýän hadysalara syn edeliň. Tehnikada jamlaryň dürli görnüşleri bellidir, ýöne senagatda kolpakly jamlaryň giňden ýaýranlygy sebäpli, onuň gurluşyna seredeliň. Jam içinde deňölçegli deşikler ýerleşýän disk bolmak bilen deşikleriň iki tarapyndan hem açyk silindrik stakaklar berkidilendir; bug stakanlarynyň usti bug geçer ýaly edilip boş ýer goýlup kolpaklar bilen ýapylandyr. Suwuklyk bir jamdan beýleki jama akar ýaly, döküji stakanlar ýerleşdirilendir. Döküji stakanlardan bug geçmez ýaly olar jamdaky suwuklyga çümdürilendir. Şeýlelikde, beýikligi iki sany ýanaşyk jamlaryň basyşynyň aratapawudyndan ýokary bolan gidropäsgelçilik emele gelýär. Bug kolpagynyň gyrasynda üçburçlyk we dörtburçlyk görnüşli kesikler ýerleşdirilendir. Şol kesikleriň umumy meýdany bug stakanynyň kesiginiň meýdanyna deň ýa-da ondan uly bolmalydyr. Aşakdaky jamdan ýokaryk galýan bug stakanlar boýunça ýaýraýar, bug kolpagynyň aşagyndan geçýär, aşak düşýär we kesikler boýunça ownuk akymlara bölünýär hem-de suwuklygyň gatlagyny böwsüp geçýär. Buguň ýeňip geçýän suwuklyk gatlagynyň galyňlygyna böwsüp geçme (barbotaž) beýikligi diýilýär.

Gural sütünden, bölüji çüýşeli deflegmatordan, esasy önümiň sowadyjysyndan hem kub önüminiň

sowadyjysyndan ybaratdyr. Sütüniň işleýşini beýan edeliň. Garyndy sütüniň ortaky jamlarynyň birine berilýär. Bu jamyň ýagdaýy bölünýän düzümleriň häsiýetlerine baglylykda hasaplanyp tapylýar. Garyndy (bražka ýa-da suw-spirt akymy) berilýän jama iýmitlendiriji jam diýilýär. Şeýlelikde, iýmitlendiriji jam sütüni iki bölege bölýär: aşaky - gutaryjy we ýokarky-gurplandyryjy. Sütüniň bu bölekleriniň ady, olarda bolup geçýän hadysalaryň häsiýeti bilen kesgitlenilýär. Sütüniň aşaky bölegine gyzdryjy bug berilýär. Eger sütün uzak arakesmeden (meselem arassalanandan, abatlaşdyrlandan we ş.m.) soňra işe goýberilýän bolsa, onda ilki bilen ol bug bilen gyzdrylýar soňra garyndy berilär. Bu ýagdaýda suw buglarynyň kondensasiýasy netijesinde emele gelýän suwuklyk jamlary doldurýar. Eger sütün uzak bolmadyk arakesmeden soňra işe goýberilýän bolsa, onda jamlar düzüminde bölünýän düzümleri saklaýan suwuklyk bilen doldurylan bolýar. Pes temperaturada gaýnaýan düzüme baglylykda sütüniň aşaky böleginiň işleýşine syn edeliň. Düzüminde pes temperaturada gaýnaýan düzümi saklaýan iýmitlendiriji suwuklyk ýylylyk çalşyjyda gyzdrylýar, iýmitlendiriji jama girýär, onda ýerleşýän suwuklygy gysyp çykarýar we bug bilen gaýnamak temperaturasyňa çenli gyzdrylýar. Suwuklyga garanyňda düzüminde pes temperaturada gaýnaýan komponenti köp bolan bug sütüniň gurplandyryjy böleginiň aşaky jamyna geçýär. Iýmitlendiriji suwuklyga garanyňda düzüminde pes



temperaturada gaýnaýan komponenti az bolan suwuklyk sütüniň aşaky böleginiň ýokarky jамyna dökülýär. Ol bu ýerde garşylyklaýyn hereket edýän bugyň kömegi bilen gaýnamak temperaturasyna çenli gyzdyrylýar we düzüminde pes temperaturada gaýnaýan komponenti ýokary bolan bugy emele getirýär. Bu bug ýokarky jamlara geçýär. Şunuň ýaly hadysa sütüniň gutaryjy böleginiň jamlarynyň hemmesinde gaýtalanýar. Eger biz jamlaryň sanyny ýeterlik mukdarda alsak, onda suwuklygyň düzümindäki pes temperaturada gaýnaýan komponent azalyp gutarar. Şeýlelikde sütüniň gutaryjy bölegi pes temperaturada gaýnaýan komponenti kem-kemden azaldyp ony gutarmaga niýetlenendir. Sütüniň gurplandyryjy böleginde pes temperaturada gaýnaýan komponentiň mukdary suwuklykda kem-kemden artýar. Deflegmatorda buglaryň kondensasiýasy bolup geçýär. Şol emele gelen suwuklygyň bir bölegi - flegma sütüni suwarmaga berilýär. Adatça deflegmator hökmünde turbaly ýylylyk çalşyjylar peýdalanylýar. Iş şertlerine baglylykda gorizontaլ ýa-da wertikaլ turbaly ýylylyk çalşyjylar ulanylýar. Deflegmatora berilýän suw, buglaryň doly kondensasiýasyny üpjün etmelidir. Şunuň bilen birlikde, ýokary böleginiň sütüniň işiniň ýylylyk düzgünini pozmaz ýaly, kondensat gaty sowadylmaly dälidir. Deflegmatorda emele gelyän kondensat iki bölege bölünýär: birinjisi flegma bölüji çuýşä iberilýär, ikinjisi—esasy önüm sistemadan çykarylýar,

sowadyjyda sowadylýar we eger ol ýarym önüm bolsa indiki gaýtadan işlemä iberilär, eger-de taýýar önüm bolsa onda ammara iberilýär. Guralyň üznüksiz işlemegi, onuň iş aýlawyny artdyryýan hem bolsa, muňa garamazdan gural gaýtalanýan (periodik) düzgüninde işleýär. Gaýtalanýan düzgünde işleýän gurallar bilen bir hatarda üznüksiz işleýän gurallar hem giňden ýaýrandyrlar. Spirt önümçiliginiň ösüş ugry gaýtalanýan hadysalardan üznüksiz hadysalara tarap gönükdirilendir. Üznüksiz işleýän gurallaryň öndürijiligi gaýtalanýan düzgünde işleýän gurallara garanyňda has ýokarydyr. Üznüksiz işleýän rektifikasiýa gurallarynyň prinsipi çig malyň dürli häsiýetdäki garyndylardan yzygiderli arassalanmagyna esaslanandyr. Etil spirdiniň dürli konsentrasiýalarynda garyndylaryň her biriniň bugarmak koeffisiýenti bardyr. Olar bir-birinden bugarma koeffisiýenti boýunça aratapawutlanýarlar. Şu aratapawuda esaslanmak bilen maddalary toparlara bölüp şol toparlary bir-birinden bölüp aýyrmak üçin niýetlenen birnäçe sütünlerden ybarat bolan rektifikasiýa guralyny gurmak bolar. Şunda alnan garyndylar ýokary konsentrasiýaly bolup biler, ýa-da etil spirdiniň köp mukdaryny öz düzüminde saklap biler. Soňky ýagdaýda spirdi doly bölüp çykarmak üçin ýörite gural oturtmak zerurdyr. Birnäçe artykmaçlyklarynyň bardygy sebäpli üznüksiz işleýän gurallar spirit önümçiliginde giňden ýaýrandyr. Olar spirit-rektifikatyň mümkin bolan iň ýokary çykymy we

goýulaşdyrlan baş we ahyrky galyndy önümleri berýär. Gaýtalanýan düzgünde işleýän gurallarda spirt-rektifikatyň çykymy 75 % we hili pes bolýar. Şonuň üçin hem birnäçe gezek kowgy etmeli bolýar. Bu bolsa energiýanyň we zähmet resurslarynyň has köp harçlanmagyna getirýär. Üznüksiz işleýän gurallary işletmek has aňsatdyr. Önümçilikde üznüksiz işleýän rektifikasiýa gurallarynyň dürli görnüşleri ulanylýar, emma iki sütünli rektifikasiýa gurallary has köp peýdalanylýar. Ol gural Barbeniň shemasy boýnça işlemek bilen rektifikasiýa we epýurasiýa sütünlerinden ybaratdyr. Epýurasiýa sütünleri baş garyndylary bölüp aýyrmaga niýetlenendir. Rektifikasiýa sütüninde ahyrky garyndylar bölünip aýrylýar we spirt doly suratda arassalanylýar. Marynyň şeker zawodynyň spirt öndürýän bölümhanasynda gant şugundyrynyň melassasyndan spirt alynýar. Şonuň üçin hem bražka sütüniniň zerurlygy ýüze çykýar. Şundan başga-da üç sütünli gurallar bilen bir hatarda düzüminde ýöriteleşdirilen gurallary saklaýan jamlar peýdalanylýar. Siwuş we gutarnykly sütünler degişlilikde siwuş ýaglaryny goýulaşdyrmak we spirdiň düzüminden aldegidleri aýyrmak üçin niýetlenendir. Spirdi çig mal spirden we göni bražkadan hem almak bolar. Biz melassany iýmitlendiriji gurşaw (suslo) hökmünde ulanyp onda spirt turşama hadysasyny geçirenimizde bražka emele gelyär. Şonuň üçin hem üznüksiz işleýän

bragorektifikasion guralynyň gurluşyna we işleýişine seredeliň. Bragorektifikasion gural spirdi göni bražkadan bölüp çykarmaga mümkinçilik berýär. Häzirki wagtda bražkadan spirt-rektifikaty bölüp çykarýan gurallaryň birnäçe görnüşleri ulanylýar. Olary uç görnüşe bölmek bolar: 1) göni işleýän; 2) ýarym göni işleýän; 3) gytaklaýyn işleýän. Göni işleýän gurallarda bražka epýurasiýa sezewar edilýär, ýagny bražka sütünine duşmänkä onuň düzüminden baş garyndylar bölünip çykarylýar. Rektifikasiýa sütünine epýurasiýa sezewar edilen, baş garyndylardan arassalanan we düzüminde etil spirdini, aralyk we ahyrky garyndylary saklaýan buglar gelýär. Bu buglaryň düzüminde baş garyndylaryň ujypsyzja mukdary bolýar. Rektifikasiýa sütüninde aralyk we ahyrky garyndylar bölünip aýrylýarlar. Göni işleýän gurallar ýylylygy tygşytlaýjylygy babatda has tygşytlydyrlar, ýöne bražkanyň örän owunjak bölejikleriniň rektifikasiýa sütünine düşmegi sebäpli ýaramaz ysly we tagamly spirt-rektifikat bölünip alynýar.

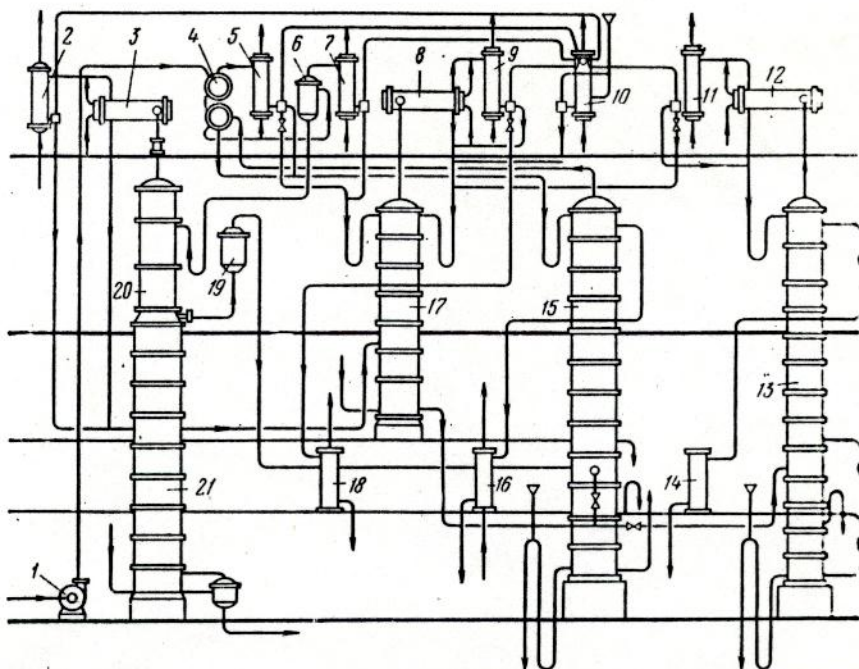
Ýarym göni işleýän gurallarda bražka deslapky epýurasiýa sezewar edilmeyär we göni bražka sütünine iberilýär. Bu ýerde ähli garyndylary (baş, aralyk we ahyrky), suwy we spirdi düzüminde saklaýan buglar bölünip çykýar. Gaýmalaşýan bölejikleri saklaýan tutujynyň üsti bilen bu buglar epýurasiýa sütünine gelýär we bu ýerde epýurasiýa sezewar edilýär. Baş garyndylardan arassalanan,

düzümünde aralyk we ahyrky garyndylary saklaýan suwuklyk rektifikasiýa sütünine gelýär. Ýylylygy tygşytlaýjylygy babatda bu shemanyň amatlylygy öňkä garanynda pesdir, ýöne ýarym göni işleýän gurallar ýokary hilli spirt-rektifikat berýärler. Gytaklaýyn işleýän gurallar bu iki gurallaryň birleşmesidir. Birinjisi spirt çig malyňy berýär, beýlekisi bolsa ondan spirt-rektifikat öndürýär. Şunuň ýaly gurallar hem ýokary hilli spirt-rektifikat almaga mümkinçilik berýär.

## **10.2. Rektifikasiýa bölümi.**

Bražkanyň rektifikasiýasy durli gurluşly periodik ýa-da üznüksiz işleýän rektifikasiýa gurallarynda geçirilýär (10.1-nji surat). Şolardan häzirkiz zamanda giňden peýdalanylýanlaryň biri hem iki akymly bragorektifikasiýa guralydyr. Iki akymly bragorektifikasiýa guralynda bražkadan bölünip çykarylýan spirt iki akyma bölünýär we soňra ol akymalaryň her biri aýratynlykda rektifikasiýa sütünlerinde rektifikasiýa hadysasyna sezewar edilýär. Onda gaýtadan işlenilýän çig malyň hiline garamazdan ýokary hilli spirt-rektifikat almak bolýar. Gural dört sany, ýagny bražka, epýurasiýa we iki sany rektifikasiýa sütünlerinden ybaratdyr. Bražka nasos bilen 4 deflegmatora berilýär. Bu ýerde ol rektifikasiýa sütüniniň spirt buglary bilen 15-den 65—70°C-a çenli gyzdyrylýar. Soňra bražka 7 kondensator bilen üpjün edilen 6 kömürturşy gazynyň

separatorynyň üsti bilen 20 bražka sütüniň epýurasiýa böleginiň ýokarky jamlaryna berilýär we esasy garyndylardan boşap bražka sütüniniň gaýnama bölegine girýär. Spirdiň garyndylaryny bölüp çykarmak 93—95°C temperaturada bražka sütüniň epýurasiýa böleginiň ýokarky jamynda geçirilýär. Epýurasiýa sezewar edilen suw-spirt buglary (bražkadan spirdiň 80—85% mukdary) 19 köpurjik tutujynyň üsti bilen 15 rektifikasiýa sütünine iberilýär. Bu sütüniň ýokarky jamlaryndan 16 sowadyjynyň üsti bilen ýokary hilli spirt alynýar. Suw-spirt buglarynyň ikinji akymy (bražkadaky spirdiň 15—20% mukdary) 20 bražka sütüniň ýokarky epýurasiýa böleginden 3 deflegmatoryň we 2 kondensatoryň üsti bilen distillýat görnüşinde 17 epýurasiýa sütünine iberilýär. Bu akymyň mukdary, spirt buggeçirijisinde deflegmatoryň öň ýanynda ýerleşdirilen zadwižkanyň kömegi bilen sazlanýlar. Düzüminde göwrümi boýunça 30 % spirt saklaýan epýurat 17 sütünden 13 ikinji rektifikasiýa sütünine iberilýär. Bu ýerde 13 rektifikasiýa sütüniň ýokarky jamlaryndan 14 sowadyjynyň üsti bilen ýokary hilli spirt-rektifikat alynýar.



10.1-nji surat. Ikiakymly bragorektifikasiýa guralynyň shemasy.  
 1 — bražka nasosy. 2, 5, 7, 9, 11 — kondensatorlar. 3 — bražka sütüniň deflegmatory. 4 — deflegmator. 6 — kömurturşy gazyň seperatory. 8 — epýurasiýa sütüniň deflegmatory. 10 — spirt saklaýjy. 12 — ikinji rektifikasiýa sütüniň deflegmatory. 13 — ikinji rektifikasiýa sütüni. 14, 16 — sowadyjylar. 15 — birinji rektifikasiýa sütüni. 17 — epýurasiýa sütüni. 18 — efraldegid fraksiýasynyň sowadyjysy. 19 — köpurjik saklaýjy. 20 — bražka sütüniň epýurasiýa bölegi. 21 — bražka sütüniň gaýnadyp çykarma bölegi.

## 11. Gaty jisimleri owradyjy we bölüji gurallar.

Owratmak—gaty maddany böleklere bölmek hadysasy bolup, şunda daşky güýçleri täsir etdirmek usuly bilen owradylýan gaty jisimde molekulýar dartylma güýçleri ýeňilip geçilýär we täze üstler emele gelýär.

Klassifikasiýa—birgörnüşli akyjy materialy bölekleriniň ölçegleri boýunça toparlara bölmek hadysasy. Himiki tehnologiýada hem klassifikasiýany giňden ulanýarlar, sebäbi tehnologiki talaplara görä, köp halatlarda, gaýtadan işlenilýän materialyň bölekleriniň ölçegleri takyk kesgitli çäklerde bolmaly.

### **11.1.Gaty jisimleri owratmagyň nazaryýeti.**

Owratmak hadysasy owratmagyň derejesi ( $i$ ) bilen häsiýetlendirilýär. Ol materialyň böleginiň owradylmazlygyndan öňki we soňky deňşililikde  $d_b$  we  $d_s$  ortaça ölçegleriniň gatnaşygyna deňdir.

$$i = d_b / d_s$$

Başky materialyň bölekleriniň we owratmagyň netijesinde alynýan bölekleriň we bölejikleriň görnüşleri dogry däl. Şonuň üçin hem iş ýüzünde bölekleriň ölçegleri ( $d_b$  we  $d_s$ ) owratma çenli we ondan soňra akyjy materialyň geçýän elekleriniň deşikleriniň ölçegleri bilen häsiýetlendirilýär. Owratmagyň ýokary derejelerini almak üçin owratmak



hadysasyny yzygiderli birikdirilen maşynlarda birnäçe stadiýalarda geçirýärler.

Materialyň iň uly bölekleriniň we bölejikleriniň başky we ahyrky ölçeglerine baglylykda owratmagyň şu aşakdaky görnüşlerini şertli tapawutlandyrýarlar:

Owratmagyň görnüşi	$d_b$ , mm	$d_s$ , mm
Iri	1500-150	250-25
Orta	150-25	25-5
Ownuk	25-5	5-1
Inçe	5-1	1-0,075
Kolloid	0,2-0,1	1-10 çenli.

Iri we orta owratmak gury usul bilen, ownuk we inçe - gury we öl usullar bilen geçirilýär.

Owratmak hadysalary energiýanyň köp mukdarynyň harçlanmagy bilen baglanyşyklydyr. Şonuň üçin hem owratmak hadysasyny geçirmegiň öň ýanynda ahyrky önümiň ölçegine deň we ondan kiçi bolan bölekleri (bölejikleri) elekden geçirip aýyrýarlar. Şunuň ýaly usul bilen owratma gidýän energiýanyň harçlanylyşyny azaltmak, materialyň aşo owradylmagynyň önümi almak we bölekleriniň (bölejikleriniň) ölçegi boýunça birmeňzeş önümi almak başardýar. Owratmak aýyk we ýapyk aýlawlarda, şeýle hem bir ýa-da birnäçe gezekläp geçirilip bilner. Aýyk aýlawda owradylýan material maşyndan bir gezek geçmek bilen, oňa owratmaga ikinji gezek dolandyrylmaýar. Adatça, aýyk aýlawda

iri we orta owratma geçirilýär. Ýapyk aýlawda iki önüm bölüji we daşajy gurallaryň kömegi bilen owradyja dolandyrylyp getirilýär. Şunuň ýaly usul inçe owratmada ulanylýar.

Iki gezekde owdarylanda birinji owradyjy guraldan soňra klassifikasiýa gelýär, soňra ikinji owradyja ugradylýar. Şunuň ýaly usul ölçegleri boýunça deňölçegli önüm almaga mümkinçilik berýär.

Materiallary owratmak, gysmak, bölmek, urgy bilen we sürtme bilen amala aşyrylýar. Owratmada şol bir wagtda birnäçe usullar utgaşdyrylýar, sebäbi olar biri-birlerine hökmany suratda ugurdaşdyrlar. Meselem, surteme gysmak we bölmek bilen utgaşýar. Owratmak usulynyň saýlanylyp alynmagy owradylýan materiallaryň iriligine, berkligine (gysmadaky berkliginiň çäGINE) we fiziki-himiki häsiýetlerine baglylykda geçirilýär.

Häzirki wagtdaky nazaryýetlerde möhüm ululyk bolan energiýanyň harçlanyşyna uly uns berilýär. R.Rittinger tarapyndan teklipe edilen üst nazaryýetine görä, owratmada iş materialyň pytrama üstleri boýunça molekulýar dartyлма guýçlerini ýeňmäge harçlanylýar. Başgaça aýdanymyzda, owratma üçin zerur bolan iş, material owradylanda emele gelýän täze üste proporsionaldyr. Materialyň bölekleriniň (bölekleriniň) udel üsti olaryň çyzykly ölçeglerine ters proporsionaldyr, onda materialyň böleklerini  $d_b$  ölçeglerden  $d_s$  ölçeglere çenli owratmagyň udel işi aşadaky gatnaşyk bilen aňladylynyp bilner:

$$A = K (1/d_s - 1/d_b)$$

bu ýerde  $A$  - materialyň göwrüm birligini owratmaga harçlanýan iş;  $K$  — koeffisiýent, owratmada emele gelýän materialyň üst birligine harçlanýan işi häsiýetlendirýär; owradylýan materialyň häsiýetine bagly we tejribe usuly bilen kesgitlenilýär. W.L.Kirpiçew (1874ý.) we F.Kik (1885ý.) tarapyndan tekliپ edilen göwrüm teoriýasyna görä, iş materialyň pyramasyna sebäp bolan onuň deformasiýasyna harçlanýar. Şunda iş çäk (pytradýan) deformasiýasyna ýetilýänçä harçlanylýar. Owratma üçin zerur bolan iş, materialyň bölekleriniň pyramasynyň öň ýanyndaky göwrüminiň kiçelmegine proporsionaldyr.

Gukyň kanunyna esaslanyp, gysylmada materialyň deformasiýasynyň işini şu aşakdaky gatnaşyk boýunça kesgitlemek bolar.

$$A = \frac{\sigma_{gys} \Delta V}{2E}$$

bu ýerde  $\Delta V$  - materialyň bölekleriniň pyramazynyň öň ýanyndaky göwrüminiň kiçelmegi;  $E$  - materialyň maýyşgaklyk moduly.

P.A.Rebinder tarapyndan tekliپ edilen teoriýada materialy owratmaga harçlanan energiýa owradylýan jisimiň deformasiýasyna we täze üstleriň emele gelmegine harçlanýan işleriň jemi görnüşinde kesgitlenilýär.

## 11.2. Owradyjy maşynlaryň gurluşy.

Esasy owradyjy gurallaryň konstruktiv alamatlary boýunça gurluşynyň gysgaça beýany şu aşakdakylardan ybaratdyr.

1) **Çekdeli owradyjylar.** Bu owradyjylarda material hereketsiz we hereketli plitalaryň (çekgeleriň) arasynda periodiki gysmak usuly bilen owradylýar. Bu owradyjylar gurluşynyň sadalygy we ygtybarlylygy, köp ýerlerde ulanylýanlygy, ykjamlygy we ulanylyşynyň ýönekeýligi bilen tapawutlanýar.

2) **Konusly owradyjylar.** Bu owradyjylarda hereketsiz korpusa görä ekssentrik ýerleşdirilen kesik konusyň üznüksiz aýlanmasy netijesinde material gysylma we gaňrylma sezewar edilip owradylýar. Owradyjynyň korpusynyň hem kesik konus görnüşi bardyr. Bu owradyjylar ýokary öndürijiligi, sazlaşykly işleýşi, we owratmagyň ýokary derejesi bilen tapawutlanýarlar.

3) **Çekiçli owradyjylar.** Olar polat çekiçler şarnirli birikdirilen çalt aýlanýan diskden ybaratdyr. Iri we ortaça owratmak üçin material esasan çekiçleriň urgulary bilen işlenilýär. Ownuk owratmak üçin gözenek çekiçlere has ýakynlaşdyrylýar, şonuň üçin hem material çekiçleriň we gözenegiň aralygynda bölmek, gysmak we bölekleyin surtulmek boýunça owradylýar.

4) **Walokly owradyjylar.** Bu gurallaryň iki sany parallel silindrik waloklary bolýar we olar biri-biriniň garşysyna aýlanyp gysmak arkaly materialy owradyrlar.

5) **Barmakly owradyjylar.** Bu gurallara dezintegratorlar, dismembratorlar we beýleki şulara meňzeş gurallar degişlidirler. Dezintegratorlar bir göni çyzykda ýerleşdirilen iki sany okda aýlanýan barmakly disklerden ybaratdyr.

6) **Şarly we sterženli barabanly owradyjylar.** Şarly owradyjylar owradyjy jisimler bolan metal we kwars şarlar bilen bölekleyin doldurylan barabandan ybaratdyr. Baraban aýlananda şarlar sürtülme güýçleriniň täsiri bilen birnäçe beýiklige galýarlar, we soňraerkin gaçýarlar hem-de urgý we surtulme bilen materialy owradyrlar. Sterženli owradyjylaryň 40-100 mm diametrli sterženler bilen ýüklenilýän gysga barabany bar.

### 11.3. Grohotlaryň gurluşy we işleýşi

Grohatlarda elemek, klassifikasiýasynyň giňden ýaýran görnüşleriniň biridir. Grohatlarda elemek uçin metal we beýleki elekler deşikli metallik listler (reşetolar) we parallel sterženlerden ybarat bolan - kolosnikler ulanylýar. Materiallaryň elenmegi olaryň elegiň iş üsti boýunça görälik hereketinde ýerine ýetirilýär. Materialyň görälik hereketi onuň sürtülme burçundan uly burç bilen ýapgytlykda ýerleşdirilen

hereketsiz elekde ýa-da dürli hili hereket edýän elegiň iş üstlerinde döredilýär. Elemegiň netijesinde iki önüm alynýar: elekden **geçen** aşaky önüm we elekden **geçmedik** ýokarky önüm. Elemegiň netijeliligi adaty aşaky elekden **geçen** önümiň onuň başky garyndydaky mukdaryna bolan gatnaşygy görnüşinde häsiýetlendirilýär. Elemek hadysasy bir elegiň üstünden ýa-da birnäçe yzygiderli ýerleşdirilen elekleriň üstünden geçirilýär. Köp gezekläp elemek üç usul boýunça amala aşyrylýar:

1) ownukdan irä - deşikleriniň ölçegleri ulalýan tertipde bir tekizlikde ýerleşdirilen elekleriň üstünden;

2) iriden ownuga - deşikleriniň ölçegi kiçelýän tertipde bir-birleriniň aşagynda ýerleşdirilen elekleriň üstünden;

3) utgaşdyrylan usul bilen.

Ownukdan irä elemek usulynyň beýleki usullara garanynda birnäçe artykmaçlyklary bardyr. Şonuň üçin hem bu usul iş ýüzünde giňden ulanylýar. Häzirki wagtda ulanylýan grohotlara hereketsiz elekli, rolikli barabanly, yrgyldyly tekiz elekli we wibrasion grohotlary degişli etmek bolar. Esasan hem wibrasion grohotlaryň geljegi bardyr. Bu grohotlarda tekiz we adatyň ýapgyt elek ýöriteleşdirilen mehanizmiň - wibratoryň kömegi bilen 1 minutda 900-1500 yrgyldy edýär. Yrgyldynyň amplitudasy 0,5-12 mm. Wibrasion elekleriň artykmaçlyklaryna şu aşakdakylar degişlidir: yrgyldylaryň islendik ýygylgynda elegiň deşikleri material bilen dykylmaýar; elekleriň beýleki

görmüşleri bilen deňşdireniňde ýokary öndürijiligi we netijeliligi; öl materiallary elemek üçin ýaramlylygy; ykjamlygy; elekleri sazlamagyň ýeňilligi we çalyşmagyň aňsatlygy; elekleriň beýleki görmüşleri bilen deňşdireniňde energiýanyň harçlanyşynyň azlygy.

#### **11.4. Seperatorlaryň gurluşy we işleýşi.**

Serepasiýa diýmek bölmek diýmekdir we seperasiýa hadysasyny geçirmek üçin niýetlenen gurallara bolsa seperatorlar diýilýär. Gaty bölejikleriň suwuklykda ýa-da howada çökmek tizligi boýunça, olaryň garyndylaryny bölmek hadysalary, gaty jisimleri çökdürmegiň umumy kanunlaryna tabyndyr. Gidrawlik ýa-da howa usuly bilen bölünen her bir topar berlen gurşawda çökdürme tizlikleri ýakyn bolan bölejiklerden ybaratdyr.

Gidrawlik klassifikasiýa suwuklygyň gorizonta ýa-da ýokaryk galýan akymynda geçirilýär. Şunda akymyň tizligi kesgitli ölçegden kiçi bolan bölejikleriň klassifikatordan çykar ýaly hem-de uly çökdürme tizlikli we uly ölçegli bölejikleriň bolsa klassifikatorda çöker ýaly edip saýlanylyp alýnýar. Edil eleme ýaly, suwly klassifikasiýany iriden ownuga ýa-da ownukdan irä, hem-de utgaşdyrylan usul bilen geçirmek bolar. Howa seperasiýasy gidrawlik klassifikasiýadan

bölejikleriň howadaky çökme tizliginiň suwdaka garanynda has ýokarydygy bilen tapawutlanýar.

Has ownuk bölejikleri çykarmak üçin merkezden daşlaşýan güýçleriň täsiri astynda gidrawliki klassifikasiýany ulanýarlar. Munuň üçin gidrosiklonlary peýdalanýarlar. Olar ýokary öndürijiligi bilen häsiýetlendirilýär, ýöne köphatlarda ýeterlik takyk klassifikasiýany üpjün etmeýär; bölejikleriň diwar bilen güýçli sürtülmesi netijesinde materialyň iýilmegi we gidrosiklonyň diwarlarynyň ýukalmagy bolup geçýär.

Däneli materialy howa seperatorlarynda bölmek esasan merkezden daşlaşýan güýçleriň täsiri astynda bolup geçýär. Howa seperatorlaryny ýapyk howa akymly we açyk howa akymly seperatorlara bölýärler.

## **12.Himiýa önümçiliginiň çig mallaryny we suwy taýýarlamagyň tehnologiýasy.**

### **12.1.Himiýa senagatynyň çig mallary.**

Taýýar önümleri almak üçin ulanylýan tebigy materiallara, ýarym önümlere we önümçilik galyndylaryna çig mal diýilýär. Häzirki zamanda himiýa senagaty gazylyp alýnýan, ösümlik we haýwan çig mallaryny peýdalanar. Ýöne himiýa senagatynda gazylyp alýnýan çig mallar möhüm orun tutýarlar. Olara magdan (metallik), magdan däl we ýanyjy (organiki) çig mallar degişlidir. Magdan çig mallara



düzümünde esasan metallaryň oksidleri we sulfidleri bolan demirli, hlorly, titanly magdanlar deňişlidirler. Düzümine dürli metallaryň birleşmeleri girýän magdanlara polimetalliki diýilýär. Magdan däl çig mallara nahar duzy, fosfortirler, apatitler, gips, hek, çäge, toýun, asbest, kukurt we beýlekiler deňişlidirler. Ýanyjy (organiki) çig mallara — torf, goňur we daş kömurler, tebigy gaz we beýlekiler deňişlidirler. Olar ordaniki maddalardan ybarat bolmak bilen çig mal we energoresurslar hökmünde ulanylýarlar. Ösümlik (günebakar, kartofel, gant şugundyry, agaç, pagta, gamyş we ş.m.) we haýwan (ýüň, hakyky ýüpek, deri, ýaglar, süýt we ş.m.) çig mallary iýmit önümlerine ýada durmuş we senagat önümlerine gaýtadan işlenilýär. Meselem, gaty we suwuk ösümlik ýaglary sabynyň, reňkli materiallaryň, ýeňil senagatyň önümlerini işlemek üçin kömekçi maddalaryň önümçiliginde ulanylýar, krahmal önümleri dokma senagatynda peýdalanylýar. Mekgejöweniň kösügi, günebakar, tüwi we pagta gabygy mikrobiologiýa senagatynda iým beloklaryny, furfuroly we ksiliti öndürmek üçin çig mal hökmünde ulanylýar.

Himiki çig malyň möhüm çeşmeleriniň biri hem ikenji material resurslarydyr (JMR). Olara önümçiligiň galyndylary, sarplanyşyň galyndylary we goşmaça önümler deňişlidirler. Önümiň alnyşynyň hadysasynyň dowamynda emele gelýän galyndylara önümçilik galyndylary diýilýär. Islendik önümçilikde çig mal taýýar önüme gaýtadan işlenilýärkä önümçilik

galyndylary emele gelýärler. Olary halk hojalygy üçin peýdaly bolan önümlere gaýtadan işlemek möhüm meseleleriň biridir. Bu mesele örän çylşyrymly meselelere degişli bolmak bilen töwerekdäki gurşawy goramak, önümçiligiň ykdysady netijeliligini ýokarlandyrmak ýaly işler bilen ýakyndan baglanyşyklydyr. Eger ýurdyň tehniki we ykdysady ösüşi önümçilik galyndylaryny doly suratda peýdaly önümlere gaýtadan işlemäge mümkinçilik berýän bolsa, onda esasy önümi öndürýän kärhananyň ýanynda ýa-da başga ýerde önümçilik galyndylaryny gaýtadan işleýän kärhanalary döredýärler. Himiýa we nebiti gaýtadan işleýän senagatyň kärhanalarynyň galyndylarynyň düzümine we häsiýetlerine baglylykda üç topara bölýärler: 1/ başky çig mala ýakyn; 2) maksatly önümlere ýakyn; 3) beýleki önümçilikleriň çig mallaryna ýakyn. Birinji topara reagirleşmedik çig mallary bölüp alyp ýene-de gaýtadan önümçilige girizip bolýan galyndylar degişlidirler. Köp halatlarda galyndy dikeldilýär (regenerasiýa). Ikinji topara käbir operasiýalary geçirip, taýýar önümiň derejesine ýetirmek mümkin bolan galyndylar degişlidir. Üçünji topara beýleki kärhanalarda gaýtadan işlenilip boljak galyndylar degişlidir. Häzirki wagtda gaýtadan işlemegiň ykdysady we ekologiki taýdan amatly tehnologiýasy işlenilip düzülmek galyndylary kärhanadan daşky gurşawa çykarmazdan önürti olary zyýansyzlandyrmak zerurdyr. Şunuň ýaly doly suratda, özi emele gelende zyýansyz ýa-da gaýtadan

işlemek arkaly zyýansyzlandyrlan önümçilik garyndylaryny atmosfera, litosfera ýa-da gidrosfera çykarýarlar. Bu galyndylar maddalaryň tebigy aýlaw hadysasyna gatnaşýarlar we tebigat hem-de ýaşayş üçin zyýanly däldirler.

Sarplanyşyň galyndylaryna, dikeldilmegi ykdysady taýdan amatly bolmadyk ulanylyp könelişen harytlar (serişdeler) degişlidirler. Meselem hatardan çykan maşynlar, aýnadan, rezinden we plastmassadan ýasalan harytlar, işlenilen reaktiwler, katalizatorlar, ulanylyşdan galan öý hojalygynyň we şahsy sarplanyşyň harytlary.

Goşmaça önümler çig mallary esasy önümlere gaýtadan işlemek hadysasynda emele gelmek bilen berlen önümçiligiň maksadyna girmeyär. Emma goşmaça önümler taýýar önüm hökmünde ulanylyp bilner. Köplenç halatlarda olar harytlyk bolmak bilen, olaryň standartlary, tehniki şertleri we tassyklanan bahalary bolýar, olar önümçiligiň meýilnamasyna girizilýär.

## **12.2. Çig mallary gaýtadan işlemegiň esasy usullary.**

Önümçilige taýýarlamak maksady bilen çig mallary gaýtadan işlemegiň esasy görnüşine olary baýlaşdyrmak degişlidir. Çig maly baýlaşdyrmak diýlip boş jynsy aýyrmak we esasy düzümiň mukdaryny ýokarlandyrmak üçin mineral çig maly

işlemegin fiziki we fizhimiki usullarynyň köplüğine aýdylýar. Çig maly baýlaşdyrmak energiýa aýajy tehnologiýanyň möhüm elementleriniň biridir. Meselem, aromatiki uglewodorodlary almak üçin çig maly taýýarlamak (gidroarassalama, toparlara takyk bölmek) energiýanyň harçlanyşy 23 prosent peselýär. Piroliz (benzinleri gidrirlеме we olary kükürtden we azotdan arassalamak) üçin çig maly taýýarlamak energiýanyň harçlanyşyny düýpli peseldýär. Eger çig malda birnäçe düzümler bar bolsa, onda ony dürli önümçilikler üçin çig mal bolan, haýsy hem bolsa bir düzümler bilen baýlaşdyrılan toparlara bölýärler. Çig maly baýlaşdyrmagyň usuly onuň faza halyna baglydyr. Usullaryň uly topary gaty maddalary baýlaşdyrmaga niýetlenendir. Grawitasiýa usuly = dürli dykzlykly we ululykly bölekleriň suwuklygyň ýa-da gazyň akymynda ýa-da merkezden daşlaşýan güýjiň täsirinde çökmek tizliginiň tapawudyna esaslanan bölmek. Bu usul silikat materiallaryň, mineral duzlaryň önümçiliginde we metallurgiýada giňden ulanylýar. Elektromagnit usuly - magnit çekilijiligi boýunça bölmek. Meselem, magnitli demir magdanyny, hromly magdany, rutili we beýleki magnit çekiji materiallary boş jynsdan bölüp aýyrmak. Elektrostatiki usul-elektrik geçirijiligi boýunça bölmek, ýagny geçiriji magdanlary dielektrik jynslardan bölmek. Flotasiýa usuly - suwuklykda gaýmalaşýan ownuk bölekleriň suspenziýa girizilýän köpürjüklere ýelmeşip üstüne ýüzüp çykamak ukyby

boýunça biri-birinden bölüp aýyrmak. Flotasiýanyň netijeliligini üpjün etmek üçin suspenziýa saýlawlylygyny we mineral bölejikleriň howa köpürjigine ýelmeşişiniň berkligini güýçlendirýän flotasiýa reagentleri girizilýär. Flotasiýa baýlaşdyrmagyň iň uniwersal we kämil usulydyr. Flotasiýa usuly boýunça mineral çig maldan ähli minerallary aýratynlykda bölüp alýarlar. Durli maddalaryň suwuk erginlerini eredijini bugartmak, doňdurmak, garyndylary çökündä ýa-da, gaz faza bölüp çykarmak bilen goýaldýarlar. Gaz garyndylaryny ýokary basyşda we pes temperaturada yzygiderli kondensirläp bölýärler.

### **12.3. Suwuň himiýa önümçiliginde peýdalanylyşy.**

**Suw himiýa önümçiliginde çig mal, himiki reagent, erediji, ýylylyk we sowukäkidiji hökmünde giňden peýdalanylýar.** Meselem, suwdan durli usullar boýunça wodorod alýarlar. Ýylylyk we atom energetikasynda suw buguny öndurýärler. Suw mineral kislotalaryň, aşgarlaryň we esaslaryň, organiki maddalaryň—spirtleriň, uksus aldegidiniň, fenolyň önümçiliginde we beýleki köpsanly gidratasiýa hem-de gidroliz reaksiýalarynda çig mal bolup hyzmat edýär. Suwuň arzanlygy, elýeterliligi, otdan howpsuzlygy onuň himiýa senagatynda durli maksatlar üçin ulanylmagyna sebäp boldy. Suwy gaty,

suwuk we gaz görnüşli maddalaryň eredijisi hökmünde hem ulanýarlar. Dokma önümçiliginde suw aýratyn orun tutýar: tebigy, emeli we sintetiki suýumleri almakda, sapaklary işlemek we boýamak hadysalarynda. Suw ýylylykäkidiji hökmünde ýylylykçalşygyň durli sistemalarynda-ekzotehniki we endotermiki hadysalarda ulanýlýar. Suwuň S — G faza geçişiniň ýylylygy beýleki maddalaryňka garanynda has ýokarydyr. Şonuň üçin hem kondensirlenýän suw bugy giňden ýaýran ýylylykäkidijidir. Suw bugy we gyzgyn suw beýleki ýylylykäkidijiler bilen deňeşdireniňde su aşakdaky ýaly artykmaçlyklary bardyr: ýokary ýylylyk sygymy; basyşa baglylykda temperaturany sazlamagyň sadalygy; ýokary tehniki durnuklylyk we beýlekiler. Şunuň üçin hem ýokary temperaturalarda suw örän amatly ýylylykäkidijidir. Suwy ekzotermiki reaksiýalarda ýylylygy çykarmak üçin, atom reaktorlarynda sowatmak üçin ulanýarlar. Suwy tygşytlamak we tebigaty goramak üçin aýlawly suw sistemalary ulanylýar.

### **13. Himiýa önümçiliginiň energetikasy we energotehnologiki hadysalary.**

**Himiýa önümçiliginiň energetikasy.** Himiýa senagaty we onuň bilen ýakyn bolan himiki hadysalara esaslanýan pudaklar (nebiti gaýtadan işleýän, nebithimiýa, metallurgiýa, sellýuloza, kagyz

senagaty), energiýany köp sarplaýjylardyr. Himiýa senagaty, halk hojalygynyň beýleki pudaklarynyň arasynda, ýylylyk energiýasyny harçlaýşy boýunça ikinji — hem-de elektrik energiýasyny harçlaýşy boýunça bolsa uçunji orny eýeleýär. Energiýanyň harçlanylyşy taýýar önümiň birligini almak üçin sarplanýan elektrik energiýasynyň (kwt/sag) ýa-da şertli ýangyjyň mukdary bilen ölçenilýär. Şertli ýangyç 29,33 Mj/kg deňdir we ýangyçlaryň hem-de energiýanyň beýleki çeşmeleriniň ýylylyk berijilik ukybyna baha bermek üçin ulanylýar. Şertli ýangyjyň 1 tonnasy ýylylyk berijilik ukyby boýunça 1 t daş kömrune, 2,5 t goňur kömre, 0,7 t nebite we 770—850 kub.m tebigy gaza deňgüýçlidir. Meselem, käbir himiki önümleri almak üçin harçlanýan elektrik energiýasynyň mukdary (Kwt. Sagat) şu aşakdaky ýalydyr: alýuminiý — 18000—20000, fosfor — 13000—20000, sitetiki ammiak — 3200, kukurt kislotasy —60—100. Önümiň 1 t almak üçin sarplanýan şertli ýangyjyň mukdary: fosfor — 35, sintetiki ammiak—18. Himiýa senagatynda elektrik we ýylylyk energiýalaryndan başga himiki, ýadro we ýagtylyk hem-de beýleki energiýalar ulanylýar.

Elektrik energiýasy göni elektrohimiýa hadysalary (erginleriň we rasplawlaryň elektrolizi), elektrotermiki hadysalary — gyzdyrmak, eretmek, bugartmak, elektrostatiýa hadysalary (elektrosüzgüçlerde tozanlary we dumany çökdürmek) we elektromagnit amallary (operasiýalaryny) (magdanlary baýlaşdyrmak)

geçirmek için ulanylýar. Elektrodwigatelleriň işini üpjün etmek için hem örän köp mukdardaky elektroenergiýa harçlanýar. Elektroenergiýa kärhanany ýagtylandyrmak için hem harçlanýar. Kärhanalar esasan tebigy gazyň, kömrüň, mazudyň ýakylmagynyň hasabyna işleýän ýylylyk elektrik stansiýalarynyň (ÝES) elektroenergiýasy bilen üpjün edilýär.

Ýylylyk energiýasy ýokary (630 K ýokary), orta (373—623 K) we pes (323—423 K) potensially energiýalara bölünýär. Ýokary potensially ýylylyk energiýasyny ýangyjyň durli görnüşlerini (ilkinji nobatda tebigy gazy) göni peçlerde ýa-da beýleki gurallarda ýakmak bilen alýarlar we çig mallary ýa-da ýarymönümleri ýakmak, eretmek we endotermiki reaksiýalary we fiziki-himiki hadysalary geçirmek için ulanylýarlar. Şunuň ýaly önümçiliklere mysal hökmünde metallurgiýany, ýangyjyň gaýtadan işlenilişini, silikat materiallaryň önümçiligini we ş.m. getirmek bolar. Orta we pes potensially energiýanyň çeşmesi bolup, ÝES-da ýa-da kärhananyň buggazanlarynda öndürilýän gyzgyn suw we pes (0,6 MPa çenli), orta (0,6—4 MPa) we ýokary (4 MPa ýokary) basyşly suw buglary hyzmat edýär. Energiýanyň bu görnüşleri himiki, fiziki-himiki we mehaniki amallary, ýagny operasiýalary (guratmak, bugartmak, owratmak, garyşdyrmak, bölmek, daşamak we ş.m.) geçirmek için ulanylýar.



Ýadro energiýasy, elektromagnit şöhlemenleriniň, rentgen şöhlemenmesini, we ýokary energiýaly zaryadlanan bölejikleriň (çaltlandyrlan elektronlaryň, dürli bölejikleriň, neýtronlaryň ) täsiri astynda geçýän radioasion-himiki hadysalary geçirmek üçin ulanylýar; polimerleşmegiň, polimerden ýasalan önümleriň gatmagynyň ýa-da berkemeginiň käbir reaksiýalary, organiki sinteziň — galogenirlemegiň, sulfirlemegiň, okislenmegiň käbir hadysalary radiasion-himiki usul bilen geçirilýär. Gaz bilen sowadylýan ýadro reaktory tarapyndan çykarylýan ýylylygy energiýa sygymly himiki önümçilikleri döretmek üçin ulanmak maksady bilen atom energetikasynyň kärhanalaryny himiki-tehnologiki sistemalar bilen birleşdirmegiň uly geljegi bardyr. Häzirki wagtda ýadro energiýasy esasan elektroenergiýa öndürmek üçin ulanylýar.

Himiki energiýa galwaniki elementlerde we akkumulýatorlarda elektrik energiýasyna öwrülýär.

Ýagtylyk energiýasy — ultramelewşe, infragyzyly, lazer şöhlemenmeleri, organiki sintez senagatynda— uglewodorodlary galogenirlemegiň, ýokary molekulýar birleşmeleriň sinteziniň, parafinleri sulfohlirlemegiň, izomerizasiýanyň we başg. reaksiýalaryny çaltlandyrmak üçin ulanylýar. Bu fotokatalitiki hadysalar ýagtylyk energiýasynyň we fotonlary siňdirýän katalizatorlaryň bilelikdäki täsiri netijesinde bolup geçýär. Ýagtylyk energiýasyny elektrik energiýasyna öwürýän abzallar awtomatiki

gözegçilik we himiki-tehnologiki hadysalary dolandyrmak üçin ulanylýar.

**Himiýa senagatynyň energotehnologiki hadysalary.** Ekzotermiki hadysalarda bölünip çykyan ýylylyk energiýasy energiýanyň goşmaça çeşmesi bolup hyzmat edýär. Onuň hasabyna HTS-nyň energiýa üpjünçiligi bölekleýin ýa-da doly suratda amala aşyrylýar we başky reagentleri reaksiýanyň temperaturasyna çenli gyzdymakda, goşmaça operasiýalary geçirmek üçin bug öndürmekde ulanylýar. Endotermiki hadysalarda energiýanyň harçlanylyşyny peseltmek üçin energiýanyň çeşmesini we reaktora ýylylygy bermegiň usullaryny dogry saýlap almak zerurdyr. Şol bir HTS-da ýylylyk bölünip çykyan we harçlanylýan hadysalar geçirilýän reaktorlary jemlemek has netijelidir. Himiki tehnologiýanyň we energetikanyň hadysalarynyň amatly utgaşmasyny öwrenýän, energiýanyň iň az harçlanylyşyny üpjün edýän ylma energotehnologiýa diýilýär. Şunuň ýaly-da bu ylmyň gazananlaryny ulanmak bilen döredilen hadysalara energotehnologiki diýilýär.

Energotehnologiki hadysalary jemlemek bilen döredilen HTS-lara bolsa energotehnologiki sistemalar diýilýär.

Ikilenji energetiki çeşmeleri (IEÇ) ulanmak - himiki tehnologiýanyň möhüm meselesidir. Ýylylygyň IEÇ-leri ilkinji nobatda reaktora girýän reagentleri gyzdymak üçin ulanylýar. Önümiň we reagentiň

arasyndaky ýylylykçaşyk durli görnüşli ýylylykçaşyjlarda—ýylylygyň rekuperatorlaryna geçirilýär. Himiki reaksiýalaryň ýylylygy ulanyjy (utilizator)—gazanlarda we ekonomáýzerlerde giňden peýdalanylýar. Gysylan gazlaryň energiýasy hem ikilenji gezek ulanylýar. Täze kämil tehnologiýalaryň, saýlawly, işjeň katalizatorlaryň ulanylmagy hem energiýanyň harçlanyşyny peseldýär. Meselem, himiki tehnologiýada ýylylyk nasoslarynyň ulanylmagy ykdysady taýdan tygşytlydyr we ekologiýa taýdan has arassadyr.

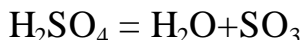
## **14. Kükürt kislotasynyň önümçiliginiň fiziki-himiki esaslary we tehnologiýasy.**

### **14.1. Kükürt kislotasynyň fiziki häsiýetleri.**

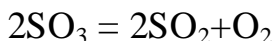
Kükürt kislotasy örän goýy reňksiz suwuklykdyr. Bu madda şu aşakdaky strukturaly kowalent baglanşykly birleşmedir. Kislotanyň goýulygy we onuň gaýnamak temperaturasynyň ýokarylygy ( $270^{\circ}\text{S}$ ) molekulýarara wodorod baglanşygynyň ýüze çykmagy bilen düşündirilýär. Suw bilen kükürt kislotasy bilelikde gaýnaýan we düzüminde 98,3% kislotasyny saklaýan azeotrop garyndyny emele getirýär.

## 14.2. Kükürt kislotasynyň himiki häsiýetleri

Kükürt kislotasynyň buglary ýokary temperaturada dissosirlenýär



we 400<sup>0</sup>S -dan ýokary bolan temperaturada eýýäm kükürt anidridiniň SO<sub>3</sub> molekulalarynyň sany kükürt kislotasynyň (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) molekulalaryň sanyndan geçýär. Gyzdyrylmagyň dowam etdirilmegi kükürt anidridiniň (SO<sub>3</sub>) dissosirlenmegine eltýär.



Temperatura 700<sup>0</sup>S-dan geçende buglarda kükürtli anidridiň mukdary SO<sub>2</sub> köpeliýär we temperatura 1000<sup>0</sup>S - dan geçende kükürt anidridi SO<sub>3</sub> doly dissosirlenýär. Dissosirlenme derejesi basyşa baglylykda üýtgeýär. Kükürt kislotasynyň suwdaky ergini (suwgaldylan kükürt kislotaşy) metallar we olaryň oksidleri, gidroksidleri hemde korbonatlary bilen adaty şertlerde reagirleşýär. Konsentirlenen kükürt kislotaşy suw bilen ekzotermiki özara täsir edişýär. Ony gazlary guratmak üçin we degidratlaşdyryjy agent hökmünde ulanýarlar. Ol beýleki kislotalardan, duzlaryň kristalogidratlardan we wodorod bilen kislorod H:O=2:1 gatnaşykda saklaýan uglewodorodlaryň kislorodly önümlerinden suwy bölüp aýyrýar. Düzümünde sellýulozany (C<sub>6</sub> H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub> ,

krahmaly, şekeri saklaýan maddalar (agaç, ösümlükleriň we haýwanlaryň önümleri) konsentirlenen kükürt kislotasynyň täsiri astynda dargaýarlar. Suw kislota bilen birleşýär we maddadan diňe ownuk dispersli uglerod galýar. Meselem; glýukoza  $C_6H_{12}O_6(gaty) \rightarrow 6C(gaty)+6H_2O$  gant kömri. Gyzgyn konsentirlenen kükürt kislota güýçli okislendirijidir. Ol dargamak bilen kükürtli anhidridi  $SO_2$  we suwy emele getirýän kükürtli kislota çenli gaýtarylýar. Suwgaldylan kislotaýyň täsiri astynda sellýuoza we krahmal şekeri emele getirmek bilen dargaýar.

### **14.3.Kükürt kislotasynyň ähmiýeti we ulanylýan ýerleri.**

Kükürt kislotaýy öndürmekligiň arzanlygy we ýokary aktiwligi, onuň halk hojalygynda giňden ulanylmagyna getirdi. Kükökünler bolan superfosfaty, ammoniýiň sulfatyny we beýlekileri öndürmek üçin giňden ulanylýar. Köp kislotalar ( meselem fosfor , uksus, duz kislotalary) we duzlar esasan kükürt kislotaýynyň kömegi bilen öndürilýär. Kükürt kislotaýy reňkli we seýrek metallaryň önümçiliginde giňden ulanylýar. Metal işlenilýän önümçilikde kükürt kislotaýynyň ýada onuň duzларыny hromlamaň we nikellemäniň ön ýanynda polatly önümleri arassalamak üçin peýdalanylýar. Kükürt kislotaýynyň köp bölegi nebit önümlerini arassalamaga harçlanýar.

Mata boýaglarynyň, laklaryň, reňkleriň , derman maddalaryň we plastmassalaryň birnäçeleriniň öndürülişi kükürt kislotasynyň öndürülmegi bilen bolup geçýär. Kükürt kislotasynyň kömegi bilen etil we beýleki spirtler, efirleriň birnäçesi, sintetiki ýuwujy serişdeler, zäherli himikatlar öndürilýär. Ýmit senagatynda kükürt kislotasy krahmaly namakany glýukozany we beýleki önümleri almak üçin ulanylýar.

#### **14.4. Kükürt kislotasynyň alnyşynyň esasy usullary.**

Häzirki wagtda kükürt kislotasy iki usul boýunça öndürülýär. Birinji nitroza usuly 200 ýyldan bäri ulanylýar we ikinji kontakt ýagny galtaşma usuly 1900 ýylda özleşdirilýär. Dünýe boýunça kükürt kislotasynyň 80% -e töweregi galtaşma usuly boýunça öndürilýär. Bu iki usul bilen hem kükürt kislotasy şu stadiýalar boýunça alynýar.

1. Kükürt anhidridy  $\text{SO}_2$  almak.
2. Kükürtli anhidridy  $\text{SO}_2$  kükürt anhidridine  $\text{SO}_3$  çenli okislendirmek
3. Kükürt anhidridiniň  $\text{SO}_3$  kükürt kislotasyna siňdirilmegi

Ýöne kükürtli anhidrid  $\text{SO}_2$  howanyň kislorody bilen göni okislenmeýär. Onuň okislenmegi diňe belli bir şertlerde katalizatorlaryň gatnaşmagynda bolup geçýär. Nitroza usulynda katalizator hökmünde kükürt

kislotasynda erän ýazodyň okisi ulanylýar. Şeýle ergine nitroza diýilýär. Galtaşma usulynda nitroza usulyndan tapawutlylykda gaty katalizatorlar ulanylýar. Bu usulda proses reagirlenýän gazlaryň gaty katalizatorlaryň üst gatlagynda sinmegi bilen geçýändigi üçin galtaşma usuly diýip at berilýär.

### **Kükürtli angidridiň fiziki we himiki häsiýetleri.**

Kükürtli angidrid  $\text{SO}_2$  reňksiz, howadan 2,3 esse agyr, ýiti ysly gazdyr. Arassa kükürtli angidrid  $\text{SO}_2$  atmosfera basyşda  $-10^\circ\text{C}$  temperaturada suwuklanýar. Suwda eremek bilen gowşak we durnuksyz kükürtli kislotany emele getirýär.



**Çig mallar.** Kükürtli angidridy öndürmek üçin çig mal hökmünde düzüminde kükürt saklaýan islendik madda hyzmat edip biler, şeýle maddalary tebigy magdanlardan we önümçiligiň galyndylaryndan almak bolar. Tebigatda kükürt esasan dört görnüşde gabat gelýär. 1) Beýleki minerallar bilen garylgy elementar kükürt; 2) metallaryň sulfidleri: nirit  $-\text{FeS}_2$ , mis kolçedany  $\text{FeCuS}_2$ , misin sulfidi, misli ýalpyldy  $\text{Cu}_2\text{S}$ , sinkin sulfidi (sink aldawajy)  $\text{ZnS}$  we gurşunyň, koboltyň, nikeliň sulfidleri. 3). sulfatlar: gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; angidrit  $\text{CaSO}_4$ ; natrinin sulfaty  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; magniniň sulfaty  $\text{MgSO}_4$  we kükürt kislotasynyň beýleki duzlary. 4). önümçiligiň galyndylaryna düzüminde kükürtli angidridi  $\text{SO}_2$  ýa-da

kükürtwadarody  $H_2S$  saklaýan dürli önümçiliklerden çykýan gazlar degişlidirler. Soňky ýyllarda kükürt kislotasyny öndürmek üçin çig mallaryň dürli görnüşleriniň ulanyşy şeýle hyýetlendirilýär; kükürt - 20% , kükürt kolçedany 49% , önümçilikde çykýan gazlar-25%, kükürtwadarod we beýleki çig mallar-8% Indi kükürtli angidridi öndürmek üçin ulanylýan şu çig mallar barada has içgin maglumatlar bilen tanyş bolalyň.

.Elementar kükürt tebigatda kükürt magdany görnüşinde duş gelýär. Kükürdi şu magdanlary işlemek bilen alýarlar. Beýleki önümçiliklerde meselem mis öndürilende, gazlar kükürdiň birleşmelerinden arassalananda hem goşmaça önüm hökmünde kükürt alynýar. Arassa kükürt howada ýakylanda, kükürt kolçedany ýakylandaka garanyňda has ýokary konsentrasiýaly we düzüminde az zyýanly maddalary bar bolan gaz alynýar. Kükürt  $113^0S$  temperaturada gurluşy boýunça örän ýönekeý bolan peçlerde aňsatlyk bilen ýanýar.

## **14.5 Kükürt kislotasynyň galtaşmak usuly boýunça öndürlişiniň tehnologiýasy.**

Bu çyzgy esasan üç bölümden durýar. 1). Gazy katalizator üçin zyýanly garyndylardan arassalamak üçin gurallar. Bu bölüme iki sany ýuwujy minaralar, bir öl elektrofiltr we nasadkaly guradyjy minara degişlidirler. 2). Galtaşmak bölümi



turbakompressordan, gyzdyryjy we sowadyjy ýylylyk çalşyjylardan hem galtaşma guralyndan ybaratdyr. 3). Absorbsiýa önümlü we kükürt kislotaly (98,3%) nasadkaly minaralardan ybaratdyr. Gury elektrofiltrde arassalanan peç gazy içi boş ýuwujy minara soňra bolsa nasadkaly minara berilýär. Bu minaralar üst tarapyndan deňşililikde 60-75% we 25-40% sowadylan konsentirlenen kükürt kislotasy bilen sowadylýar. Ýuwujy minarlarda gazlar 30-40<sup>0</sup>c çenli sowadylýar we ogarogyň tozanlaryndan , mişýagyň we seleniň birleşmelerinden arassalanýar. Pes gazy ol elektrofiltrde mişýagyň we seleniň birleşmelerinden gutarnykly arassalanýar. Soňra gazlary suw buglaryndan arassalamak üçin 92-96%-li kükürt kislotasy bilen suwarylýan içi nasadkaly guradyjy minara iberýärler. Gury kükürtli angidridi SO<sub>2</sub> kükürt angidridine SO<sub>3</sub> çenli okislendirmek üçin galtaşmak uzeline turbonopressoryň kömegi bilen berilýär. kükürt kislotasynyň bir bölegi (70%-li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) taýýar önüm hökmünde birinji ýuwujy minarany suwarýan sistemadan skladda standart däl önüm hökmünde iberilýär. Suwaryjy kükürt kislotasy minarlarda sowadyjynyň kömegi bilen sowadylýar. Guradyjy minarany suwarýan kislota hem sowadyjynyň we gabyň üstünden aýlanýar . Onuň bir bölegi 92%-li kükürt kislotasy standart taýýar önüm hökmünde sklada iberilýär. Şunda kükürt kislotasynyň konsentrasiasynyň üýtgemezligi üçin absorberden 98-99%-li kükürt kislotasy guradyjy minaranyň

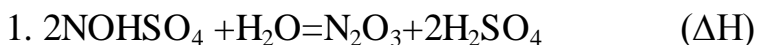
suwaryş sistemasyna iberilýär, 92%-li kükürt kislotasy bolsa bu sistemadan absorbere iberilýär. Kükürtli angidridiň konsentراسیاسyny 9% çenli azaltmak we kislorodyň konsentراسیاسyny artdyrmak maksady bilen peç gazyna guradyjy minaranyň ön ýanynda howa garylýar. Guradyjy minaradan peç gazy turbakompressoryň kömegi bilen ýylylyk çalşyja iberilýär. Bu ýylylyk çalşyjyda peç gazy reaksiýanyň önümleriniň ýylylygynyň hasabyna kotelizatoryň otlanma temperaturasyna çenli ( $420-440^{\circ}\text{S}$ ) gyzdýrylýar we soňra galtaşma apparatyň birinji gatlagyna girýär. Kükürtli angidridiň öwrülme derejesi 70% deň bolan birinji gatlakda peç gazynyň temperaturasy  $600^{\circ}\text{S}$  çenli ýokarlaýar. Gazlar  $460^{\circ}\text{S}$  çenli sowadylandan soňra öwrülme derejesi 90% deň bolan ikinji gatlakda  $500^{\circ}\text{S}$  çenli gyzyýar. Gazlar  $440^{\circ}\text{S}$  çenli sowadylandan soňra öwrülme derejesi 96% deň bolan üçünji gatlakda  $450^{\circ}\text{S}$  çenli gyzdýrylýar. Ahyrky gatлага gazlar  $420^{\circ}\text{S}$  –da girmek bilen ondan  $425^{\circ}\text{S}$ -da çykýarlar(98%). Soňra gazlar ýylylyk çalşyjynyň turbalaryndan geçýärler we sowadyjynyň kömegi bilen absorbere girýärler. Kükürt angidridiniň absorbsiýasy iki stadiýada amala aşyrylýar. Birinji stadiýada absorberde  $\text{SO}_3$  20% -li önüm tarapyndan siňdirilýär. Emele gelen önümiň bir bölegi sklada iberilýär we beýleki bölegi bolsa monogidratly absorberde sowadylandan we sowadylandan soňra yzyna önümlü absorberi suwarmaga getirilýär. Kükürt angidridiniň önümlü absorberde siňdirilmedik bölegi

monogidratly absorberde siňdirilýär. Sebäbi onda aýlanýan 98,3% -li kükürt kislotasy kükürt angidridini ýokary siňdirijiligi bilen tapawutlanýar.

#### **14.6. Kükürt kislotasynyň nitroza usuly boýunça öndürlişiniň tehnologiýasy.**

Kükürt kislotasynyň nitroza usuly boýunça öndürilmegi esasan minaralaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Şonuň üçin hem bu usul boýunça alynýan 75-77% -li kislota minara kükürt kislotasy diýilýär. Öňki döwürlerde kükürtli gazyň okislenmegi we kükürt kislotasynyň emele gelmegi göniburçly kesikli kameralarda geçirilipdir we bu sebäpli kamera usuly diýlip atlandyrylypdyr. Kamera usuly käbir ýurtlarda häzirki döwürde hem ulanylýar. Minara kislotasynyň düzüminde garyndylar bolmak bilen ol esasan mineral dökünleri öndürmekde giňden ulanylýar. Bu kislota iýmiti gaýtadan işlemek üçin, partlaýjy maddalary öndürmek üçin we ýenede birnäçe önümçilikler üçin ýaramsyzdyr. Minara sistemasy 4-8 diýmetrli we 14-18 m beýiklikdäki içi nasadkaly başdan ýedä çenli minaralardan ybaratdyr. Minaralarda nasadka hökmünde 50 ýada 80 mm diýmetrli we beýiklikli keramiki halkalar hyzmat edýär. 15-16.2-nji suratda iň az sanly minaraly nitroza sistemasynyň tehnologiýa shemasy görkezilendir. Ol önüm minaralaryndan, okislendiriji göwrümden, absorbsiýa minaralaryndan hem-e sowadyjydan , gaplardan, nasosdan,

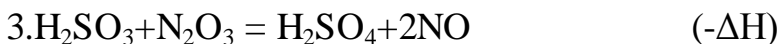
wentilýatordan ybaratdyr. Düzüminde 9% SO<sub>2</sub> we 350<sup>0</sup>S temperaturada elektrasüzgüçden çykyp birinji önüm minarasynyň aşak tarapyndan girip nasadkalaryň üsti bilen geçip onuň ýokary böleginden geçýär. Peç gazy edil şunuň ýaly sheme boýunça minaralaryň üstünden geçmek bilen iň soňky minaradan tüsse gazy bilen çykýar. Peç gazy önüm minarasyndan çykandan soňra okislendiriji gümiň ýokarsyndan girip aşak tarapyndan çykýar ýada göni siňdiriji minaranyň aşak tarapyndan girýär. Okislendiriji göwrümiň üsti bilen we göni gidýän gazlaryň göwrüm gatnaşyklaryny üýtgetmek bilen NO we NO<sub>2</sub> gazlaryň ekwimolekulýar göwrümleriniň emele gelmegi üpjün edilýär. Peç gazynyň shema boýunça çepden saga urukdyrlan hereketi wentilýatoryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Çi nasadkaly önüm minaralary ýokarsyndan nitrozil kükürt ýada nitroza NOHSO<sub>4</sub> bilen suwarylýar. Bu minarlarda peç gazynyň we nitrozanyň nasadkalar boýunça garşylykly hereketleri bolup geçýär. Gazyň ýokary temperaturasynyň we kislotanyň sowadylmagynyň täsiri astynda nitrozanyň gidrolizi gidýär:



Şol bir wagtyň özünde peç gazynyň düzümindäki kükürtli gaz SO<sub>2</sub> absorbirlenýär.



we suwuk fazada kükürt kislotasy emele gelýär:

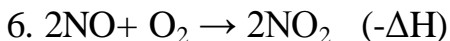


Kükürtli gazyň bir böleginiň okislenmegi we kükürt kislotasynyň emele gelmegi gaz fazada şu reaksiýa boýunça geçýär:



3 we 4 reaksiýalaryň netijesinde emele gelýän azodyň oksidi NO suwda ýaramaz ereýänligi sebäpli desorbirlenýär we gazlaryň shema boýunça çepden saga urukdyrlan akymyna goşulýar, önüm minarasynda emele gelen kükürt kislotasy özüniň düzüminde myşýagyň we seleniň birleşmelerini saklaýar. Ol sowadyjynyň üsti bilen gapda ýygnanýar we bu gapdan nasosyň kömegi bilen minaranyň gabyna iberilýär. Bu myşýadan taýýar önüm bolan 75-85% -li minara kislotasy bölünip alynýar we ammara iberilýär, minaradan çykýan kükürt kislotasynyň düzüminde azodyň oksidleri ýokary minaradan çykýan gazyň düzüminde bolsa kükürtli gaz  $\text{SO}_2$  ýokdur. minaradan çykýan kükürt kislotasy sowadyjynyň üsti bilen minaralaryň arasynda ýerleşýän gaba iberilýär.

Gazyň düzümindäki azodyň oksidi NO kislorod bilen okislenýär.



Temperatura biraz peselende bu okislenme prosesi azodyň oksidiniň  $\text{NO}_2$  molekulalarynyň birleşmegi bilen bilelikde bolup geçýär.



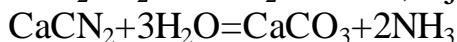
Bu reaksiýa NO we  $\text{NO}_2$  ekwimolekulýar garyndylarynda has aktiw geçýändigini üçin okislendiriji göwrümiň üstünden we aýlaw (baýnas) liniýa boýunça geçirmek bilen olaryň mukdaryny deňli gatnaşyga çenli üýtgedýärler. Bu 6 we 7 reaksiýalar minaralaryň hemmesinde esasan gaz fazada we az mukdarda suwuk fazada geçmek bilen, olar ýokary derejede ýörite bu proses üçin niýetlenen 5 okislendiriji göwrümde amala aşyrylýar. Käbir zawodlarda minara nasadkalardan doldurulup nitroza bilen suwarylýar we 6,7 reaksiýalar bolsa minaralaryň boş göwrümünde geçirilýär. minaralarda 1 reaksiýa ters bolan reaksiýa boýunça azodyň oksidiniň  $\text{N}_2\text{O}_3$  absorpsiýasy bolup geçýär.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2\text{O}_3 = \text{NOHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \quad (-\Delta H)$  Absorpsiýa prosesini gowlandyrmak we nitrozanyň konsentrasiasyny ýokarlandyrmak maksady bilen minarlara berilýän kislota sowadyjynyň kömegi bilen  $40^\circ\text{S}$  çenli

sowadylýar. Netijede düzüminde 6-9 % azodyň oksidi  $N_2O_3$  (10-15%  $HNO_3$ ) bolan nitroza alynýar. Bu nitroza täzeden önüm minaralaryny suwarmak üçin iberilýär. Şeýlelikde azodyň oksidleri gaz fazada önüm minaralaryndan okislendiriji göwrümiň üsti bilen ýa-da göni absorbsiýa minaralaryny we nitroza görnüşinde bolsa yzyna aýlanmak bilen howadan kükürtli angidridi  $SO_2$  okislendirmek üçin kislorody geçiriji bolup hyzmat edýärler. Azodyň oksidleriniň bir bölegi siňdirilmän galýar we tüsse gazlary bilen atmosfera goýberilýär. Ýitirilen azodyň oksidleriniň öwezini dolmak üçin önüm minaralaryna azot kislotasyny ýa-da ammiagy okislendirmek bilen alnan azodyň oksidi berilýär. Bu ýere kükürt kislotasyny emele getirmek üçin harçlanýan suwuň öwezini dolmak maksady bilen suw hem berilýär. Kükürt kislotasynyň monogidratynyň ( $H_2SO_4$ ) 1 tonnasyňy öndürmek üçin azodyň oksidiniň ýitirilýän mukdary azot kislotasyna ( $HNO_3$ ) geçireniňde 10-20 kg deňdir. Käbir zawodlarda önüm we absorbsiýa bölümleriniň hersiniň üç sany minaralardan düzülmegi önümdäki we tüsse gazlaryndaky azodyň oksidleriniň mukdaryny belli bir derejede azaltmaga mümkinçilik berdi.

## 15. Ammiagyň alnyşsynyň fiziki- himiki esaslary we tehnologiýasy

### 15.1. Baglanşykly azodyň tehnologiýasy

XIX asyryň ahyryna çenli baglanşykly azodyň çeşmesi bolup tebigy duzlar bolan natriniň ( $\text{NaNO}_3$ ) we kaliniň ( $\text{KNO}_3$ ) nitratlary hyzmat ediler. Ýöne olaryň mukdary halk hojalygynyň üznüksiz ösýän isleglerini kanahatlandyrmak üçin ýeterlik däldir. Azodyň birleşmelerine bolan ýiti zerurlyk adamzady atmosfera howanyň düzümindäki 78,1% azody önümçilik üçin ulanmagyň usullaryny gözlemäge mejbur etdi. Emma molekulaaryň atomlara dargama dissosiasiýa energiýasy ( $940 \text{ kJ/mol}$ ) ýokary bolmak bilen onuň düzümindäki atomlaryň baglanşygynyň örän berkligine şaýatlyk edýär. Şonuň üçin hem atmosfera azodyny baglanşdyrmak prosesi belli bir önümçilige şertlerinde ýokary basyşlarda, temperaturalarda we katalizatorlaryň gatnaşmagynda amala aşyrylýar. Häzirki wagtda atmosfera azodyny baglanşdyrmagyň sinapamid, plazma we ammiak usullary mälimdir. Sianamid usuly inçe owradylan kalsiniň karbidiniň azot bilen  $1000^\circ\text{S}$  temperaturadaky özara täsirine esaslanandyr.

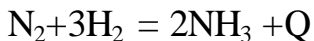




Bu usul ýokary temperaturany talap edýändigini sebäpli energiýanyň artykmaç harçlanmagy bilen baglanyşyklydyr we şunuň üçin hem az peýdalanylýar. Plazma usuly 2000<sup>0</sup>S -dan ýokary pes temperaturaly plazmada, atmosfera azodynyň kislorod bilen göni okislendirilmegine esaslanandyr.



Pes temperaturaly howa plazmasy düzüminde zaryadlanan bölejikleri gaz ionlaryny we erkin elektronlary saklaýan ionlaşan howadan ybaratdyr. Plazma elektrik dugasynda, ýokary ýygylýkly gaz zaryadynda we ýadro reaksiýalarynda emele gelýär. Atmosfera howasyndan azodyň birleşmesini öndürýän ilkinji zawod şu usul boýunça işlenilýär. Howa akymyny elektrik dugasynyň ýalnynyň üstünden goýbermek bilen azodyň oksidini alyardylar. Elektrik energiýasynyň köp harçlanýandygy we pes çykymy (5% çenli) zerarly bu usul hýar. Soňky döwürlerde, azot senagatynda atmosfera azodyny baglanyşdyrmak ammiak usuly boýunça alnyp barylýär.



Ammiagyň önümçiliginiň işlenip düzülmeginiň diňe bir halk hojalygy üçin ähmiýeti bolman eýsem bu atmosfera azodyny baglanyşdyrmak meselesiniň hem ajaýyp çözügidir. Temperaturanyň tizligine we

deňagramlylyk ýagdaýyna edýän täsirleriň arasyndaky gapma- garşylyklaryň bolmagy zerarly, ammiagyň sintezini amala aşyrmak üçin geçirilen synaglar, uzak wagtyň dowamynda üstünlige getirmedi. Çünki sintez üçin reaksiýanyň ýeterlik tizligi  $500^{\circ}\text{S}$  temperaturada alynýar, emma bu temperaturada we atmosfera basyşynda ammiagyň dargamagy agdyklyk edýär. Diňe 1884-nji ýylda Le - Şatalýe basyşy ýokarlandyryp ammiagyň çykymyny artdyryp boljakdygyny kesgitledi. Nernst 1904-1908-nji ýyllarda bu reaksiýanyň deňagramlylygynyň koeffisiýentini hasaplady we tejribe üsti bilen barlady. Nernstiň şägirdi F. Gaber katalizatorlaryň ammiagyň sintez reaksiýasyna edýän täsirini öwrendi we bu maksat üçin demiri ulanmagy teklipe etdi. Ol ammiagyň senagat sinteziniň tehnologiýasyny we prinsipial shemasyny işläp düzdi. K. Boş 1913-nji ýylda Germaniýada ammiagyň sintezini enjamlaşdyrdy we 1916-njy ýylda ammiagyň sintezini senagat şertlerinde amala aşyrdy.

## **15.2. Ammiagyň esasy fiziki we himiki häsiýetleri hem-de olaryň ulanylýan ýerleri.**

Ammiak adaty şertlerde özboluşly ýiti ysly reňksiz gazdyr. Ol suwda gowy ereýär we onuň suwdaky 25%-li erginine ammiakly suw ýa-da naşatyr spirdi diýilýär. Ammiak  $20^{\circ}\text{S}$  temperaturada we 0,85 Mpa (8,5 atm) basyşda suwuk halyna geçýär. Suwuk

ammiak reňksiz dury bolmak bilen onuň dykzlygy 0,68 g/ml we gaýnamak temperaturasy 33,4<sup>0</sup>S deňdir. Ol arassa kislorodda ýanýar. Düzümünde göwrümi boýunça 15,5-den 27,5% NH<sub>3</sub> saklaýan howa garyndysy partlama howuplydyr. Ammiak esas, gaýtaryjy agent we boş baglanyşdyryjy orbitaly kationlar bilen güýçli kompleks emele getirijidir. Ammiagyň özbaşdak önüm hökmündede, beýleki önümleri almak, üçin hem senagatda giňden ulanylýar. Ammiak mineral dökünleri (suwuk dökünleri, ammiak seltrasyny, ammofosy, ammoniniň sulfatyny) azot kislotasyny, möçewinany [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>], polimer materiallary (polkuretanlary, polialidlary, poliakrilopitrili), ammoniniň korbonatyny, urotropini [(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>] almak üçin çig mal bolup hyzmat edýär. Suwuk ammiak sowadyjy tehnikada agent hökmünde peýdalanylýar.

### **15.3. Ammiagyň alnyşynyň fiziki - himiki esaslary we tehnologiýasy.**

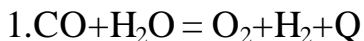
Ammiagyň sintezi üç sany stadiýadan ybaratdyr: 1). azotwodorot garyndysyny almak; 2). alnynan azotwodorod garyndysyny arassalamak. 3). ammiagyň sintezi we ammiagy azotwodorod garyndysyndan bölüp aýyrmak.

### 15.3.1 Azotwodorod garyndysyny almak.

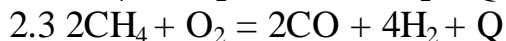
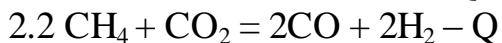
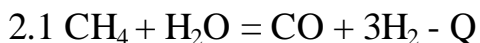
Azotwodorod garyndysyny iki usul boýunça almak bolar. Birinji usulda azody we wodorody aýratynlykda bölüp alýarlar hem-de soňra olary stehiometrik ( $N_2 : H_2=1:3$ ) gatnaşykda garyşdyrýarlar. Ikinji usulda azotwodorod garyndysy metanyň ýa-da uglerodyň oksidini konwersiýasy esasynda alynýar. Metanyň konwersiýasy suw bugunyň, uglerodyň dioksidiniň ýa-da howanyň kislorodynyň kömegi bilen geçirilýär. Azotwodorod garyndysyny köplenç halatlarda ikinji usul boýunça taýýarlaýarlar. Birinji usulda ilki atmosfera howasyny ýokary basyşda we pes temperaturada suwuklandyrýarlar we soňra bolsa rektifikasiýa etmek bilen azody we kislorody aýratynlykda bölüp alýarlar. Azotwodorod garyndysyny taýýarlamak üçin wodorod şu aşakdaky usullaryň biri boýunça alynýar: 1). metanyň (ýa-da onuň gaz görnüşli gomologlarynyň) suw bugy bilen konwersiýasy; 2). uglerodyň oksidiniň suw bugy bilen konwersiýasy; 3). metanyň konwersiýasy; 4). suwuň elektrolizi; 5). koks gazyny bölmek. Getirilen usullaryň iň esasyly metanyň we uglerodyň oksidiniň konwersiýasydyr. Ýokarda gökezilen usullaryň haýsy hem bolsa biri boýunça alnan azot bilen wodorody stehiometrik ( $N_2:H_2=1:3$ ) gatnaşykda garyýarlar we ammiagy sintez etmek üçin iberilýär. Birinji usul boýunça azotwodorod garyndysy şunuň ýaly alynýar, indi ikinji usul boýunça azotwodorod

garyndysynyň alnyşyna seredip geçeliň. Ikinji usulda geçirilýän prosesiniň netijesinde sintez gaz emele gelýär. Häzirki wagtda uglewodoroddan alynýan sintez gaz ammiagy we metanoly öndürmek üçin esasy çig maldyr. Sintez gaz şu aşakdaky usullar boýunça alynýar;

1). uglerodyň oksidiniň suw bugy bilen özara täsiriniň (uglerodyň oksidiniň konwersiýasynyň) netijesinde



2). metanyň suw bugy, uglerodyň dioksidi ýa-da kislotod bilen özara täsiriniň (metanyň konwersiýasynyň) netijesinde



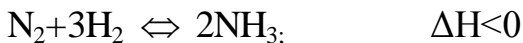
Soňra (1) reaksiýa boýunça uglerodyň oksidiniň konwersiýasy amala aşyrylýar.

Okislendirijileri saýlap almak we olaryň mümkin bolan utgaşdyrylmalary prosesiniň maksady we ykdysady-tehniki görkezijiler bilen kesgitlenilýär. Adatça esasy okislendiriji suw bugydyr. Şunda gymmat çig mal bolan wodorodyň çykymyny ýokarlandyrmak üçin bu reaksiýa geçirilende suw bugyny teoretiki gerekinden has köp mukdarda

alýarlar.Şu görkezilen usullaryň hemmesinde wodorod bilen birlikde ammiagyň sintezi üçin gerek bolan azot hem alynýar.

### 15.3.2 Ammiagyň sinteziniň fiziki- himiki esaslary.

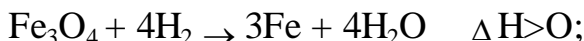
Ammiagyň sintezi azotdan we wodoroddan şu reaksiýnyň deňlemesi boýunça amala aşyrylýar.



Reaksiýa öwürlişikli, ekzotermiki, uly otrisatel entalpiýa effekti ( $\Delta H^0 = -91,96 \text{ kJ/mol}$ ) bilen häsiýetlendirilýär we ýokary temperaturalarda ekzotermikligi  $\Delta H_{725} = -112,86 \text{ kJ/mol}$  has hem artýar. Le-Şateläniň prinsipine görä gyzdyrylanda deňagramlylyk çepe ammiagyň çykymynyň azalmagyna tarap süýşýär. Bu ýagdaýda entropiýanyň üýtgemesi hem otrisatel [ $\Delta S^0 = -198,13 \text{ (kJ/mol)}$ ] we reaksiýanyň geçmegine ýardam etmeýär. Ammiagyň sinteziniň reaksiýasy göwrümiň kiçelmegi bilen geçýär. Reaksiýanyň deňlemesine görä başky gazgörnüşli reagentleriň 4 molundan 2 mol gazgörnüşli önüm emele gelýär. Le - Şateläniň prinsipine esaslanyň basyşyň ýokarlanmagy bilen garyndynyň düzümindäki ammiagyň mukdarynyň artmagyny aýtmak bolar. Deňagramlylygyň hemişeligini ulanmak bilen çaklanýan üýtgemeleriň

derejesini mukdar taýdan kesgitlemek bolar. Sintez reaksiýasy üçin deňagramlylygyň hemişeligi eksperiment boýunça tapylan deňagramlylyk ululyklarynyň üsti bilen hasaplanandyr. Şunuň ýaly empiriki hasaplamalary dürli basyşlarda we temperaturalarda geçirmek bilen bu parametrleriň reaksiýanyň deňagramlylygynyň hemişeligine edýän täsirini anyklamak bolar. Bu babatda alnan netijeler berlen temperaturada basyşyň ýokarlanmagy bilen deňagramlylygyň hemişeliginiň ( $K_d$ ) artýandygyny we berlen basyşda temperaturanyň ýokarlanmagy bilen onuň kiçelýändigini görkezýär. Şeýlelikde ýokary basyşlarda we pes temperaturalarda ammiagyň maksimal çykymyny almak bolar. Emma gomogen gaz fazada bu reaksiýany  $1000^{\circ}\text{C}$  temperaturada hem geçirmek mümkin däl. Ammiagyň sintezi diňe katalizatoryň gatnaşmagynda kanahatlanarly tizlikde geçýär. Ammiagyň sintezinde ýokary katalitik aktiwligi f we d orbitalary elektronlar bilen doýgunlaşma çenli doldurylmadyk, periodik sistemanyň VI, VII we VIII toparlarynyň metallary ýüze çykarýar. Iň ýokary aktiwlige demir Fe, ruteniý Ru, Osmiý Os, reniý Re we uran U eýedirler. Senagatda demir katalizatorlary giňden ulanylýar. Bu katalizatorlar demriň oksidlerini  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  aktiwatorlar bilen splawlaşdyrmak we soňra demri wodorod ýa-da azotwodorod garyndysy bilen gaýtarmak arkaly alynýar. Aktiwatorlar hökmünde kislota we amfoter häsiýetli oksidler ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}_2$  we ş.m) hem-de

aşgar we aşgar-ýer metallarynyň oksidleri ( $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  we ş.m) ulanylýar. Katalizatorlaryň gaýtarylma prosesi şu aşakdaky jemleýji deňleme bilen aňladylýar.



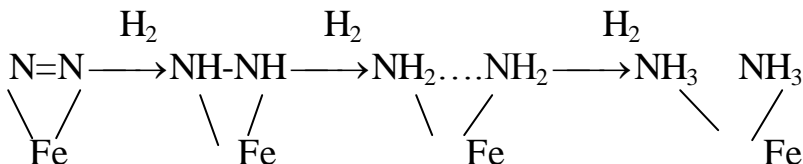
Ammiagyň alnyşynyň geterogen-katalitik prosesiniň şu aşakdaky stadiýalardan durýan örän örän çylşyrymly mehanizmi bardyr.

**1. Azodyň we wodorodyň demir katalizatorynyň üstünde (daşky diffuziýa) we onuň öýjüklerine (içki diffuziýa) tarap urukdyrylan diffuziýasy.**

**2. Azodyň molekulaarynyň katalizatoryň üstündäki hemosorbsiýasy**



**3. Wodorodyň molekulararynyň katalizatoryň üstünde hemosorbsiýasy**

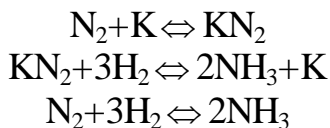




Katalizatoryň üst ýüzünde durnuksyz aralyk kompleksleriň emele gelmegi bilen himiki reaksiýa geçýär we olaryň arasynda özara täsir ýüze çykýar. Şunda elektron teoriýasyna görä demir elektronyny azoda berip onuň bilen aralyk kompleks emele getirýär. Wodorod bu kompleks bilen reagirleşip öz elektronyny berýär. Şunlukda demir katalizatory wodoroddan azoda elektronlary geçiriji bolup hyzmat edýär.

#### **4. Ammiagyň dessorbsiýasy.**

**5. Ammiagyň katalizatoryň üstünden gaz faza tarap urukdyrylan diffuziýasy.** Sintez prosesini çäklendiriji stadiýa azodyň katalizatoryň üstüne hemisorbsiýasydyr. Bu netije ammiagyň sintez prosesiniň mehanizmini şu aşakdaky ýaly gysgaldylan görnüşde beýan etmäge mümkinçilik berýär.



bu ýerde K - katalizatoryň üstüniň erkin merkezi;  $\text{KN}_2$  hemosorbirlenen bölejik (adsorbat).

## **16. Azot kislotasynyň alnyşynyň fiziki- himiki esaslaty we tehnologiýasy**

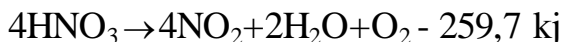
### **16.1. Azot kislotasynyň alnyşy barada gysgaça taryhy maglumatlar.**

F.Kýulman 1839-njy ýylda ammiagyň howanyň kislorody bilen, platinanyň gatnaşmagynda azodyň (II) oksidine çenli okislenýändigini açýar. Azodyň (II) oksidinden azot kislotasyny almak mümkindir. Emma muňa garamazdan birinji jahan urşuna çenli azot kislotasyny natriniň selitrasyndan alyardylar. Sebäbi XIX asyryň başynda ilki Çilide soňra günorta Afrikada natriý selitrasynyň uly ýataklary açyldy we XIX asyryň başlarynda bolsa azot kislotasynyň käbir mukdary duga metody boýunça alynýardy. F.Kýulmanyň açan reaksiýasy W.Ostwald tarapyndan has çuňňur öwrenilýär we 1909-njy ýylda Germaniýada we soňra beýleki ýurtlarda sintetiki azot kislotasynyň zawodlary gurulýar. Emma bu entek kämilleşmedik önümçilikdi. Injener I.I.Andreyew okislenmek prosesine dürli faktorlaryň edýän täsirini öwrendi we aktiw hem-de durnukly katalizator ulanmak bilen bu prosesi hem-de daşkömür ammiagyň arassalanylyşyny kämilleşdirdi. I.I.Andreyewiň ýolbaşçylygynda 1916-1917-nji ýyllarda Ýuzowka şäherçesinde (häzirki Donesk şäherinde) gurulan zowodyň iş tejribesi бүтін дүнйе boýunça azot senagatynyň ösüşiniň esasy bolup

hyzmat etdi. Häzirki wagtda azot kislotasy sintetiki ammiakdan alynýar.

## **16.2. Azot kislotasynyň fiziki, himiki häsiýetleri we ulanylýan ýerleri.**

Suwsyz azot kislotasy adaty ( $15^{\circ}\text{C}$ ) temperaturada  $1,52\text{g}/\text{sm}^3$  dykzlykly howada tüsseleýän, reňksiz suwuklykdyr. Ol  $-47^{\circ}\text{C}$  temperaturada doňýar we  $86^{\circ}\text{C}$  temperaturada bolsa gaýnaýar. Kislotanyň gaýnamagy onuň bir böleginiň şu reaksiýa boýunça dargamagy boýunça bolup geçýär .



Şunda bölünip çykýan azodyň dioksidi kislotada eremek bilen onuň mukdaryna baglylykda ergini sary ýa-da gyzyr reňkde bolýar. Azot kislotasy gidratlary ( $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  we beýlekileri) emele getirip suw bilen islendik gatnaşykda garyşýar. Azot kislotasynyň suw erginleri bugardylanda  $68,4\%$ -li we  $121,9^{\circ}\text{C}$  temperaturada gaýnaýan azeotrop garyndy emele gelýär.

**Azot kislotasy güýçli okislendirijidir.** Reňksiz tüsseleýän azot. kislotasynyň okislendiriji täsiri içinde azodyň dioksidi erän kislotanyňka garanynda pesdir. Platinadan, rodiden, irididen we altyndan beýleki metallar konsentirlenen azot kislotasynda okislenýärler. Eger, şunda emele gelen oksidler azot kislotasynda ereýän bolsalar onda azotturşy duzlaryny

(nitratlary) emele getirýärler. Demir gowşadylan azot kislotasynda gowy ereýär. Şonuň üçin hem gowşadylan azot kislotasyny saklamak we daşamak üçin legirlenen poslamaýan polatdan ýasalan gaplar ulanylýar. Konsentirlenen, esasan hem tüsseleýän azot kislotasy demriň we alýuminiň üst gatlaklarynda olaty agressiw sredanyň täsirinden goraýan oksidiň ýukajyk gatlagyny emele getirýär. Demriň we alýuminiň bu häsiýeti olary korroziýadan goramak üçin ulanylýar. Kähalatlarda konsentirlenen azot kislotasy 10%  $H_2SO_4$  goşmak bilen polatdan ýa-da alýuminiden ýasalan gaplarda saklanýar we daşalýar. Azot kislotasy birnäçe kislotalary olaryň duzlaryndan gysyp çykarmaga ukyplydyr we birnäçe metal dällere we olaryň önümlerine metallaryň täsir edişinden pes täsir edýän däldir. Organiki maddalaryň aglabasy (hususy ýagdaýda haýwan we ösümlik dokumalary) azot kislotasynyň täsiri astynda dargaýarlar, olaryň käbirleri bolsa güýçli kislotanyň täsiri astynda otlanyň bilerler. Ondan başgada azot kislotasy we azodyň oksidleri zäherli maddalardyr. Azodyň oksidleriniň atmosferadaky rugsat berilýän konsentrasiýasy  $0,1 \text{ mg/m}^3$ -dan azdyr. Azot kislotasynyň bu häsiýetleri onuň bilen işleýäniň örän seresap bolmagynyň we howupsyszlyk tehnikasynyň düzgünleriniň gyşarnyksyz berjaý etmegini talap edýär. Suwsyz azot kislotasy ýa-da onuň kükürt kislotasy bilen garyndysy sikliki organiki birleşmeler (benzol, naftalin we ş.m) bilen nitrobirleşmeleri emele getirýär. Doýgun

uglewodorodlaryň nitrirlenmesi örän haýal bolup geçýär. Düzüminde gidroksil grupbasyny saklaýan organiki maddalar (glişerin, selyuoza ) azot kislotasy bilen özara täsir edişip azotturşy efirleri emele getirýärler. Labaratoriýa şertlerinde adatça 65% ( udel agramy 1,40)  $\text{HNO}_3$  ulanylýar. Senagatda 50-60%-li gowşadylan we 96-98%-li konsentrirenen kislotalar giňden ulanylýarlar. Azot kislotasy himiýa senagatynyň esasy önümleriniň biri bolmak bilen ulanylyşy boýunça kükürt kislotasyndan soňra ikinji orunda durýar. Senagatda öndürülýän azot kislotasynyň 75% töweregi mineral dökünleri öndürmek üçin, 15% partlaýjy maddalary öndürmek üçin we 10% beýleki maksatlar ( meselem kükürt kislotasyny öndürmek dermanlary we ş. m) üçin peýdalanylýar. Azot kislotasy esaslar,bilen metallaryň köpüsi belli bir şertlerde özara täsir edişip degişli nitratlary emele getirýär.Bu nitratlary mineral dökünleri we partlaýjy maddalary öndürmekde, fotografiýada, kümüş we altyn çaymakda giňden ulanylýar.Benzoly, toluoly, fenoly we beýleki uglewodorodlary azot kislotasy bilen nitrirmek arkaly degişlilikde reňkleri, partlaýjy maddalary, dezinfeksiýa serişdelerini we dermanlary alýarlar. Partlaýjy maddalary azot kislotasy bilen glikolyň, gliseriniň we sellýulozanyň eterifikasiýa reaksiýasynyň netijesinde hem almak bolar. n-Ksiloly we siklogeksanony azot kislotasy bilen okislendirip

süýümleri we plastmassalary alýarlar. Azot kislotasy kükürt kislotasynyň önümçiliginde ulanylýar.

### **16.3. Azot kislotasynyň alnyşynyň fiziki - himiki esaslary we tehnologiýasy**

Gowşadylan azot kislotasynyň önümçiligi üç stadiýadan ybaratdyr.

1. Ammiagyň azodyň monooksidine çenli katalitiki okislendirilmegi:



2. Azodyň monooksidiniň onuň dioksidine çenli okislendirilmegi.



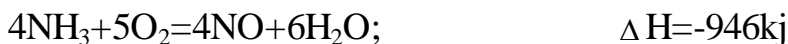
3. Azodyň dioksidiniň suwda siňdirilmegi.



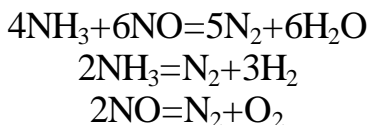
Bu deňlemeler jemleýjidir. Hakykatda bu reaksiýalaryň her biri parallel ýa-da yzygiderli elementar reaksiýalardan ybaratdyr. Reagentleriň gatnaşyklaryna, temperatura we basyşyna baglylykda bu basgançaklaryň haýsy hem bolsa biri has haýal geçýär we umumy prosesi çäklendirýär. Konsentirlenen azot kislotasyny suw siňdiriji birleşmeleriň (kükürt kislotasynyň, magniniň

nitratynyň we ş. m) gatnaşmagynda gowşak azot kislotasyny bugartmak arkaly ýa-da suwuk halyndaky azodyň dioksidinden, kisloroddan we suwdan göni sintez etmek üsti bilen alýarlar.

**Ammiagyň katalitik okislendirilşi.** Ammiagyň we kislorodyň arasynda katalizatoryň gatnaşmagynda şu reaksiýalar bolup geçýär.



Bu reaksiýalar bilen bir wagtyň özünde parallel we goşmaça reaksiýalaryň geçmegi mümkindir:



Ammiagyň katalitik okislenmegi üçin getirilen bu deňlemeler jemleýji bolmak bilen prosesin hakyky mehanizmini açyp görkezmeýär. Azodyň (II) oksidiniň okislemegi azot kislotasynyň önümçiliginiň in haýal stadiýalarynyň biri bolmak bilen onuň tizligi reagentleriň konsentrasiyasyna, basyşa we temperatura baglydyr. Azot kislotasynyň önümçiliginde kislorad bilen baýlaşdyrylan howany ýa-da arassa kislorodyň

ulanylmagy nitroza gazlarynyň düzümindäki azodyň dioksidiniň massa paýyny köpeltmäge we azodyň oksidiniň diokside çenli okislenmeginiň tizligini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Getirilen deňlemelerden görnüşi ýaly azodyň (II) oksidiniň ikili okside çenli okislenmeginiň tizligi azodyň (II) oksidiniň konsentrasıýanyň kwadratyna proporsional ösýär ýa-da bu reaksiýanyň wagty  $\tau$  NO konsentrasıýasynyň kwadratyna ters proporsional azalýar. Meselem: NO konsentrasıýanyň 10 esse peselmegi seredilýän reaksiýanyň tizliginiň 100 esse azalmagyna ýa-da bu reaksiýanyň wagtynyň şonça esse artmagyna getirýär. Şonuň üçin hem atmosfera basyşynda işleýän enjamlarda azodyň (II) oksidiniň 92% töweregi okislendirilýär we galan bölegi NO<sub>2</sub> bilen birlikde aşgarda siňdirilýär. Sebäbi pes konsentrasıýaly azodyň (II) oksidini okislendirmek üçin örän köp wagt we deňşlilikde uly göwrümlü apparaturalar gerek bolardy. Ýokary basyş ikinji we üçünji tertipli gazly reaksiýalaryň tizligini artdyrmagyň kuwwatly serişdeleriniň biridir. Azodyň (II) oksidiniň ikili okside okislenmeginiň tizliginiň umumy basyşyň 10 esse köpelmegi bu reaksiýanyň tizliginiň NO parsial basyşynyň hasabyna 100 esse we P(O<sub>2</sub>) hasabyna bolsa 10 esse artmagyna getirýär. Şonuň ýaly usul bilen apparaturalaryň göwrümmini kiçeltmek bolar. Ýokary basyşda (10 atm çenli) işleýän enjamlarda azodyň (II) oksidi praktiki taýdan doly suratda ikili oklide öwürülýär we reaksiýanyň



önümlerini NO arassalamak üçin aşgaryň üstünden geçirmek zerur bolmaýar.

## **17. Etil spirdiniň dürli usullar boýunça alnyşynyň fiziki-himiki esaslary we tehnologiýasy.**

### **17.1. Etil spirdiniň fiziki, himiki häsiýetleri we ulanylýan ýerleri.**

Etil spirdiniň dürli görnüşleri Türkmenistanyň halk hojalygynda, bilim sistemasynda giňden peýdalanylýar. Etil spirdi reňksiz, akyjy, ýanyjy we 0,706 g/ml dykzlykly suwuklykdyr. Etil spirdiniň gaýnamak temperaturasy 78,3°C. Ol suw bilen islendik gatnaşykda garyşýar. Spirt himiýa we iýmit senagatynyň çig mallarynyň biridir. Spirdiň peýdalanylýan 150 töweregi pudaklary bellidir. Sintetiki kauçugy öndürmek üçin etil spirdiniň köp mukdary ulanylýar. Ol ýanyjy madda hökmünde we erediji hökmünde hem giňden peýdalanylýar. Spirt parfýumeriýada, farmasewtikada peýdalanylýar. Ol dietil efiriniň, miwe essensiýalarynyň, sintetiki uksus kislotasynyň, boýaglaryň, tüssesiz dârilerniň we beýlekileriň önümçiliginde çig mal bolup hyzmat edýär. Önümçilik şertlerinde etil spirdini ösümlik çig mallaryndan (däne, kartofel, gant şugundyry) we gant önümçiliginiň galyndysy bolan melassadan hem-de agajy gaýtadan işlemegiň galyndylaryndan (gidroliz spirdi) alýarlar. Sintetiki etil spirdi, nebit-himiýa

senagatynda alynýan etileni gidratasiýa etmek bilen öndürilýär. Ösümligiň çig mallaryndan spirt şekerin turşamagy bilen alynýar. Ýöne iýmit çig mallaryndan we gant şugundyryndan spirt alynanda polisaharidler drožlaryň monosaharidlere dargadylýan bolsa, onda agajyň düzümindäki polisaharidler mineral (meselem, kükürt kislotasynyň) kislotalaryň kömegi bilen dargadylýar. Spirt alnanda, turşama hadysasynda köp mukdarda kömürturşy gazy bölünip çykýar. Himiki taýdan arassa kömürturşy gazynyň Türkmenistanyň halk hojalygynyň we ylmyň dürli pudaklary üçin uly ähmiýeti bardyr. Spirt turşamasy hadysasynda bölünip çykýan ýerinde ýygnap almak we kompressorlarda gysmak arkaly suwuklyk ýa-da gaty halyndaky haryt kömürturşy gazyny alýarlar. Ol iýmit senagatynda, maşyn gurluşygynda, himiýa senagatynda, teplisalarda, miweler we gök önümler ýetişdirilende, şeýle hem hlorellany ösdürmekde ylmy-barlag işlerini geçirmek we taýýar önüm almak üçin hem-de beýleki ýerlerde giňden peýdalanylýar.

## **17.2. Melassanyň häsiýetnamasy.**

Gaýtadan işlenilýän gant şugundyrynyň massasynyň 3,5-5%-i melassa (iýmlik patoka) düzýär. Melassmanyň gury maddasynyň 50% töweregi şekerdir. Emele gelýän melassanyň köp bölegi etil spirdini almakda peýdalanylýar. Onuň ýarysyna golaýy iýmlere garmak üçin we kombikormlary

öndürmekde peýdalanylýar. Melassa bardasy, düzüminde epesli mukdarda ýokumly maddalaryň bolmagyna garamazdan mallar üçin iým hökmünde az mukdarda peýdalanylýardy we onuň köp bölegi ýaňy-ýakynda hem süzülme (filtrasiýa) meýdanlaryna zyňlýardy. Soňky ýyllarda ony rejeli peýdalanmagyň usullary işlenilip düzüldi. Ilkinji nobatda işlenen spirt drožlaryny bölüp çykarýarlar. Olar bražkadan mikroorganizmler görnüşinde bölünip çykarlanda hamyрмаýa hökmünde we bardadan bölünip çykarlanda bolsa iým maksatlary üçin peýdalanylýar. Drožsyzlandyrylan we drožsyzlandyrylmadyk melassa bardasy iým drožlaryny ösdürmek üçin iýmitlendiriji gurşaw (sreda) bolup hyzmat edýär.

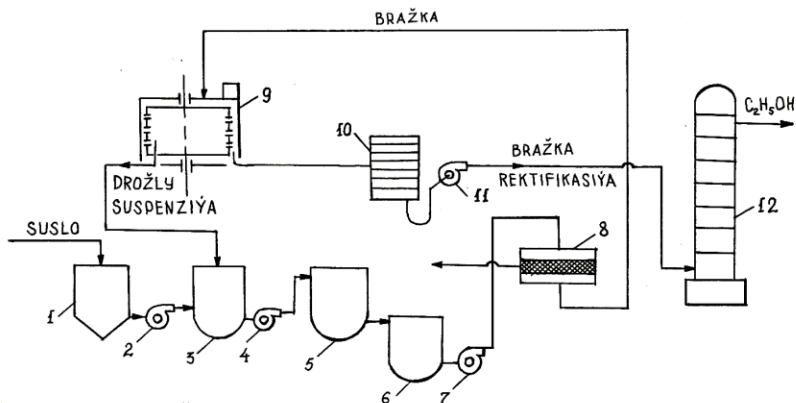
### **17.3. Spirt turşamasyň tehnologiýasy.**

Etil spirdini almak üçin ulanylýan drožlar saharomisetlere we şizosaharomisetlere degişlidir. Spirt turşamasy periodik usulda şu aşakdaky tehnologiki hadysalardan ybaratdyr: imitlendiriji gurşawy (suslany) drožlar bilen garyşdyrmak, turşama, kowgy, gaby ýuwmak we indiki gezege taýýarlamak. Turşama hadysasynyň özi üç stadiýadan ybaratdyr: drožlary işjeňleşdirmek (bu stadiýada turşama hadysasynyň geçýändigini daşyndan bildirmeýär); esasy turşama hadysasy -şekeriniň çalt harçlanmagy, kömurturşy gazynyň güýçli bölünip çykmagy we spirdiň 80-85%-iniň emele gelmegi bilen

häsiýetlendirilýär; turşama hadysasynyň togtamagy - bu stadiýa kynlyk bilen turşayan böleginiň özleşdirilmegi, iýmitlendiriji maddalaryň harçlanmagy we turşama önümleriniň toplanmagy bilen hadysanyň tizligi peselýär, drožlar çökyär. Gaýtalanýan turşamada ähli üç stadiýa hem şol bir gapda, ýöne wagt boýunça yzygiderli amala aşyrylýar. Gaýtalanýan hadysanyň birnäçe kemçilikleri bolmak bilen olardan esasyly hadysanyň dowamlylygy (3-4 gün) we köp zähmeti talap edýänligidir. Taýýarlanylýan suslo 1 gapdan 2 nasosyň kömegi bilen 3 drožžanka daşalýr (17.1-nji surat). Bražkadan 9 separatorlaryň kömegi bilen bölünip aýrylan drožly suspenziýa 3 drožžanka öz akymyna gelýär. Drožly suspenziýanyň konsentrasıýasy 90-120 g/l preslenen drožlar (çyglylygy 75%). Drožly suspenziýanyň her kubmetrine 8—10 m suslo berilýär. Suslanyň we drožly suspenziýanyň garyndysy drožžankadan 4 nasosyň kömegi bilen turşama batareýasynyň 5 esasy turşama gabyna iberilýär. Bu ýerde spirt turşamasynyň esasy stadiýasy geçirilýär. Drožlaryň düzümindäki fermentler geksozlaryň dargamagyny çaltlandyrýarlar, şunda etil spirdi we kömurturşy gazy emele gelýär.



Etil spirdi töwerekdäki suwuklyga geçýär, kömurturşy gazy drožlaryň ust ýüzünde köpurjik görnüşinde ýygnaýar we drožlar bilen gabynyň üst



17.1-nji surat. Spirt turşamasynyň tehnologiýa çyzgysy

ýüzüne çykýar. Içi kömurturşy gazly köpurjikler suwuklygyň ýokary üsti bilen galtaşanda ýarylýar. Dykzlygy (1,1 g/ml) suslanyň dykzlygyndan (1,02 g/ml) ýokary bolan drož öýjukleri aşak duşýarlar we üst ýüzünde köpurjikler ýeterlik mukdarda toplanandan soňra täzedan ýene-de ýokaryk galýarlar. Şunuň ýaly hadysa üznüksiz gaýtalanyp durýar. Bražka esasy turşama gabyndan öz akymy boýnça ahyrky 6 gaba gelyär. Gutarnykly turşama hadysasynda kynlyk bilen turşayan maddalar özleşdirilyär we etil spirdiniň aralyk önümlerden emele gelmegi gutarnykly tamamlanýar. Turşama batareýasynda hamyrnaýalarynyň (drožlaryň) konsentrasıýasy 17—25 g/l. Turşama hadysasynyň dowamlylygy 5—7 sagat, temteraputurası 32—33°C. Turşama tamamlanandan soňra, bražka ahyrky 6 gapdan 7 nasos bilen 8 süzgüjiniň üstünden 9

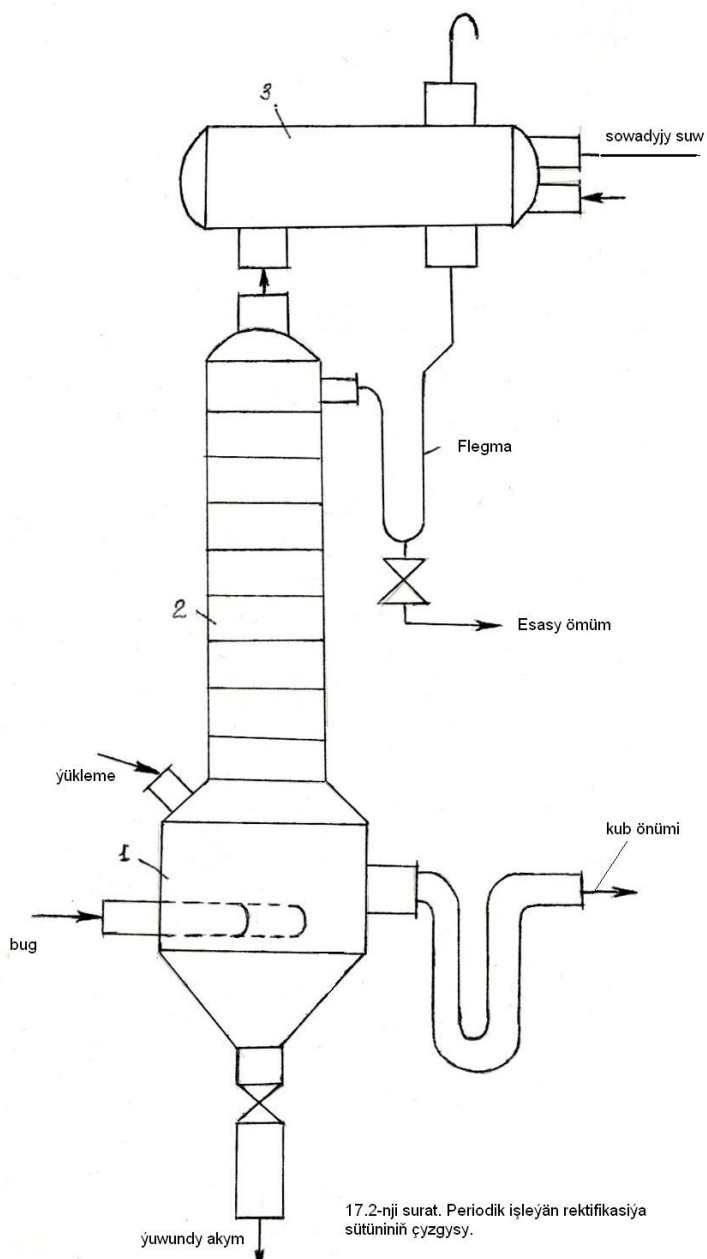
separatoryň gabyna geçirilýär. Separatorda bölejikleriniň dykzlygynyň we ölçegleriniň aratapawudynyň hem-de merkezden daşlaşýan güýjiň täsiriniň netijesinde bražka iki akyma bölünýär: drožly suspenziýa we separirlenen spirtli bražka. Soňky 10 gapda ýygnanýar, şol ýerden 11 nasos bilen bragorektifikasiýa bölümine iberilýär, drožly suspenziýa bolsa öz akymy bilen 3 drožžanka gelýär we bu ýerde täzedden suslo bilen garyşýar. Şeýlelikde drožlar suslani turşatmak üçin gaýtadan peýdalanylýar.

#### **17.4. Spirdi bražkadan bölup çykarmagyň we arassalamagyň tehnologiýasy.**

Spirt turşamasy netijesinde suslanyň düzümindäki şekerler spirde öwrülýärler. Şunlukda bražkanyň düzümi örän dürli maddalardan ybarat bolmak bilen, onuň düzümindäki spirdi bölup almak we arassalamak zerurdyr. Eger tehnologiýa hadysalary toparlara bölsek, onda bu hadysa üçünji hadysadyr we ýokary hilli spirdi bražkadan bölup almaga niýetlenendir. Bražkanyň düzüminden spirdi ýylylyk we massaçalşyk hadysalaryna esaslanýan köwgy we rektifikasiýa arkaly bölup alýarlar we arassalaýarlar. Esasan hem rektifikasiýa hadysasy has möhümdir.

## 17.5. Reaktifikasiya hadysasynyň manysy.

Getirilen 17.2-nji suratda rektifikasiya sütüniň umumy shemasy görkezilendir. Onuň esasy elementlerine kub 1, sütün 2 we deflegmator 3 degişlidir. Biziň seredýän bražkamyzdy ikidüzümlü garyndy diýip kabul etmek bolar. Şonuň üçin hem iki düzümlü garyndynyň rektifikasiya hadysasyna syn edeliň. Kubdaky emele gelen bugda ýokary temperaturada gaýnaýan düzüme garanyňda pes temperaturada gaýnaýan düzümi köpdur. Bug birinji jama galýar we onuň entek gyzmandygy sebäpli kondensirlenýär. Kem-kemden jama suwuklykdan doldurylýar we temperaturanyň ýokarlanmagy bilen gaýnamaga başlaýar. Artykmaç suwuklyk kuba dökülýär. Birinji jama gaýnaýan suwuklykdan emele gelýän bugda suwuklykdaka garanyňda pes temperaturada gaýnaýan düzümi ýokary temperaturada gaýnaýan düzümden köpdur. Bu bug ikinji jama galýar we onda emele gelen suwuklyk bolsa birinji akýar. Şunuň ýaly hadysa hemme jamlar suwuklyk bilen doldurylýança dowam eder. Bug sütün boýunça näçe ýokaryk galdygyça pes temperaturada gaýnaýan düzümi bilen baýlaşýar, suwuklyk bolsa ýokary temperaturada gaýnaýan düzüme baýlaşýar. Eger biz sütüni jamlaryň ýeterlik mukdary bilen üpjün etsek, onda iň ýokarky jama ýokaryk galýan buglar diňe pes temperaturada gaýnaýan düzümden ybarat bolar we kubda ýerleşýän suwuklyk bolsa diňe ýokary





temperaturada gaýnaýan düzümden ybarat bolar. Jamlar boýunça aşak akýan suwuklyk (flegma) kem-kemden ýokary temperaturada gaýnaýan düzüm bilen baýlaşýar. Iň ýokarky jama suwuklyk 3 flegmatordan gelýär. Flegmatorda ýokarky jamdan çykýan buglaryň kondensirlenmegi netijesinde suwuklyk emele gelýär.

## **18. Türkmenistanda mineral duzlaryň we silikat materiallarynyň himiýasy.**

### **18.1. Kalsinirlenen sodanyň tebigatda ýaýraýşy, häsiýetleri we ulanylyşy.**

**Tebigatda ýaýraýşy.** Soda biziň eramyzdan birnäçe müň ýyl öň belli bolupdyr we ulanypdyr. Sodany gatlakly ýataklardan ýa-da käbir deňiz suwotylaryny ýakmakdan alnan külden (zoladan) bölüp alypdyrlar. Soda tebigatda tron  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (seskwikarbonat), natron  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  we termonatrit  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  görnüşlerde duş gelyär. Erän görnüşinde kalsinirlenen soda şor suwlaryň hemmesinde duş gelyär. XIX asyryň başlarynda aýna, sabyn, deri we beýleki önümçiliklerde kalsinirlenen sodanyň ýetmezçiligi duýulyp başlandy.

**Kalsinirlenen sodanyň häsiýetleri.** Arassa natriniň karbonaty  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  854°C-da ereýän, dykzylygy 2,53 g/ml bolan, göwrüm agramy 0,5-0,55 tonna/m<sup>3</sup> bolan ak kristallyk ürgün (poroşok) maddadyr. Howada kalsinirlenen soda kömürturşy gazyny özüne siňdirýär, şunda bölekleyin natriniň bikarbonatyna öwrülýär. Ýagny, 32,5°C-dan pes temperaturada natriniň karbonatynyň doýan ergininden dekadidrat  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , heptagidrat  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , has ýokary temperaturalarda bolsa gidrat  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  emele gelyär. Kalsinirlenen soda suwda gowy ereýär, şunda temperaturanyň ýokarlanmagy bilen onuň ereýjiligi

ýokarlanýar. Kalsinirlenen soda suwda erände ýylylyk bölünip çykýar. Meselem, 1 mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  400 ml suwda erände 5,64 kkal ýylylyk bölünip çykýar. Kalsinirlenen sodanyň suw erginleri güýçli aşgar reaksiýa eýedir.

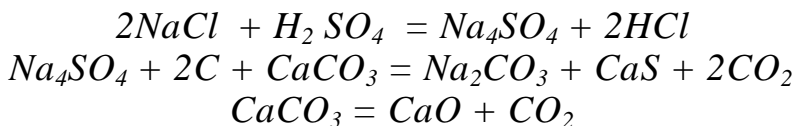
**Kalsinirlenen sodanyň ulanylyşy.** Umumy ”soda” ady bilen senagatda birnäçe önümler ödürülýär: kalsinirlenen soda ýa-da kömürturşy soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ; arassalanan natriniň bikarbonaty, ýa-da natriý kömürturşy  $\text{NaHCO}_3$ , içimlik, çay, hamyr, azyk soda hem diýilýär; kristallik soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  we  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; iýji natriý, ýa-da kaustik soda  $\text{NaOH}$ .

Kalsinirlenen soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  we kaustik soda  $\text{NaOH}$  möhüm soda önümlerine degişlidir. Kalsinirlenen soda kaustik sodany himiki usul boýunça almakda, natriniň gidrokarbonatyny we agyr sodany almakda peýdalanylýar. Kalsinirlenen soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sabyn, aýna, nebit, dokma, sellýuloza-kagyz, azyk, boýag senagatlarynda, gara we reňkli metallurgiýada, deri önümçiliginde peýdalanylýar.

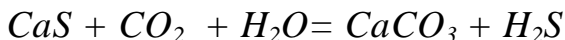
Arassalanan natriniň gidrokarbonatyny azyk, konditer we himiki derman senagatlarynda, emeli mineral suwlaryň önümçiliginde, medisnada, ot öçürijilerde zaryad massasy hökmünde ulanylýar. Kristallik sodalar  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  we  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  esasan öý hojalygynda peýdalanylýar.

## 18.2. Kalsinirlenen sodanyň Leblanyň usuly boýunça alnyşy.

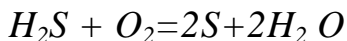
Fransuz lukmany we himigi Leblan 1791-nji ýylda tebigatda giňden ýaýran minerallar bolan nahar duzundan, hek daşyndan we kömürden sodanyň önümçiliginiň sintetiki usulyny amala aşyrdy. Leblana çenli Russiýada natriniň sulfatyny agaç kömri bilen gaýtaryp sodany almak boýunça synanşyklar geçirilen hem bolsa, senagat derejesinde amal edilmedi. Leblanyň usulynyň manysy, kükürt kislotasyny nahar duzuna täsir etdirilip alnan natriniň sulfatynyň, hek daşynyň we kömüriň garyndysyny 950-1000°C temperaturada aýlanyan peçde eretmekden ybaratdyr. Şunda bolup geçýän täsirleşmeleri aşakdaky deňlemeler bilen beýan etmek bolar.



Sodanyň ergini aşgarsyzlandirilandan (выщелачивания) soňra galan galyndy uglerodyň (iV) oksidi bilen gaýtadan işlenilende kükürtwodorod bölünip çykýar



Hem-de berk gyzdyrylan demiriň oksidiniň ýa-da boksidiň gatnaşmagynda, howanyň artykmaç mukdarynda elementar kükürde çenli okislenýär.



Emele gelen kükürt kükürt kislotasyny öndürmekde ulanylýar.

Şeýlelikde, Leblanyň usuly boýunça sodany almaklyga, başky maddalary natriniň hlorigi (nabar duzy), hek, kömür we suw bolan, ahyrky önümleri bolsa kalsinirlenen soda we hlorigi wodorod bolan aýlawly proses hökmünde seretmek bolar.

Bu prosesi amala aşyrmagyň kynçylyklarynyň biri hem örän köp mukdarda hlorigi wodorodyň emele gelmegidir. Şunuň ýaly köp mukdarda emele gelen hlorigi wodorody doly suratda ulanmak mümkin däldir. Atmosfera çykarmak hem ekologiýa nukdaýnazardan gadagandyr. Hlorigi wodoroddan hlorigi almagyň usuly işlenilip düzülenenden soňra Leblanyň usulynyň ykdysady netijelili ýokarlandy. Emma, tiz wagtdan soňra hlorigi nahar duzunyň suwly erginini elektroliz edip almaga başladylar. Bu bolsa Leblanyň usuly boýunça kalsinirlenen sodanyň alnyşynyň azalmagyna getirdi.

Bu usulyň kemçiliklerine ýangyjyň köp harçlanmagy ýagny, esasy täsirleşmäniň ýokary temperaturada geçirilmegi, gurallaryň göwrüminiň ululygy, prosesiniň köp zähmet talap edýänligi we alynýan önümiň hiliniň pesligi deňşlidir. Sodany tebigy natriniň sulfatyndan

almagyň usuly hem işlenilip düzüldi. Bu usul täsirleşmeleriniň häsiýetleri boýunça Leblanyň usulyna meňzeş, ýöne ondan prosesin shemasy we guraly boýunça tapawutlanýar.

## **18.2. Kalsinirlenen sodanyň alnyşynyň himiki tehnologiýasy**

### **18.3.1. Kalsinirlenen sodanyň alnyşynyň esasy tehnologiýa hadysalary.**

Soda önümleriniň käbir mukdaryny nefelin  $[m(\text{Na,K})_2 \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{SiO}_2]$  gaýtadan işlenilende alynýar. Bu önümçiligiň aşgarly önümleriniň düzüminde 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  we 4%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  bar. Bu garyndyny dürli temperaturalarda bugartmak arkaly sodany we potaşy aýratynlykda alýarlar. Nefelin çig malynyň gaýtadan işlenilmeginiň artdyrylmagy bilen bu usul ammiak usulyndan amatly bolar, sebäbi öndürmek üçin gerek bolan harajatlary ammiak usulyna görä azdyr. Kalsinirlenen sodany almagyň fiziki-himiki esaslaryny işläp düzmeginiň möhüm meseleleriniň biri hem ammiak bilen doýgunlaşan nahar duzunyň ergininiň kömürturşy gazy ( $\text{CO}_2$ ) bilen doýgunlaşmagynyň kalsinirlenen sodanyň çäk çykymyna edýän täsiridir. Kalsinirlenen sodanyň çykymy konsentrasiya, temperatura we beýleki ululuklara baglydyr.

Kömürturşy gazy bilen doýgunlaşan ammiak-soda ergini iki fazaly çylşyrymly sistemadyr: suwuk faza:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ; gaty faza (çökündi)  $\text{NaHCO}_3$  ybaratdyr. Şunda kalsinirlenen sodanyň ergindäki we çökündidäki mukdary  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ergindäki mukdaryna ekwiwalentdir. Kalsinirlenen sodanyň çykymyny kesgitleýän  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  çökdürilme derejesi berlen temperaturada şu aşakdaky faktorlara baglydyr:

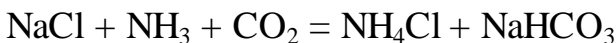
- 1) başky ergidäki  $n(\text{NaCl}) : n(\text{NH}_3)$  gatnaşyga
- 2) başky ergidäki  $n(\text{H}_2\text{O})$
- 3) erginiň  $\text{CO}_2$  bilen doýgunlaşmak derejesine.

$n(\text{NaCl}) : n(\text{NH}_3)$  gatnaşygyň ösmegi bilen, özara täsirleşýän massalaryň kanunyna görä  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  çökdürilme derejesi ösýär. Suwyň mukdarynyň ösmegi bilen  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ereýär we onuň çykymy pese gaçýär.  $n(\text{CO}_2) : n(\text{NH}_3)$  gatnaşyk  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  düzümine ekwiwalent bolmalydyr.

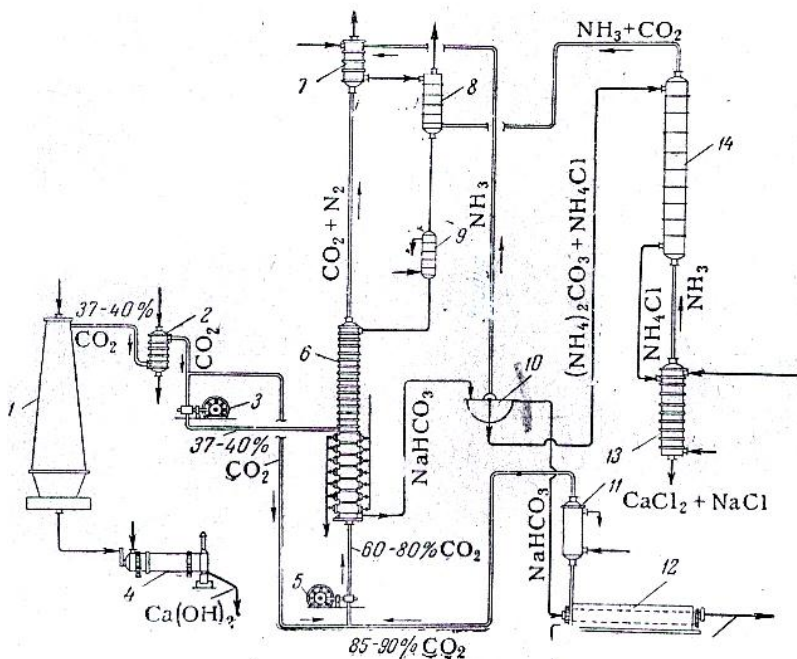
Kalsinirlenen sodanyň ýokary çykymy ýetilýän başky maddalaryň  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dogry gatnaşygyny saýlap almak üçin  $\text{NaCl} - \text{NH}_4\text{HCO}_3 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  köpdüzümlü çylşyrymly sistemada duzlaryň ereýjiligini bilmek gerek. Bu sistema rus alymlary Fedotew, Orlow, Belopolskiý tarapyndan öwrenilipdi. Fedotewyň maglumatlaryna görä  $15^\circ\text{C}$  temperaturada  $\eta(\text{NaHCO}_3) \leq 78,8\%$  şunda natrinin hloridiniň ulanylyş derejesi  $78,8\%$ , ammiagyňky  $85,1\%$ .

Fedotewe görä in yokary 84%-den geçmeýän çykym 30-32°C temperaturada alynýar, bu amalyýetiň ymtylýan in yokary nazary çägidir. Muňa garamazdan alymlar tarapyndan nahar duzuny doly öwürmek üçin dürli kämilleşmeler geçimäge synanşyklar amala aşyryldy. Fedotew tarapyndan geçirilen, görkezilen duz sistemasynyň deňagramlylygynyň barlaglary, berlen prosesin manysy saklanylan ýagdaýynda, şunuň ýaly synanşyklaryň üstünlige getirmejekdigini görkezdi.

Nahar duzunyň suw ergini (307-310 g/l), önünden magniniň we kalsiniň duzlaryndan arassalanylýar we öz akymyna ýuwuja gelýär, bu ýerde karbonlaşma sütüninden gelýän CO<sub>2</sub> we 10 wakuum-süzgüçden gelýän ammiak (NH<sub>3</sub>) siňdirilýär(18.1-nji surat). Işlenen gaz esasan azot atmosfera zyňylýar. Gazlaryň 7 ýuwujysyndan duz ergini 8 siňdirijä (absorbere) gelýär, Bu ýerde 14 distilyasiýa sütüniniň NH<sub>3</sub> we CO<sub>2</sub> gazlary siňdirilýär. 8 siňdirijiden çykýan gazlar wakuum-nasos bilen 7 ýuwuja gelýär. Ammonilenen duz ergini 9 sowadyjyda sowadylyp 6 karbonlaşma sütüniniň yokarsyndan üznüksiz girýär. Karbonlaşma sütüni 6 yokarsyna çenli suwuklyk bilen doldurylandyr. Bu ýerde duz akymyna garşylykly akym boýunça CO<sub>2</sub> berilýär. Karbonlaşma sütüninde esasy (2) täsirleşme bolup geçýär.



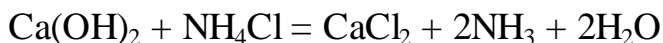




18.1.-nji surat. Kalsinirlenen sodanyň ammiak usuly  
boýunça alnyşynyň umumy çyzgysy:

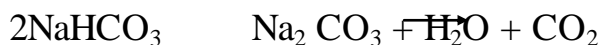
- 1 – hek ýakyjy peç;
- 2. – sowadyjy – gaz arassalaýjy;
- 3,5 – kompressorlar;
- 4 – heki söndürmek üçin gural;
- 6 – karbonlaşma sütüni;
- 7 – gazlaryň ýuwujysy;
- 8 – siňdiriji;
- 9 – ammonilenen duzly erginiň sowadyjysy;
- 10 – wakuum – süzgüç; 11 – gazyň sowadyjysy – ýuwujysy;
- 12 – soda peçi;
- 13 – distiller – garyşdyryjy;
- 14 – distilýasiýa sütüni.

Karbonlaşma sütüninde emele gelen  $\text{NH}_4\text{Cl}$  +  $\text{NaHCO}_3$  we täşirleşmedik  $\text{NaCl}$  natriniň gidrokarbonatyny bölüp aýyrmak üçin 10 wakuum-süzgüçe berilýär. Süzündi (filtrat) 10 wakuum-süzgüçden 14 distilyasiýa sütünine berilýär. Bu ýerde ammoniniň hloridiniň we ammoniniň kömürturşy duzlarynyň dargamagy netijesinde ammiagyň gaýtadan dikeldilmesi, ýagny regenerasiýasy amala aşyrylýar.



Ammoniniň kömürturşy duzlary bu ýerde bölünip çykýan gazlaryň ýylylygynyň hasabyna 70-80°C-a çenli gyzdyrylyp dargadylýar. Hlorly ammonini dargatmak üçin suwuklyk 14 sütünden 13 distillere gelýär, bu ýere 4 apparatdan hek süýdi  **$\text{Ca(OH)}_2$  hem gelýär.** Ammiak erginden kowgy edilip bölünip çykarylýar.

Galan erginiň düzüminde kalsiniň hloridi ( $\text{CaCl}_2$ ) we natriniň ( $\text{NaCl}$ ) hloridi bar (distiller suwuklygy), olar tygşytly ulanylyşy uly ähmiýete eýe bolan önümçilik galyndylarydyr. 10 wakuum-süzgüçde ýuwulan çökündi  $\text{NaHCO}_3$  aýlanýan 12 soda pejine kalsinasiýa – dargama prosesine iberilýär.



Şunda emele gelen kömürturşy gazy  $\text{CO}_2$  11 gazy sowadyjy-ýuwujynyň üstünden 6 karbonlaşma sütünine ugradylyar.

Kalsinirlenen sodany öndürýän zawodda şu aşakdaky beketler (stansiýalar) göz önünde tutulýar:

- 1) Nahar duzunyň erginini **kalsiniň we magniniň duzlaryndan arassalamak** beketi;
- 2) Nahar duzunyň erginini ammiak we bölekleyin kömürturşy gazy ( $\text{CO}_2$ ) bilen doýgunlaşdyrmak üçin **siňdirme** beketi;
- 3) Nahar duzunyň ammiakly erginini kömürturşy gazy ( $\text{CO}_2$ ) bilen doýgunlaşdyrmak arkaly kristallik  $\text{NaHCO}_3$  gaýmalaşýan suspenziýasyny emele getirmek üçin **karbonlaşma** beketi.
- 4) Karbonlaşmadan soňra kalsiniň gidrokarbonatyny  $\text{NaHCO}_3$  bölüp aýyrmak üçin **süzme** beketi;
- 5) Natriniň hloridiniň düzüminden ammiagy gaýtadan dikeltmek ýagny regenerasiýa etmek üçin **distilýasiýa** beketi.
- 6) Kalsiniň gidrokarbonatyny dargatmak bilen kalsinirlenen sodany almak üçin **kalsinasiýa** beketi;

Esasy önümçilik operasiýalaryndan daşgary şu aşakdaky operasiýalar hem amala aşyrylyar.

- 1) Heki ýakmak bilen  $\text{CaO}$  we  $\text{CO}_2$  almak.
- 2) Heki söndürip  $\text{Ca(OH)}_2$  almak

3) Ammar operasiýalary we sodany gaplara gaplamak.

### 18.3.2.Hekiň we uglerodyň (IV) oksidiniň alnyşy

Kalsinirlenen sodanyň önümçiliginde sönen hek we kömürturşy gazy ulanylyar. Sönen heki we kömürturşy gazyny almak üçin çig mal bolup düzüminde kalsiniň karbonaty bolan dag jynslary hek daşy we mel hyzmat edýär. Türkmenistanda hek daşynyň ýataklary Baharlyda, Abadanda, Köýtendagda we beýleki ýyerlerde duş gelyär. Dag jynslarynyň düzüminde kalsiniň karbonaty bilen bilelikde  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$  we beýleki garyndylar bolýar. Hek daşynyň gazylyp alnyşy karýerlerde açyk usul boýunça geirilýär.

Kalsinirlenen sodanyň önümçiliginde ulanylyan hek daşynyň ortaça düzümi(%):

$\text{CaCO}_3$ .....	92-94
$\text{MgCO}_3$ .....	1,5-2,5
$\text{SiO}_2$ .....	< 3,0
$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3$ .....	0,2-0,6
$\text{CaSO}_4$ .....	1,0
Çyg .....	0,5

Gaty hek daşyny çekgeli owradyjylarda, meli walokly owradyjylarda maýdalaýarlar. Owradylan

materiallar eleklerde ölçegleri boýünça birnäçe toparlara bölünýär. Ölçegleri 40 mm-den kiçi bolan topar gaýtadan ýene bir gezek ovradylyp sement önümçiliginde, (40-50) mm gurluşykda, 50-120 mm bolan topar kalsinirlenen sodanyň önümçiliginde ulanylýar.

Tokga hekiň göwrüm agramy 1,3-1,4 tonna/m<sup>3</sup>. Ol ýokary dykyzlygy sebäpli diňe 1%-e çenli çyglanylýar. Tokga meliň göwrüm agramy 1 tonna/m<sup>3</sup>.

Ýokary temperaturalarda kalsiniň karbonatynyň dargamasy bolup geçýär.



Bu endotermiki täsirleşmede deňagramlylyk temperatura ýokarlarda we kömürturşy gazynyň parsial basyşy peselende sag tarapa süýşýär.

Kalsiniň karbonatynyň ýokarsyndaky kömürturşy gazynyň parsial basyşy şu aşakdaky ýalydyr:

Temperatura, °C	587	701	749	800	852	<b>898</b>	990,6
Parsial basyş,	1,0	23,9	72	183	381	<b>760</b>	2053
mm.sim.süt.							

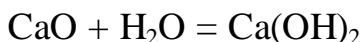
Peçniň yanyş giňişliginde, başky materalyň düzümine baglylykda 1000 -1300°C temperatura saklanylýar.

Yokary konsentراسىaly k  m  rtur  şy gazyny almak    in, hususy   agda  da kalsinirlenen sodany   nd  rmek    in gysga  alynly   angy  , esasan hem koks we antrasit pe  dalanyl  r. Koks bilen i  lenilende antrasita garany  da has arassa,   okary konsentراسىaly k  m  rtur  şy gazy alyn  r.   angy   uly bolmadyk howada   aky  r.

Hek da  şyny   akmak    in   ahta g  rn   li, a  lany  n baraban   ekilli we halkaly pe  ler ulanyl  r.

Pe  den   yk  n gazlary  n temperaturasy 120 - 160  C we k  m  rtur  şy gazy kalsinirlenen sodany   nd  rmek    in pe  dalanylanda, ony sowatmak we arassalamak gerekdir. Gazy sowatmak we arassalamak i  i   l elektros  sg   lerde, koks s  zg   lerinde we turbulent   uw  jylarda,   agny Wenturyny  n turbasynda ge  irily  r.

**Heki  n s  nd  rili  i**   u a  akdaky t  sirle  me bo  un  a ge    r.



S  nd  rm  ge har  lany  n suwu  n    tgetmek bilen hek   rg  nini (poro  ogyny), hek hamyryny,   a-da hek s   dini (kalsini  n gidroksidini  n suwdaky suspenzi  asyny) almak bolar.

Soda zawodlarynda baraban g  rn   li guralda, ammiagy ammonini  n hloridini  n ergininden gaytadan dikeltmek,   agny regenerasi  a etmek we

duz erginini magniniň duzlaryndan arassalamak üçin hek süýdi taýýarlanylýar. Barabandaky täsirleşme massasynyň temperaturasy 95-98°C.

Hek süýdüniň 85%-li ergininiň 1 tonnasyny almak üçin mysaly harçlanmak koeffisiýenti:

Hek daşy (94% $\text{CaCO}_3$ ), tonna .....	1,73-1,75
Koks, tonna .....	0,13
Suw, $\text{m}^3$ .....	4,5
Elektrik energiýasy, kwt-sag .....	10,2

### 18.3.3. Nahar duzunyň erginini arassalamak we önümçilige taýýarlamak

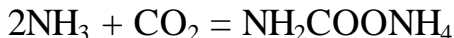
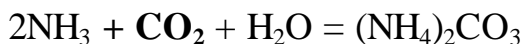
Kalsinirlenen sodanyň önümçiliginiň ammiak usulynda tebigy çeşmelerden ýa-da gaty daş duzuny suwda eretmek arkaly alnan nahar duzunyň erginini gaýtadan işleýärler. Nahar duzunyň erginini taýýarlamak üçin silwinitden kaliniň hloridi alnanda emele gelyän önümçilik galyndysy hem ulanylyp bilner.

Kalsinirlenen sodanyň 1 tonnasyny almak üçin düzüminde 305-310 g/l NaCl saklaýan 5  $\text{m}^3$  çig duz ergini harçlanylýar, şunuň üçin hem soda zawodlary nahar duzunyň ýataklarynyň ýakynynda gurulýar. Soda zawodlarynyň guruljak ýerleri saýlanylýp alnanda hek daşynyň (meliň), ýangyç we suw serişdeleriniň ýeterlikdigi göz önünde tutulýar.

Nahar duzunyň erginini magniniň birleşmelerinden arassalamak üçin hek süýdi we soda ergini bilen gaýtadan işlenilýär, şunda zyýanly garyndylar çökündä geçýär. Bu usual hek-soda usuly diýilýär.

**Siňdirmе (absorbsiýa) beketiniň esasy wezipesi karbomlaşma prosesine gerek bolan ammonilenen duz erginini taýýarlamakdan ybaratdyr.**

Ammiak we uglerodyň (IV) oksidi duz ergini tarapyndan siňdirilende ammoniniň karbonaty we karbamaty emele gelýär.



Şunda saldamly mukdardaky ýylylyk bölünip çykýar: Ammiagyň we uglerodyň (IV) oksidiniň ereme, bitaraplaşma täsirleşmeleriniň ýylylygy. Distilýasiýa gazlarynyň düzümindäki suw buglary kondensirlenende hem ýylylyk bölünip çykýar. Bölünip çykýan ýylylygyň umumy mukdary ergini 80-90°C gyzdirmek üçin ýeterlik. Emma ýokary temperaturada ammiagyň siňdirilişi ýaramaz bolup geçýär, şonuň üçin hem siňdirmäni aralykda sowadyjyda sowatmak bilen geçirýärler.



## **19. Kaliniň hloridiniň alnyşynyň fiziki-himiki esaslary we himiki tehnologiýasy**

Türkmenistanyň oba hojalygynyň ekerançylyk pudagy üçin gymmatly kaliý döküni bolan kaliniň sulfatyna  $K_2SO_4$  isleg örän ýokarydyr, şonuň üçin hem onuň önümçiligini ýola goýmak wajyp meseleleriň biridir. Kaliniň sulfaty gant şugundyry, üzüm we kartofel ýaly ekinler üçin tapylgysyz dökündir. Türkmenistanyň şertlerinde kaliniň sulfatyny “Garabogazsulfat” we “Türkmenmineral” önümçilik birleşiklerinde öndürmek maksadalaýykdyr. Kaliniň sulfatyny almak üçin zerur bolan kaliniň hloridini Magdanly kâniniň silwinitinden almak bolar.

19.1 - nji we 19.2-nji - nji suratlarda kaliniň hloridiniň eretmek we kristallaşdyrmak usuly boýunça alnyşynyň tilsimat çyzgylary görkezilendir.

Duz degirmeninde 5 mm ululyga çenli owradylan silwinit 1 iýmitlendirijili gurluşly bunkere berilýär. Ol ýerden silwinit yrgyldaýan iýmitlendirijiniň kömegi bilen 3 awtomat terezili 2 lentaly daşajya geçirilýär. Daşajy silwiniti şnekli eredijä getirip guýýar. Silwinit iki sany eredijileriň üstünden yzygiderli geçýär, şunda 4 birinji şnekli erediji göni akym we 5 ikinji şnekli erediji bolsa garşylyklaýyn akym boýunça işleýär. Silwiniti birinji guraldan ikinji gurala bermek we ikinji guraldan galyndyny aýyrmak deşikli susakly ýapgyt elewatoryň kömegi bilen amala aşyrylýar, şunda şelok yzyna eredijä akdyrylýar. Ýylylyk

ýtigleriniň öwezini dolmak üçin eredijiniň içine 0,15-0,24 MPa basyşly ýiti bug berilýär. Düzüminde 110-130 g/l KCl saklaýan we kondensatorlarda hem-de bugly gyzdryjylarda 110-115°C-a çenli gyzdyrlan şelok ikinji eredijä düşýär we magdana garşylyklaýyn akym boýunça hereket edýär; soňra şelok birinji eredijä berilýär we bu ýerde silwinit bilen bir ugra hereket edýär. Birinji eredijiden çykýan gyzgyn (97-107°C) goýaldylan şelok düzüminde 245-265 g/l KCl we 215-270 g/l NaCl saklaýar.

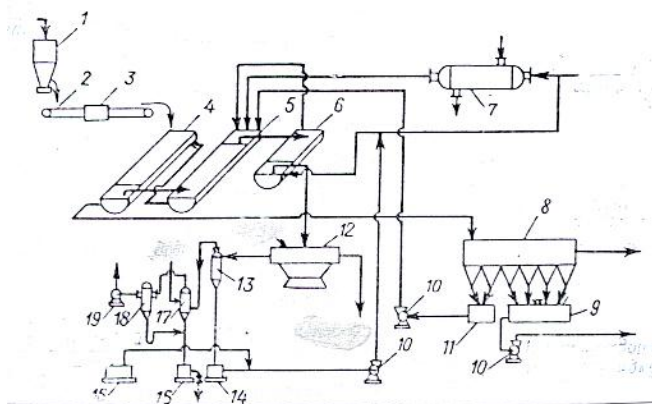
Kaliniň hloridini gutarnykly bölüp almak üçin galyndy ikinji eredijiden elewatoryň kömegi bilen üçünji gysga eredijä berilýär. Bu ýere galyndynyň tekiz süzgüçde ýuwulmagyndan alnan filtratlar, goýaldyjylarda şlamyň garşylyklaýyn akym boýunça ýuwulmagyndan alnan suwlar, hem-de sowuk (70°C) gönezlik şelogyň bir bölegi

(1/10). berilýär. Üçünji eredijide kaliniň hloridini goşmaça bölüp çykarmakdan başgada öz ýylylygynyň bir bölegini şeloga berýän galyndynyň ýylylygynyň rekuperasiýasy üpjün edilýär; şelok ikinji eredijä iberilýar, galyndy bolsa elewatoryň kömegi bilen süzmäge geçirilýär. Kalinin hloridiniň ýitgisini azaltmak üçin çökündini tekiz süzgüçde köp bolmadyk mukdardaky (60-70 kg/t) gyzgyn suw bilen ýuýýarlar. Ýuwulan çökündi (galit galyndylary ) süzgüçden gyrçaýjy daşajja zyňylýar we bölümhanadan daşyna çykarylýar.

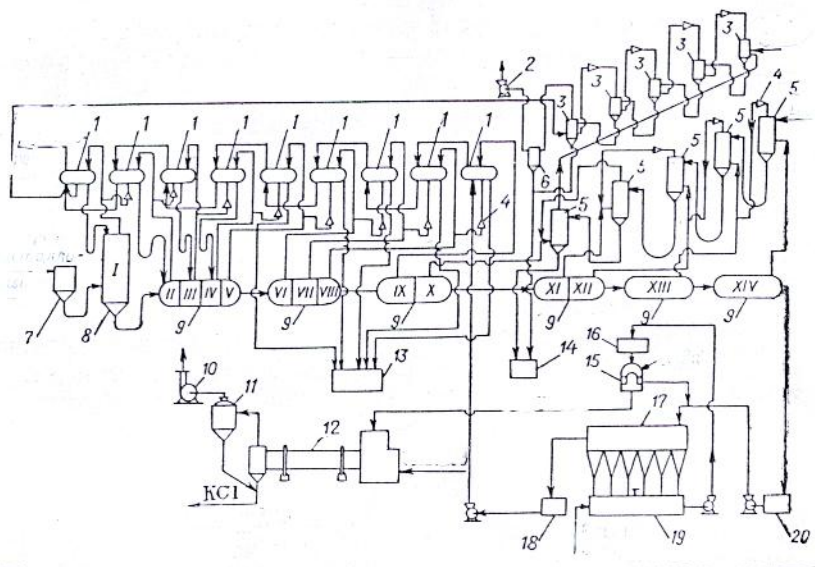
Birinji eredijiden çykýan gyzgyn şelogyň düzüminde şamlar bar: toýunly (1 t magdana 20 kg) we duzly (160-300 kg). Bu garyndylar altykonusly çökdürijide bölünip aýrylýarlar. Konuslaryň her birinde şlamy dykyzlandyrmak we onuň çykarlyşyny ýeňilleşdirmek üçin garyşdyryjy bar. Erginiň durlanylyşyny çaltlandyrmak üçin ownukdispersli bölejikleriň çökmegine ýardam beriji koagulyant (meselem poliakrilamid) goşýarlar. Čökdürüjide şelok durlananda şlamyň toparlara bölünmesi bolup geçýär: ilkinji iki konuslarda has iri duz şamlary çökýärler, olary ikinji eredijä gaýtarýarlar ýa-da barabanly wakuum-süzgüçlerde süzýärler, soňkylarda bolsa ownuk dispersli şlam ýygnaýar. Düşürilýän duz şlamynda suwuk we gaty fazalaryň gatnaşygy (S:G) 0,8-1 – den geçmeli dälär. S : G gatnaşyk 2-2,5 deň bolan gyrmançaly şlam suwuň garşylyklaýyn akymy bilen ýuwmak üçin goýaldyjlaryň birikmesine iberilýär; çökdürmäni çaltlandyrmak üçin bu ýere poliakrilamidň ergini goşulýar.

Čökdürijiden çykýan 93-98°C temperaturaly şlam bir dik sütünden (I basgançak) we 13 sany sowadyjy basgançaklary bolan alty sany kese sütünlerden ybarat bolan 14 basgançakly wakuum-kristalizasiýa guralynda (19.1-nji surat) 25-35°C çenli sowadylýar.

Kese sütünler perli garyşdyryjylar bilen üpjüp edilýärler. Wakuum bug ežektorlarynyň we wakuum-



19.1-nji surat. Silwinitden kaliniň hloridini almagyň shemasy



19.2-nji surat. Kaliniň hloridiniň kristallaşma, erginden bölünip alynma we guradylna operasiýalarynyň shemasy.

sorujylaryň ulgamynyň kömegi bilen erginiň öz-özünden bugarmagy netijesinde emele gelýän bughowa garyndysyny sorup çykarmak arkaly döredilýär. Birinji basgançakda 58 kPa seýreklenme saklanylýar, indiki basgançaklarda ol kem-kemden 98 kPa çenli artýar; şuna görä hem her bir basgançakda temperatura birnäçe gradus azalýar.

Durlanan şelok çökdürüjiden wakuum-kristalizasiýa guralynyň birinji sütünine sorulýar we soňra emele gelýän kaliniň hloridiniň kristallary bilen bilelikde biri-birine akdyryjy geçirijiler boýunça geçýär. Suspenziýa iň soňky XIV basgançakdan özakymyna barometrik geçiriji boýunça kabul ediji gaba guýulýar. Ilkinji dokuz basgançagyň şire bugy, silwiniti eretmäge iberilýän gönezlik şelogy gyzdyryp, kondensatoryň üstünde kondensirlenýär. Şelok 65-75°C çenli gyzmak bilen IX basgançakdan I basgançaga çenli kondensatorlaryň üstünden yzygiderli geçýär.

Şelogyň 110-115°C çenli indiki gyzdyrylyşy geçirijili bugly gyzdyryjylarda amala aşyrylýar. Wakuum-kristalizasiýa guralynyň soňky baş basgançagyň şire buglary suwlanýan garyşdyрма kondensatorlarynda kondensirlenýär. Täze suw XIV basgançagyň kondensatoryna berilýär we soňra bu ýerden özakymyna bir kondensatordan beýlekä geçmek bilen X basgançagyň kondensatoryna çenli akýar hem-de barometriki geçiriji boýunça kabul ediji

gaba guýulýar. Kondensirlenmedik bughowa garyndysyny bug ežektorlary bilen sordurmagyň ulgamy her bir indiki basgançakdan onuň öň ýanyndaky basgançaga we soňra bolsa goşmaça garyşdyrma kondensatorlaryna geler ýaly edilip gurnalandy; olardan çyg howa wakuum-sorujylaryň kömegi bilen syçrantgytutyjynyň üsti bilen atmosfera çykarylýar.

Şelogyň ahyrky temperaturasy XIV basgançagyň basyşy boýunça kesgitlenilýär. Basyş bolsa buglaryň kondensasiýasyna düşýän suwuň temperaturasyna bagly. Şonuň üçin hem wakuum-kristalizasiýa guralynyň gyşky we tomusky iş düzgünleri birnäçe tapawutlanýarlar.

Wakuum-bugarma hadysasynda sowap kaliniň hlorininiň kristallaşmagynyň önüni almak üçin ilkinji dört basgançagyň şire bugunyň kondensaty kristallizatorlara gaýtarylyp berilýär. Kondensatyň şlamlary ýuwmak üçin ýa-da ownuk kristallary eretmek üçin ulanylmagy mümkin. Soňky ulanylyşy iri kristally önüm almaga mümkinçilik berýär.

Ýygnaýjy gapdan kaliniň hloridiniň suspenziýasyny ( $S:G = 7:1$ ) gurluşy gyzgyn şelogy çökdürijiňkä meňzeş bolan altykonusly çökdüriji-goýaldyja sordurýarlar. Durlanan sowuk gönezlik şelok üst kondensatorlaryna gyzdymaga iberilýär. Goýaldylan suspenziýa ( $S:G = 1,4-1,7:1$ ) ýygnaýja geçirilýär we ondan ýarymüznüksiz işleýän awtomatiki sentrifuganyň ýokarsynda oturdylan

garyşdyryjyly harçlaýjy gaplara şlam sorujylary bilen sordurylýar. Sentrifugirlemeden soňra çökündiniň çyglylygy kristallaryň ölçegine baglylylykda 5-den 8%-e çenli üýtgeýär. Önümiň hilini gowylandyrmak maksady bilen sentrifugada kristallary suw bilen ýuwyýarlar. Şunda has iri kristallar ereýärler.

Önümiň ýelmeşijiligini azaltmak üçin kähalatlarda goýaldylan suspenziýa zynjyrynda 16-20 uglerod atomy bolan ilkinji ýag aminlarynyň 1%-li erginini goşýarlar. Şu maksat üçin karbamid ýa-da (III) demiriň sulfaty ýa-da geksasiýanoferratlar we beýleki goşundylar ulanylyp bilner.

Çig kaliniň hloridi lentaly daşajjynyň kömegi bulen guratmaga iberilýär. Tüsse gazlary bilen äkidilýän ownuk kaliniň hloridi siklonlarda tutulyp alnyp gallinýar we ammara iberilýän taýýar önümiň umumy akymyna goşulýar. Kaliniň hloridiniň ahyrky çyglylygy 0,5-1%.

Oba hojalygy üçin niýetlenen kaliniň hloridini kristallarynyň ösüşi sazlanýlan gurallarda alýarlar ýa-da guradylan badyna gysmak usuly bilen ownukristallik önüme däneleýärler.

Soňky döwürlerde kaliý duzlaryny guratmak üçin barabanly guradyjlaryň ýerine gaýnaýan gatlakly gurallary giňden ulanmaga başladylar. Olarda guratmagyň has ýokary derejesine ýetilýär, ýylylygyň udel harçlanylyşy bolsa 20-30% pesdir. Gaýnaýan gatlakly gurallarda kaliniň hloridi guradylanda tozansyz önüm alynýar. Bu netijä siklonda tutulan

tozanlary öl duz bilen garyşdyrmak arkaly ýa-da siklon tozanyny taýýar önüme garmazdan öňürti dänelemek bilen ýtilýär.

Önümiň galit galyndysy bilen ýitgisi 5% -e çenli we çig malyň owradylmak derejesine we galyndynyň tekiz süzgüçde ýuwulyşynyň hiline baglydyr.

Kaliniň hloridiniň şlam bilen ýitgisi 3%. Ýitgini we duz şlamynyň mukdaryny azaltmak üçin gyzdyrylan gönezlik şelogyň bir bölegini birinji eredijä ibermek maslahat berilýär. Kaliniň hloridiniň umumy ýitgisi 8-10% deňdir ,ýagny onuň çykymy 90-92%. Eger kaliniň hloridiniň kristallaşmasyndan soňra ownuk kristallary eretmek üçin toýunly şlam ýuwulan suw peýdalanylsa, onda aýlaw suwuň köpelmesi netijesinde onuň ýuwulyşyny gowylandyrmak bolar. Şunda kaliniň hloridiniň umumy çykymy 95-96% çenli ýokarlanýar. Bu usul düzümünde 10%-den hem ýokary toýunly şlam saklaýan silwiniti ulanmaga mümkinçilik berýär.

Düzümünde toýunyň mukdary ýokary bolan silwinit gaýtadan işlenilende magdany suwuň ýa-da duzly suwuň garşylyklaýyn akymy bilen ýuwmak arkaly öňümiň ýitgisini azaltmak bolar. Silwinitiň düzümindäki eremeýän birleşmeleriň 75% goýaldylan şlamyň düzümine geçýär. Durlanan goýaldylan ýuwüş suwuklygyny ýuwulan magdany eretmäge ugradýarlar.

Kaliniň hloridi saklananda we daşalanda ýelmeşip tokgalanýar. Bu hadysa döküniň topraga sepilmegini



kynlaşdyrýar we ýitginiň artmagyna sebäp bolýar. Önümiň ýelmeşijiligini azaltmagyň usullarynyň biri hem 0,1-0,2 % çyglylyga çenli çuňňur guratmakdyr. Ýöne howanyň görälik çyglylygynyň ýokarlanmagy bilen önümiň çyglylygynyň ýokarlanmagy bu usulyň netijeliligini ppeseldýär.

Kaliniň hloridiniň kristallarynyň ölçegleri hem onuň ýelmeşijiligine täsir edýär. Meselem, 0,75 mm ölçegli bölejikler bir-birlerine ýelmeşmeýärler. Önümiň düzüminden has owunjak bölejikleriň aýrylmagy onuň ýelmeşijiligini peseldýär.

Kaliniň hloridiniň ýelmeşijiliginiň önümi almagyň aýgytly usullarynyň biri hem ony dänelemekdir (granulirlemekdir). Kaliniň hloridini walokly gysyjylarda gysmak arkaly däneleýärler. Bu amal tekiz ýa-da riflenen waloklarda geçirilýär. Duz iki sany waloklaryň arasynda 250-300 MPa basyş astynda gysylýar we plita öwrülýär. Adatça gysyja guradyjydan çykarylýan gyzgyn kaliniň hloridi berilýär (çyglylygy 0,2-0,5 %). Bu gysylan materialyň iň ýokary berkligini üpjün edýär. Plita soňra owradyja berilýär , elekde elenip üç topara bölünýär. Taýýar önümiň ölçegi 4-1 mm.

## **20. Nahar duzunyň önümçiligi**

Türkmenistan öz halkyna nahar duzuny mugt berýän ýeke-täk ýurtdyr. Şu maksat üçin her ýylda 50

müň tonna nahar duzy ilata mugt paýlanylýar. Adamyň organizminde ýoduň ýetmezçiliginden döreýän kesellerden Türkmenistanyň ilatyny goramak maksady bilen, Aziýa sebitinde ilkinjileriň hatarynda nahar duzy ýodlaşdyrylyp başlandy. Adam organizminde ýod ýetmezçilik edende galkan görnüşli mäziň kadaly işi bozulýar. Ýodly madda hökmünde duza kaliniň ýodidi goşulýar. Kaliniň ýodidi Balkan welaýatynyň Hazar şäheriniň himiýa zawodynda öndürilýär. Kaliniň ýodidiniň we ýodlaşdyrylan nahar duzunyň alnyşynyň tilsimatlary türkmen hünärmenleri tarapyndan işlenilip düzüldi.

Türkmenistanda nahar duzy Guwlyköl käniniň esasynda “Guwlyduz” önümçilik birleşiginde we Babahoja käniniň esasynda bolsa Jebeliň duz zawodynda öndürilýär. “Türkmenmineral” önümçilik birleşiginde türkmen hünärmenleri tarapyndan Magdanly käniniň silwinit mineralyndan kaliniň hloridiniň alnyşynyň tilsimaty işlenilip düzüldi. Kaliniň hloridinden kaliniň sulfatyny, kaliniň karbonatyny we bikarbonatyny hem-de beýleki duzlary almak göz önünde tutulýar. Silwinit gaýtadan işlenilende köp mukdarda nahar duzy emele gelýär.

“Guwlyduz” önümçilik birleşigi Balkan welaýatynda Hazaryň kenarynda Guwlymaýak diýen ýerde ýerleşýär. Onuň golaýynda “Guwly” köller ulgamy bar. Nahar duzuny üç howdandan ybarat bolan “Guwly” köller ulgamynyň günorta howdanyndan duz ýygnaýan kombainlaryň kömegi bilen çykarylýar.

Bu önümçilik birleşiginde 2001-nji ýylda çig mallaryň ätiýaçlyklarynyň täzedan tassyklanmasy geçirildi we Gyýanly priçalynyň kanal-kowşunyň düýbi çuňlandyryldy. 2002-nji ýylda Gyýanly portunyň durky täzelenildi. Duz kombaýnalaryny 2003-nji ýylda düýpli abatladylar we täzedan dikeltdiler. Gyýanly portuna çenli demirýol liniýasy çekildi. Gaplaýjy materiallaryň önümçiligi gurnaldy we duzy gaplamak liniýasynyň durky täzelendi. Dürli owadan gaplara gaplanan ýokary hilli duzlaryň we nahar duzynyň esasynda her dürli goşundylaryň önümçiligi ýola goýuldy. Düzülen meýilnama laýyklykda 2006-njy ýylda inçeölçeqli demirýol liniýasy üçin täze duz kombaýnalary alyndy. Azyk nahar duzynyň önümçiliginiň liniýasynyň durky 2007-nji ýylda täzelenildi.

Nahar duzynyň alnyşynyň esasy üç sany usullary has giň ýaýrandyr:

- nahar duzuny şahta usuly boýunça almak;
- nahar duzuny köllerin duzlaryny gaýtadan işlemek bilen almak;
- nahar duzuny basseýin usuly boýunça almak.

Şahta usuly boýunça daş duzy diýlip atlandyrylýan natrinin hloridi  $\text{NaCl}$  alynýar. Bu usulda burawlama, partlama işleri geçirilýär we ýörite kameralar gurulýar. Kameralaryň öz beýkligi 30 metre we onuň gümmeziniň beýkligi bolsa 65-100 metre ýetýär. Onuň ini 10-15 metrden 30-35 metr aralygynda

bolýar. Soňky wagtlarda bu usulda duz kombainlary köp ulanylýar.

Ikinji usulda nahar duzuny kölleriniň duzlaryny üç basgançakda gaýtadan işlemek bilen alýarlar : duzy plastdan daşyna çykarmak; duzy dürli häzirki zaman usullaryny ulanmak bilen baýlaşdyrmak; alnan duzy gaýtadan işlemek. Plastyň düzümindäki duz duzkombainlarynyň kömegi bilen gidromehaniki usul boýunça bölünip alynýar. Şunuň ýaly usul boýunça bölünip çykarylan duz ulanylýan maksatlaryna baglylykda haryt hökmünde alyjylara ugradylyp bilner ýa-da hilini has gowylandyrmak üçin gaýtadan işlemäge hem iberilip bilner.

Üçünji usulda kölleriniň ýa-da deňiziň suwlary ýöriteleşdirilen basseýinlerde bugarma hadysasyna sezewar edilýär. Bu usul yssy klimatly etraplarda ulanylýar. Şunda basseýinleriň üç görnüşi, ýagny taýýarlaýjy, ätiýaçlyk we çökdüriji basseýinler peýdalanylýar. Taýýarlaýjy basseýinde duzly suw galitiň çökmek hadysasy başlanýança bugardylýar, şol bir wagtyň özünde hem kalsiniň we magniniň karbonatlaryndan hem-de gipsden arassalanylýar. Alynan goýy duzly suw (rapa) ätiýaçlyk basseýninde ýygnanylýar ya-da çökdüriji basseýne geçirilýär. Nahar duzy basseýin usuly boýunça alnanda köp ýer gerek bolýar. Siňmek arkaly bolup geçýän duzuň ýitgisini azaltmak maksady bilen basseýniň düýbini we gýralaryny ýörite materiallaryň (ýörite toýunlaryň, plýonkalaryň) kömegi bilen ýapýarlar. Bu

usul bilen biziň şertlerimizde Garabogaz kölüniň duzly suwlaryndan natriniň hloridini almak bolar.

“Türkmenmineral” önümçilik birleşiginde geljekde öndüriljek nahar duzunyň esasynda kalsinirlenen we kaustik sodalarynyň önümçiligini gurnamak meýilnamalaşdyrylýar. Natriniň we kaliniň hloridlarynyň birleşip emele getiren NaCl·KCl silwinit mineralynyň dünýäde iň uly magdan känleriniň biri hem Türkmenistanyň gündogarynda Gowurdagyň we Garlygyň golaýynda Magdanly diýen ýerde ýerleşendir.

## **21. Türkmenistanda mineral dökünleriň himiasy we önümçiligi.**

### **21.1. Türkmenistanda fosfor dökünleriniň önümçiliginiň häzirki zaman ýagdaýy.**

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda ýerlerden peýdalanylyşynyň depgininiň birnäçe esse artmagyna getiren kuwwatly oba hojalyk önümçiligi döredildi. Ýerlerden peýdalanylyşynyň depgininiň ýokalandyrylmagy belli bir derejede oba hojalygynyň himiýalaşdyrylyşy bilen kesgitlenilýär, sebäbi onda himiki duzlar (fosfor, azot, kaliý duzlary we mikroelementler) örän köp mukdarda sarplanylýar. Şonda ösümlikleriň ýaşayşa bolan ukyplylygyny üpjün etmekde fosforyň aýratyn ähmiýeti

bardyr. Akademik D. N. Prýanişnikow şeýle belleýär: “Fosfatlaryň beyleki dökünleriň hatarynda aýratyn ýagdaýynyň sebäbi, diňe bir topragyň fosfor kislotasyna garyplygy bolman, eýsem eger başda deň derejede azotly, fosforly, kalili topragy alanymyzda hem, fosfora bolan zerurlyk, öňürti ýüze çykýar we soňra hem fosfor dökünlerine bolan bu zerurlyk azot we kaliý dökünlerine bolan zerurlykdan has ýiti duýulyp ugraýar”. Esasy mineral dökünler bolan fosforyň we azodyň oba hojalygy üçin ähmiýeti has hem uludyr. Pagtanyň we bugdaýyň hasyllygyny ýokarlandyrmak üçin fosforyň aýratyn uly ähmiýeti bardyr. Fosforyň çeşmesi bolup ýörite tehnologiýa boýunça öndürilýän fosfor dökünleri hyzmat edýär. Olar tebigy fosforly birleşmeleri ösümlükler tarapyndan özleşdirilmeýän görnüşden özleşdirilýän görnüşe geçirmek arkaly alynýar.

Häzirki wagtda ýurdumyzyň düýpli özgerlmeleri başdan geçirýän oba hojalygy üçin niýetlenen ýokary hilli fosfor dökünleriniň ähmiýeti örän uludyr. Tûrkmenistanyň himiýa senagaty âgirt uly mümkinçilikleri bolup, oba hojalygyny ösdürmäge uly goşant goşýar. Oba hojalygyny düýpli özgertmegiň esasy ugurlary Tûrkmenistanyň XX Halk Maslahatynda ara alnyp maslahatlaşyldy. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin baş ugrý” Milli maksatnamasynda ýurdumyzyň oba hojalygynyň önünde dänäniň we pagtanyň önümçiligini güýçli

depginde ösdürmek barada örän jogapkärli mesele goýuldy. Bu meseläni üstünlikli çözmek üçin ýokary hilli dökünleri ulanmak zerurdyr. Pagtanyň we dänäniň bol hasylyny almak üçin mineral we organiki dökünleriň dürli görnüşleri ulanylýar. Türkmenistan bu möhüm dökünleri almak üçin gerek bolan çig mallara örän baýdyr. Balkan welaýatynda Tüwergyr meýdançasynynda we Lebap welaýatynyň Gowurdak-Köýtendag magdanly ýerlerinde fosforitleriň ýataklary ýüze çykarylady. Çig mallaryň gorlaryny takykklamak işi dowam etdirilýär, şeýle hem çig mallary baýlaşdyrmagyň we gaýtadan işlemegiň tehnologiýasy işlenip düzüldi.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň milli ylmymyzy önümçilik bilen ýakyndan baglanyşdyrmak we onuň netijeliligini iş ýüzünde ýokarlandyrmak baradaky aýdyň Maksatnamalary durmuşa geçirilýär. Talyplara mineral dökünleriň önümçiligi barada çuňňur düşünje bermek maksady bilen Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň himiýa hünäri boýunça okaýan talyplary üçin “Türkmenistanda mineral dökünleriniň himiýasy we önümçiligi” atly ýöriteleşme dersi girizildi.

“Türkmenhimiýa” Döwlet konserniniň iri kärhanalarynyň biri hem Türkmenabadyň himiýa zawodydyr. Bu zawodda fosfor dökünleri, kükürt kislotasy, alýumininiň sulfaty we beýleki möhüm önümler öndürilýär. Häzirki wagtda çig mallaryň käbir

görnüşleriniň fosforitiň, alýuminiň gidroksidiniň daşary ýurtlardan getirilýändigine garamazdan, ýerli çig mal çeşmelerini döretmek boýunça uly işler geçirilýär.

Ýakyn wagtlarda “Maryazot” önümçilik birleşiginiň öndürýän ammiagynyň göwrümi taslama kuwwadyna (400 müň tonna/ýyl) ýeter we Türkmenabadyň himiýa kärhanasyny ammiak bilen üpjün etmek meselesi çözüler. Soňra, Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda kükürt çykarmak üçin niýetlenen desganyň doly kuwwatynda işlemäge başlamagy bilen Türkmenabadyň himiýa kärhanasynyň kükürt bilen üpjünçiliginiň meselesi hem çözüler.

Türkmenabadyň himiýa kärhanasy Türkmenistan boýunça fosforly dökünleri öndürýän ýeke-täk kärhanadyr. Onda fosfor dökünleriniň birnäçe görnüşleri öndürilýär. Bu ýerde çykarylýan ammos, ammonilenen superfosfat we goýaldylan superfosfat düzüminde iki sany ýokumly maddalary fosfory we azody saklaýan çylşyrymly dökündir. Mundan başgada bu ýerde goňur kömrüň we guminlaryň esasynda täze organomineral dökünleri almak boýunça ylmy-barlag we tejribe işleri geçirilýär. Bu ugurda ylmy-barlag işleri Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetinde hem alnyp barylýar. Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň taýsyz tagallalary netjesinde, bu himiýa kärhanasynyň durky täzelenýär we ýerli çig mallar bilen üpjün etmek



boýunça dürli çäreler amala aşyrylýar. Milli Maksatnamada fosforly we azot-fosforly çylşyrymly dökünleriň öndürilişini üzüň-kesil ýokarlandyrmak göz önünde tutulýar. Mundan başgada bu himiýa kärhanasynda ammoniýiň sulfaty çykarylýar. Ol Lebap we Daşoguz welaýatlarynda ösdürilip ýetişdirilýän şaly ekini üçin örän zerur dökündir.

Häzirki wagtda Türkmenistanda ýerli fosforitleriň gözleg we baýlaşdyryş işleri alnyp barylýar. Ammofosfaty(38-39 %  $P_2O_5$ ) almak üçin 24.5 %  $P_2O_5$  düzümlü we ammoniýli superfosfaty ( $10\pm 1$  %  $P_2O_5$ ) almak üçin bolsa 21.0 %  $P_2O_5$  fosforit zerurdyr. Bu meseläniň oňyn çözülen mahalynda Türkmenabadyň himiýa kärhanasy doly suratda ýa-da bölekleyin ýerli fosforit çig maly bilen üpjün ediler.

Ýakyn ýyllarda Türkmenistanyň oba hojalygy özümizde öndürilýän mineral dökünler bilen doly üpjün ediler. Häzirki wagtda Tejende kuwwatly karbamid zawody guruldy we ulanmaga berildi, Maryda azot dökünlerini öndürmek boýunça kuwwatly sehler gurulýar. Türkmenabadyň himiýa kärhanasynyň täzeden enjamlaşdyrylmak, abatlamak we tehniki serişdeler bilen üpjün etmek ýola goýuldy. Bu işleri amala aşyrmak üçin döwlet tarapyndan maliýe serişdeleri goýberildi.

## **21.2.Fosfor dökünleriniň ösümlikler tarapyndan özleşdirilişine täsir edýän faktorlar.**

Fosforyň ösümlikler tarapyndan özleşdirijiligine täsir edýän güýçleriň esasylaryna topragyň pH reaksiýasy we döküniň düzümi bölükleri degişlidir. Topragyň pH reaksiýasy, onuň fiziki – himiki häsiýetlerine degişlidir. Ol fosforyň hereketliligine, himiki hadysanyň geçişiniň häsiýetine topragyň duz düzümine we ş. m. täsir edýär. Meselem,  $\text{pH} = 7,5 - 8,5$  deň bolanda suwda ereýän fosfatlar topraga sepilende iki – üç günden soňra doly suratda hereketsiz ýagdaýa geçýär we ösümlikler üçin elýetmez bolýar. Biz bu işde gurşagyň pH reaksiýasynyň fosfor dökünleriniň özleşdirijiligine edýän täsirini kesgitlemek we topragyň pH reaksiýasyny üýtgetmek arkaly fosfor dökünleriniň özleşdirijiligini ýokarlandyrmagyň mümkinçiliklerini derňedik. Aşgar we gowşak aşgar gurşawlarynda özleşdirilýän fosfat ionyň  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  mukdarynyň azdygyny kesgitledik. Bu netije topragyň öz fosforyna we daşyndan emeli ýol bilen sepilen dökün bilen berilen fosfora degişlidir. Özleşdirilýän fosfat ionyň  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  mukdaryna wagt täsir etmeyär.

Topragyň ýokary pH reaksiýasynda fosforyň ösümlikler tarapyndan özleşdirijiligini ýokarlandyrmagyň ýollaryny derňemek bilen, bu maksat üçin hususy organiki birleşmeleri ulanmagyň

zerurdygy baradaky netijä geldik. Bu hususy organiki birleşmeleriň täsiri, kynlyk bilen gidrolizleşýän fosfatlary gidrolizläp olaryň düzüminden fosfor kislotasyny çykarmak hem-de boşan kationlar bilen kompleks we duza meňzeş birleşmeleri emele getirmek ukybyna esaslanandyr. Saýlanylyp alnan hususy organiki birleşmeleriň (etandiyewoý, ftalewoý, gumus kislotalarynyň, nitroorganolyň, alizariniň we onuň önümleriniň) fosfatlar bilen özara täsiriniň gurşawyň pH reaksiýasyna, temperatura, wagta baglylygyny öwrenip bu maddalaryň gidrolizleşdiriji täsiriniň, esasan, gurşawyň pH reaksiýasyna baglydygyny kesgitledik. Şunda nitroorganalaryň we etandiyewoý kislotasynyň gidrolizleşýiji täsiriniň gurşawyň pH giň aralygynda bardygyny tapgyk. Meselem, ftal kislotasy, fosfatlar bilen gaty halynda pH 7-9 aralygynda özara täsir edýärler. Alizarin we onuň önümleri hem görkezilen pH işleýärler, ýöne olar fosfatlar bilen ergin görnüşinde reagirlleşýärler. Gumus kislotasynyň täsiri olaryň karboksil we fenol toparlarynyň reaksiýa gatnaşyşyna baglydyr. Fenol toparlary güýçli aşgar we karboksil toparlary bolsa turşy hemde gowşak turşy gurşawyň reaksiýasynda özara täsire girýärler. Diýmek, biziň öwrenen organiki birleşmelerimiziň pH täsir oblasty özboşlygy we olaryň tebigy häsiýetlerine bagly. Gidrolizleşýiji täsiriniň artmagy boýunça olar şu aşakdaky tertipde ýerleşýärler: alizarin we onuň önümleri < ftal kislotasy < gumus kislotasy < etandiyewoý kislotasy <

nitroorganol. Şunda nitroorganol we etandiyewaýa kislota, aýratyn hem birinji, eýýäm adaty şertlerde fosfatlary doly suratda gidrolizleýär.

Fosfatlaryň organiki kislotalar bilen reaksiýasynyň netijesinde emele gelyän kristallogidratlaryň häsiýetleri (esasan hem gidrolizleniş) uly gyzyklanma döredýär. Bu gaty kompleksleriň topragyň fiziki-himiki häsiýetlerine, düzümine we strukturasyna edýän täsiriniň nukdaýnazaryndan möhümdir .

Biz bölünip alnan birleşmeleriň häsiýetlerini öwrenmek bilen olaryň içinde iň kynlyk bilen suwda ereýäniniň oksalatlarygyny kesgitledik. Olar suwda ereýjiliginiň kemelmegi boýunça şu aşakdaky hatarda ýerleşýärler: nitroorganlaryň önümleri > gumatlar > alizarinatlar > ftalatlar > oksalatlar. Olar bilelikde inçe süýümlü pagta sepilende, organiki maddalaryň fosfor dökünleriniň özleşdirijiligine edýän täsirini öwrenmek biziň öňde goýan möhüm meselelerimiziň biridir. Topragyň, wegetatiw massasynyň, tohumynyň, pagta çig malynyň analizi organiki maddalaryň, fosforyň toprakdaky hereketliligini ýokarlandyryandygyny we onuň pagtadaky mukdaryny köpeldýändigini görkezdi. Meselem, nitroorganlaryň we etandiyewoý kislotasynyň  $N_{150} K_{30} P_{75}$  düzümlü dökün bilen bilelikde ulanylmagy  $N_{300} K_{60} P_{200}$  düzümlü döküniňki ýaly netije berýär. Bu hadysa nitroorganolyň we etandiyewoý kislotasynyň gidrolizleýji täsiriniň astynda toprakda fosfor kislotasynyň anionynyň

özleşdirilýän görnüşiniň konsentrasıyasynyň köpelmegi bilen düşündirilýär.

### **21.3. Naften we gumin kislotalarynyň fiziki-himiki häsiýetleri we alnyşy.**

Biz naften kislotalarynyň häsiýetlerini fosfororganiki dökünleriň düzümi bölegi hökümünde öwrendik. Naften kislotalary düzümine dürli strukturaly karbon kislotalary girýän örän çylşyrymly garyndydan ybaratdyr. Onuň düzümine ýag, naften (doýgunlaşan alisiklikli) aromatik kislotalar hem-de fenollar we beýleki birleşmeler girýärler. Naften kislotalarynyň möhüm fiziki we himiki häsiýetlerine onuň gaýnamak temperaturasy, döwürleme görkezjileri, şepbeşikligi, üst dartylmasy, ýod sany, ereýjiligi, fiziologiki we korroziýa häsiýetleri degişlidirler.

Nebitden we nebit önümlerinden naften kislotalaryny bölüp almak çylşyrymly we möhüm meseleleriň biridir. Bu işi ýerine ýetirmek üçin belli bolan dört usuldan saýynlaşdyrmak ýa-da, adaty, edebiýatda aşgarly diýlip atlandyrylýan usul has amatlydyr.

Naften kislotalarynyň möhüm fiziki-himiki häsiýetlerinden onuň gaýnamak temperaturasy, dyklylygy, şepbeşikligi, üst dartylmalary öwrenildi. Naften kislotalary degişli molekulýar massaly ýag kislotalaryndan has ýokary temperaturada gaýnaýar. Ýeňil naften kislotalary atmosfera basyşynda

dargamazdan perogonika edilýär. Orta we ýokary molekulýar agyrykly naften kislotalary atmosfera basyşynda bölekleyin dargaýarlar, şonuň üçin hem olary wakuumda perogonka etmeli. Naften kislotalary edil ýag kislotalary ýaly suw bugy bilen uçujdyr.

Temperatura  $250^{\circ}\text{C}$  çenli naften kislotalary dargamaýarlar, ýöne has ýokary temperaturalarda tiz dargama bolup geçýär. Metallar olaryň dargamagynyň katolizatorlarydyr. Biz düzülen meýilnama laýyklykda naften kislotalarynyň hasiýetlerini öwrenmegi dowam etdirip, naften kislotalarynyň üst dartylmasyny, ýod sanyny, ereýjiligi, fiziologiki we korroziýa häýetlerini öwrendik. Naften kislotalaryny ýokary üst işjeňligine eýedirler we suw bilen araçäkli üst dartylmany güýçli peseldýär. Kislotalaryň molekulýar massasynyň ýokarlanmagy bilen olaryň suw bilen araçäkdäki üst dartylmasy peselýär. Şonuň ýalyda nebit-suwuň duz ergini nebit-howa araçäklerde hem naften kislotalarynyň goşulmagy bilen üst dartylmasy azalýar.

Naften kislotalary özüniň strukturasy boýunça naften uglewodorodlaryna meňzeş doýgunlaşan birleşmelerdir. Bölünip çykarylan kislotalaryň molekulýar massasynyň ýokarlanmagy bilen ujypsyz ýod sany ýüze çykýar. Bu olaryň termiki dargamagynyň netijesidir. Naften kislotalarynyň suwdaky ereýjiligi uly däldir, we molekulýar massasynyň artmagy bilen pese gaçýar

Naften kislotalary antiseptiki häsiýetlere eýe bolmak bilen natogen organizimlere täsir edýärler. Emma naften kislotalary ýylyganlylar üçin zäherlidir. Häzirki wagtda naften kislotalaryny dargadyan mikroorganizimleriň arassa kulturasy bölünip alandyr. Mikroorganizimleriň arassa kulturasynda naften kislotalarynyň okislenmegi örän çalt geçmek bilen on günde kislotanyň 90% dargaýar.

Naften kislotalary dürli metallaryň korroziýasynyň sebäpkäridir we onuň molekulýar massasynyň artmagy bilen bu ugurdaky täsir azalýar. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen naften kislotalarynyň korroziýa täsiri güýçlenýär. Yokary kremnili polatlar naften kislotalarynyň korroziýa täsirine has durnuklydyrlar. Nebitden we nebit önümlerden naften kislotalaryny bölüp almak çylşyrymly we möhüm meseleleriň biridir. Naften kislotalaryny bölüp almagyň we arassalamagyň usullaryny dört topara bölmek bolar.

1. Naften kislotalary sazlaşdyrlanda soňra sabynlaşmadyk maddalary bölüp çykarmaga we ýagsyzlandyrlan naften kislotalaryny mineral kislotalaryň täsiri astynda bölüp almaga esaslanan usullar.
2. Ekstraksiýa usullary.
3. Adsorbsiýa usullary.
4. Ionitleriň kömegi bilen kislotalary bölüp çykarmak.

Bu usullardan has amatlysy sabynlaşdyrmak ýa-da adatça, edebiýatda aşgarly diýlip atlandyrylýan usuldyr.

Adatça usuly boyunça naften kislotalary bölünip alnanda nebitiň fraksiyasy aşgaryň meselem natriniň gidroksidiniň suw ergini bilen işlenilýär. Şunda naften kislotalary natriniň naftenatlaryna öwrülýärler we aşgar gatlagyna geçýärler. Natriy gidroksidiniň deregine kalsiniň ,ammiyagyň we beýlekileriň gidroksidlerini ulanmak bolar. Emma bu reagentler naften kislotalaryny doly bölüp almaga mümkinçilik bermeyär, şonyň üçin hem iş yüzünde seýrek peýdalanylýar.

Naften kislotalarynyň aşgarly sabynlary öz göwrümünde sabynlaşmaýan düzümleri meselem, uglewodorodlary saklamaga ukyplydyr. Aşgaryň konsentrasıýasy we naften kislotalarynyň molekulýar massasy näçe ýokary bolsa olar sabynlaşýan maddalaryň şonçada köp mukdaryny öz düzüminde saklaýar. Aşgaryň konsentrasıýasynyň köpelmegi bilen natriniň naftenatynyň gidroliz derejesini reaksiýanyň tempereturasyny peseltmek arkaly hem azaltmak bolar.

Naften kislotalary düzümine dürli stukturaly karbon kislotalary giryän çylşyrymly garyndydan ybaratdyr. Onuň düzüminde ýag, naften (doýgunlaşan alisiklik), aromatik kislotalary, hemde fenollar we beýleki birleşmeler girýärler.



Kowgy (peregonka) edilende naften kislotalary fraksiýalar boýunça bölünýärler. Kislotalaryň fraksiýalary ( $C_6$  çenli)–alifatiki,  $C_7$ – $C_{10}$  fraksiýada alifatiki naften kislotalarynyň garyndysy bar. Ligroin, kerosin we gazoýl fraksiýalaryndan  $C_{10}$ – $C_{14}$  alnan kislotalaryň hemmesi hem naften kislotalarydyr.

Naften kislotalary doly suratda bölünip alnyp kükürt kislotasy bilen turşadylandan soňra olaryň düzüminde bitarap (sabyňlaşmaýan) düzümler bölekleri bolan uglewodorodlar we smololy-astaltenli maddalar galýar. Şonuň üçin hem kislotalaryň köp bölegini şabyňlaşmaýan düzümler böleklerinden arassalamaly bolýar. Kerosin-gazoyl distilýatlaryndan bölünip alnan kislotalary ilki bilen kowgy arkaly bölekler bölünýärler.

Asfaltenleri natriniň naftenatynyň spirt-benzol ergininden petroleý efiri bilen çökdürüp aýyrýarlar. Şonda ( spirt-benzol): ( petroleý efiri ) göwrüm gatnaşygy 1:20 deňdir. Asfaltentleri naften kislotalaryny nebitden metanolyň 70% erginindäki aşgaryň 1% ergininiň kömegi bilen bölünip alynmak hadysasyna izopentan bilen hem çökdürmek bolar. Asfalten maddalary süzýärler, kselolda eredýärler we soňra onuň düzüminden bölüp alýarlar. Kalloid halyndaky smolaly naftenli maddalary aýyrmak üçin naften kislotalaryny 40-45<sup>0</sup>S temperaturada 73-75% -li kükürt kislotasy bilen işleýärler. Şonda smologyň – asfaltenli maddalar koagulirlenýär we soňra ony süzmek bilen bölüp aýyrýarlar.

Naften kislotalaryny sabynlaşmaýan garyndylardan adsorbsiýa hromotagrafiýasy we ion çalşygy usuly boýunça hem arassalaýarlar. Bu usul naften kislotalarynyň we olaryň duzlarynyň polýar däl eredijilerde ereýjiliginiň tapawudyna esaslanandyr. Kislotalary natriniň ýa-da kaliniň 1 n. spirt ergini bilen işläp petroleý efirinde eremeýän aşgar duzlaryna öwürýärler, soňra şu erediji bilen sabynlaşmaýan düzümleri duzlaryň spirt-suw ergininden bölüp alýarlar. Şonuň ýaly usul bilen arassalanan duzlaryň erginini turşadýarlar we bölünip çykýan naften kislotalaryny petroleý efiri bilen ekstragirleýärler. Käbir ýagdaýlarda emulirlenmegiň önümi almak üçin eredijiler bilen ekstraksiýa etmegiň ýerine suw bugy bilen kowgyny ulanýarlar. Gümin kislotalarynyň himiki düzümi öwrenildi. Olar öz düzüminde korboksil, metoksil, karbonil we beýleki funksional toparlary saklaýarlar. Kömrüň, torflaryň we topragyň gümin kislotalaryny özleriniň himiki düzümleri boýunça tapawutlanýarlar. Gümin kislotalary fiziologiki işjeň maddalara degişlidirler. Türkmenistanyň Tüwergyr käniniň goňur kömürinden güminleri almagyň we olary tehnohimiki analiz etmegiň usullary öwrenildi. Olary dökün hökmünde ulanmagyň meseleleri öwrenildi. Türkmenistanyň ýokary korbanatly topraklarynda fosfor dökünleriniň ösümlük tarapyndan özleşdirmegi pesdir. Standart fosfor dökünleriniň özleşdirijiligini turşy reaksiýa berýän gümin kislotalaryny goşmak bilen onuň

ösümlikler tarapyndan özleşdirijiligini ýokarlandyrmak bolar. Şu maksat üçin Tüwergyryň goňur kömründen alnan gümin kislotalarynyň fiziki–himiki häsiýetleri we toprakda azot hemde fosfor düzgünine edýän täsiri öwrenildi. Hereketli fosforyň mukdarynyň köpelişligi, toprakdaky nitrirleýji hadysalaryň we kömür kislotasynyň bölünip çykmasynyň güýçlenişligi anyklanyldy.

Gumin kislotalary oba hojalyk ekinleriniň ösüş we hasyl berijilik hadysalaryny çaltlandyryjylar hökmünde uly ähmiýete eýedirler. Gumin kislotalarynyň toprakdaky azot we fosfor düzgünine edýän täsiri öwrenildi. Hereketli fosforyň mukdarynyň köpelişdigini, toprakdaky nitrirleme hadysalarynyň we kömür kislotasynyň bölünip çykmasynyň güýçlenişdigini anyklanyldy. Olar toprakdaky gumusnyň mukdaryny köpeldýärler.

#### **21.4. Türkmenistanyň toprak sertlerinde fosfor dökünleriniň düzümindäki kükürtli birleşmeleriň ähmiýeti.**

Bu bölümimiziň maksady, kükürtli birleşmeleriň topragyň hasyllylygyny ýokarlandyrmakda möhüm işi ýerine ýetirýändigine himiýa senagatynyň we oba hojalygynyň hünärmenleriniň hem-de bu ugurda işleýän ylmy isgärleriň ünsüni çekmekden ybaratdyr. Türkmenistanda konsentirlenen fosfor dökünleriniň

(ikili superfosfatyň, ammofosfatyň we basg.) giňden ulanylmagy we sada superfosfatyň önümçiliginiň bolsa azaldylmagy toprakdaky kükürdiň mukdarynyň pese gaçmagyna getirdi. Toprakda kükürdiň ýetmezçiligi oba hojalyk ekinleriniň (pagtanyň, bugdaýyň, mekgejöweniň we basg.) hasyllylygynyň pese gaçmagynyň esasy sebäpleriniň biri boldy. Soňky ýyllarda geçirilen agrohimiýa barlaglaryň netijesinde, kükürdiň topraga kada boýunça berilmeginiň, iýmitlenişiniň möhüm elementleri bolan azodyň, fosforyň we kaliniň ösümlikler tarapyndan oňat özleşdirilmegine ýardam edýändigini anyklanyldy. Fosfatlaryň esasynda we kükürt kislotasynyň peseldilen normasynda ýa-da onuň fosfor kislotasy, ammoniý sulfaty ýa-da bisulfaty bilen garyndysynyň täsirinde alnan dökünler düzüminde ösümlikler tarapyndan aňsat özleşdirilýän kükürdi saklaýar. Düzüminde kükürt saklaýan, suwda oňat ereýän, giňden ýaýran dökünleriň biri hem sada superfosfatdyr. Russiýada işlenilip düzülen, granulirlenen sada superfosfaty almagyň täze tehnologiýasy şu aşakdakylardan ybaratdyr. Bu prosesde fosfat çig malynyň dargamasy reaktorda amala asyrylýar. Fosfat çig malynyň üstüne, ýokary tizlikli garysdyryjynyň kömegi bilen suwuklyklandyрма ergini goşulyp, suspenziýa gornüsünde reaktora berilýär. Pulpanyň düzümindäki erkin fosfor kislotasyny ammiak ýa-da fosforit bilen bitaraplaşdyrýarlar. Pulpany

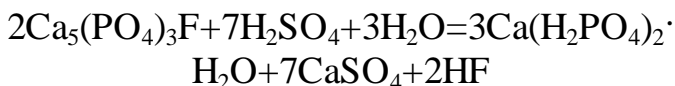
granulirlmek we guratmak prosesi baraban görnüsli guradyjy-granulýatorda amala asyrylýar.

Fosfor kislotasynyň önümçiliginde emele gelýän galyndy bolan fosfogips kükürdiň çesmesi bolup hyzmat edip biler. Fosfogipsiň peýdaly täsiri iki ugurda amala asyrylýar, birinjiden, ol fosforyň we kükürdiň çesmesidir, ikinjiden bolsa, fosfogips topragyň pH-ny peseltmek bilen möhüm wezipäni ýerine ýetirýär. Fosforyň ösümlükler tarapyndan özleşdirijiligine täsir edýän güýçleriň esaslaryna topragyň pH reaksiýasy we döküniň düzüm bölekleri degişlidirler. Topragyň pH reaksiýasy, onuň fiziki-himiki häsiýetlerine degişlidir. Ol fosforyň hereketliligine, himiki hadysanyň geçişiniň häsiýetine, topragyň duz düzümine we ş. m. täsir edýär. Meselem, pH=7,5-8,5 deň bolanda suwda ereýän fosfatlar topraga sepilende iki-üç günden soňra doly suratda hereketsiz ýagdaýa geçýär we ösümlükler üçin elýetmez bolýar. Topragyň pH reaksiýasynyň peseldilmegi fosfor dökünleriniň ösümlükler tarapyndan özleşdirilişini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

### **21.5. Sada superfosfatyň alnyşynyň fiziki-himiki esaslary.**

Has konsentrlenen ikili superfosfatdan tapawutlylykda sada superfosfat ýa-da superfosfat diýlip atlandyrylýan fosfor dökünini tebigy fosfatlary,

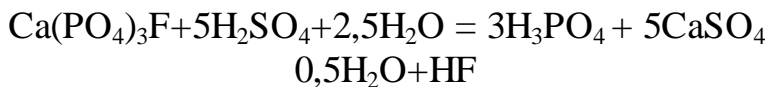
kükürt kislotasyny dargatmak arkaly alýarlar. Kükürt kislotasynyň zerur bolan mukdaryny şu aşakdaky jemleýji deňleme boýunça hasaplaýarlar:



Superfosfatyň önümçiliginde, fosfat çig maly kükürt kislotasy bilen garyşdyrylanda ilki bilen supenziýa emele gelýär, soňra himiki reaksiýalaryň geçmegi we kristallaşmagyň netilesinde kem-kemden goýalýar hemde massa doly gataýar (tutluşýar). Onuň owradylmagy netijesinde alynýan çal reňkli madda külke ýada däne görnüşindedir. Ol suwuk fazany özünde siňdirýän birnäçe gaty fazalardan ybaratdyr. Gaty fazalarda kalsiniň (esasy monokalsiýfosfat), magniniň, demriň, alýuminiň fosfatlary, kalsiniň fosfatynyň ýarymgidraty bilen garyndyly onuň angidridi (apatit gaýtadan işlenilende stronsiniň sulfaty) başky fosfatyň düzümine girýän dargamadyk minerallaryň galyndysy, kremnegel  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  we baş. ýerleşýärler. Gaty fazalaryň mukdary 65-72%, şol sanda hem 50-55%  $\text{CaSO}_4$  (we  $\text{SrSO}_4$ ). Suwuk faza monokalsiýfosfat bilen doýgunlaşan we düzüminde  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SiF}_6^{2-}$  we beýleki ionlary saklaýan fosfor kislotasynyň suw ergininden ybaratdyr. Sada superfosfatyň önümçiliginde esasy hadysalara apatit konsentratyny ýa-da fosforiti kükürt kislotasy bilen garyşdyrmak we alhan suspenziýanyň

kameralarda gatamagy- superfosfadyň bişmegi degişlidir. Onuň gutarnykly bişmegi önüm saklanylýan jaýda, ýagny ammarlarda saklanylanda ýa-da gaýtadan işlenilende bolup geçýär. Şunuň üçin hem saklanylýan önüm jaý himiki sehdir. Garyşdyryjylardan we kameralardan bölünip çykýan ftoridli gazlary tutýarlar we ftorly we beýleki önümlere gaýtadan işleýärler. Külke superfosfat özüne çygy çekiji we monokalsiýfosfatyň suwuk fazadan kristallaşmagy netijesinde güýçli ýelmeşýär. Sowadylan we kristalizasiýasy gutaryp gowy bişen superfosfat az ýelmeşýär. Bitaraplaşdyrýan we granulirlenen superfosfat ýelmeşmeýär diýen ýalydyr. Konsentirlenen fosfor we çylşyrymly dökünleriň önümçiliginiň ösmegi bilen dünýä möçberinde, mineral dökünleriň içinde sada superfosfatyň öndürlişiniň paýy peselýär. Ýöne hadysalaryň birmeňzeşligi üçin sada superfosfatyň öndürilişini öwrenmek konsentirlenen we çylşyrymly dökünleriň alnyşyynyň fiziki-himiki esaslaryna we tehnologiýasyna düşünmek üçin zerurdyr.

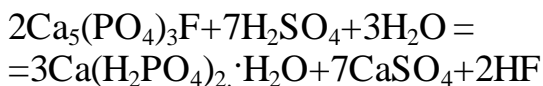
Superfosfat alnanda ftoranatitiň dargadyşy iki etapda bolup geçýär. Ilki bilen erkin fosfor kislotasy emele gelýär:



Bu reaksiýa 20-40 minutda superfosfat massasynyň kamerada bişmeginiň (gatamagynyň) dowamynda gutarýar. Kalsiniň sulfaty çökündi ýarymgidrat görnüşine geçýär, ýöne örän çalt, birnäçe minudyň dowamynda angidride öwrülýär we, esasan, bu görnüşde taýýar önümiň düzüminde bolýar. Bu hadysa superfosfat kamerasyndaky reaksiýa massanyň ýokary temperaturasy ( $110-120^{\circ}\text{C}$ ) we suwuk fazadaky  $\text{P}_2\text{O}_5$ -iň ýokary düzümi mukdary (hadysanyň birinji etabynyň ahyrynda 42-46%) bilen düşündirilýär. Bu şertlerde kalsiniň sulfatynyň durnukly görnüşi angidritdir. Kükürt kislotasy doly harçlanyp gutarandan soňra hadysanyň ikinji etaby-galan apatitiň ýygananan fosfor kislotasy bilen dargama reaksiýasy başlanýar:



Emele gelen monokalsiýfosfat ikibaşda erginde ýerleşýär we aşa doýgunlaşmagy bilen kristallaşmaga başlaýar. Eger erginde 42-46%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bolup temperatura bolsa  $100^{\circ}\text{C}$ -dan ýokary bolsa (hadysanyň ikinji etabynyň başlanmagynyň şertlerine degişli), onda monokalsiýfosfat kristallaşýar. Düzümi bölekleriniň smehiometriki gatnaşygynda





jemleýji deňlemä görä hadysanyň birinji etabynda apatitiň 70%, ikinjisinde bolsa galan 30% reagirleşýär. Birinji etapda aralygy suwuk fazanyň köp mukdary bilen doldurylan kalsiniň sulfatynyň mikrokristallaryndan struktura tory emele gelýär. Reaksion massanyň tutluşmagy kükürt kislotasy doly harçlanýança bolup geçýär. Onuň gatnaşmagynda monokalsiýfosfatyň emele gelmegi mümkin däldir. Şonuň üçin hem massanyň gatamagynyň sebäbi kalsiniň sulfatynyň kristallaşmagynyň netijesidir. Ikinji etap superfosfadyň kamerada bişmeginiň dowamynda başlanýar we saklanylýan jaýda uzak wagtyň dowamynda (çig malyň görnüşine, önümçiligiň düzgünine we bişmegiň şertlerine baglylykda 6-20 gün).

**Kükürt kislotasynyň normasy.** Fosfaty dargatmaga harçlanýan kükürt kislotasynyň stehiometriki normasy  $7\text{H}_2\text{SO}_4: 3\text{P}_2\text{O}_5$  gatnaşykdan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  –iň 1,61 bölegine  $\text{P}_2\text{O}_5$ –iň 1 bölegi ýaly kesgitlenilýär. Apatit konsentratynda 39,4%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bolanda kükürt kislotasynyň stehiometriki normasy çig malyň 100 bölegine  $39,4 \cdot 1,61 = 63,4$  bölegi deňdir. Dargamagy tizlendirmek maksady bilen we garyndylaryň bardygyny hasaba alyp, kükürt kislotasynyň amaly normasyny has ýokary 68-den 72-ä çenli bölek kabul edip alýarlar. Fosforitlerden sada superfosfat alnanda kükürt kislotasynyň normasyny çig malyň düzümine we reaksiýa gurşagyň turşulygynyň azalmagy bilen onuň dargamak

hadysasynda geýän ikilenji reaksiýalaryny hasaba almak bilen kesgitleýärler. Şunda emele gelýän kislotalar hem çig malyň düzümi böleklerini dargadýarlar. Kükürt kislotasy çig malyň düzümindäki kalsiniň monokalsiýfosfata öwürülýän böleginden galanyny kalsiniň sulfatyna öwürmäge harçlanylýar. Fosfat anionlaryň bir bölegi garyndylaryň kationlary bolan  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  bilen baglanyşyp monokalsiýfosfata geýän kalsiniň mukdaryny azaldýarlar, ýagny kalsiniň sulfatyny artdyryp deňşililikde kükürt kislotasynyň normasyny köpeldýärler. Fosforitiň düzüminde kalsiden başga eremeýän sulfatlary emele getirýän beýleki elementleriň (meselem, Sr, Ba) ýok ýagdaýynda kükürt kislotasynyň stehiometriki normasyny  $n$  şu aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$n = 98[1/56 - (m/142 - p/40 - q/160 - r/102)]$$
 Bu ýerde  $l$ ,  $m$ ,  $p$ ,  $q$ ,  $r$ - kislotada ereýän minerallardaky çig malyň mukdary:  $CaO$ ,  $P_2O_5$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$  we  $Al_2O_3$  göterimde (% massasy boýunça) 56, 142, 40, 160, we 102 deňşililikde molekulýar massalary.

Kükürt kislotasynyň hakyky normasy hasaplanandakydan birnäçe az bolar sebäbi  $Ca^{2+}$  ionyň bir bölegi  $F^-$  we  $SiF_6^{2-}$  ionlar bilen baglanyşýar. Käbir beýleki garyndylar kükürt kislotasynyň normasyny ýokarlandyryp bilerler. Şonuň üçin hem kükürt kislotasynyň normasyny çig malyň her bir görnüşi üçin tejribe arkaly kesgitlenýär.

**Hadysanyň mehanizmi we tizligi.** Goşulýan kükürt kislotasynyň temperaturasy we konsentrasıýasy alynýan önümiň häsiýetlerine güýçli täsir edýär. Fosfatyň dargamak tizligi kükürt kislotasynyň konsentrasıýasyna, superfosfatyň suwuk fazasynyň düzümine we önümiň reaksiýalary bilen aşa doýgunlaşmak derejesine baglydyr . Gowşadylan erginleriň konsentrasıýasynyň köpelmegi we gurplandyrlan erginleriň konsentrasıýasynyň azalmagy bilen fosfatyň dargamak derejesi we tizligi köpeliýär.

Emma, kislotanyň käbir konsentrasıýalardan başlap (kiçi we uly) bölünip çykýan kalsiniň sulfatynyň düzümi üýtgeýär we onuň kristallarynyň ölçegi kiçeliýär we olaryň fosfatyň däneleriniň üstünde toplanmagyna hemde dargamak derejesine sebäp bolýar. Şonuň üçin hem dargamak derejesiniň kislotanyň konsentrasıýasyna doly baglylygy iki maksimumly we olaryň arasynda bir minimumly egri bilen şekillendirilýär. Mahsimumlaryň ýagdaýy çig malyň görnüşine, temperatura, wagta we ş. m. baglydyr. Pes konsentrasıýaly kislota bilen ýetilýän dargama derejesi (çepki mahsimum) ýokary; ýöne şunuň ýaly kislota bilen köp mukdardaky suw goşulýar we gaty önümiň ýerine tutluşmaýan suspenziýa alynýar . Düzüminde 63% ýokary  $H_2SO_4$  bolan kükürt kislotasy bilen periodiki şertlerde apatit dargadylanda uzynlygy 5-7 we ini 1-2 mkm bolan ownuk iňňejikler görnüşindäki kalsiniň sulfatynyň ýarymgidratynyň we angidridiniň kristallary bölünip

çykýar hemde fosfatyň däneleriniň üstünde şlamyň dykyz gatlagyny emele getirýär. Bu reaksiýany päsgellendirýär, netijede superfosfat massasy ýaramaz tutluşýar, onuň düzümindäki suwuk faza gaty bölejikleriň üstünde galýar we akyjy bolmadyk, ýelmeşýän, ýaramaz fiziki häsiýetli önüm alynýar. Düzüminde 63% -den aşak  $H_2SO_4$  bolan kükürt kislotasy bilen işlenilende kalsiniň sulfatynyň iri kristallary (10-15 mkm.) bölünip çykýar.

Olar fosfatyň däneleriniň üstünde, onuň içine kislotanyň difuziýasyny pes derejede kynlaşdyrlan öýjükli gatlagy emele getirýärler ; şonuň üçin hem reaksiýa çalt gidýär we gury akyjy önüm alynýar. Başky kükürt kislotasynyň konsentrasýasyny ýokarlandyrmak maksadalaýykdyr, sebäbi şunda önümiň çyglylygy azalýar we onuň düzümindäki  $P_2O_5$  mukdary artýar. Emma kükürt kislotasynyň konsentrasýasynyň aşýokarlandyrylmagy, ýokarda ýatlanylýp geçilişi ýaly, fosfatyň däneleriniň üst ýüzünde kalsiniň sulfatyny geçirmeýän gatlagyny emele getirýär we çig malyň dargamagynyň tizligini peseldýär. Şeýlelikde, kislotanyň amatly konsentrasýalarynyň giňişligi bolmak bilen, onuň araçäkleri temperatura we garyşdyrmagyň şertlerine baglydyr. Kükürt kislotasynyň amatly konsentrasýalary, temperaturasy we normasy fosfat çig malynyň her bir görnüşi üçin tejribe arkaly kesgitlenilýär. Senagat hadysasynda reagentler üznüksiz garyşdyrylanda, bölekleyin ragirleşen

reaksion garynda-suspenziýa (pulpa) goşulanda 68-69%-li we  $50-60^{\circ}\text{C}$  temperaturaly kükürt kislotasy ulanylýar. Bu ýagdaýda suwuk fazada kükürt we fosfor kislotasynyň kesgitli gatnaşygy emele gelýär, kalsiniň sulfatynyň kristallaşma şertleri gowylanyşýar we gatan massa öýjükli bolýar. Goýulaşmagynyň we akyjylygynyň üýtgetmegiň önüni almak üçin suspenziýanyň garyşdyryjyda bolmagynyň dowamlylygy uly bolmaly dälir we çig maly kesgitli derejede dargatmak üçin ýeterlik bolmalydyr. Kükürt kislotasynyň konsentrasıýasy näçe boldugyça fosfatyň däneleriniň üstünde geçirmeýän gatlagyň emele gelmezligi üçin garyşdyryjydan çykýan suspenziýada apatitiň dargamak derejesi şunçada ýokary we suwuk fazada,  $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_3\text{PO}_4$  gatnaşygy kiçi bolmalydyr. Kükürt kislotasynyň başlangyç 68% düzüminde suspenziýanyň garyşdyryjyda bolmagynyň amatly wagty 5-7 min we garyşdyryjynyň çykalgasyndaky temperaturasy  $110-115^{\circ}\text{C}$ . Fosfatyň dargamagynyň birinji etaby-onuň kükürt kislotasy bilen özara täsiri-örän çalt geçýär, ilki başda fosfatyň ownuk bölejikleri harçlanylýar, erginiň işjeňligi (wodorodyň ionlarynyň konsentrasıýasy) bolsa ýokary. Ikinji etapda fosfat fosfor kislotasy bien dargadylýar we onuň bitaraplaşmak derejesiniň artmagy bilen erginiň işjeňligi we hadysanyň tizligi peselýär. Haçanda suwuk faza monokalsiýfosfat bilen doýgunlaşanda (kamerada superfosfat massanyň bişmeginiň gutarmagy bilen gabat gelýär) dargama tizligi ýenede

haýallaýar. Bu hadysa, suwuk fazanyň işjeňliginiň peselmeginden başgada, ikinji fazada kalsiniň sulfatynyň kristallaryndan emele gelen şlam gatlagy bilen örtülen fosfatyň has iri däneleri dargaýarlar. Fazalaryň galtaşma üstleriniň azalmagy we fosfatlaryň kislotaly dargamagynyň esasynda ýatan wodorodyň we kalsiniň ionlarynyň arasyndaky alyş-çalyş diffuziýasynyň haýallamagy hadysanyň päsgellenmeginiň esasy sebäbidir. Superfosfat massasynyň suwuk fazasy iki sany duz-mono we -dikalsiýfosfat bilen doýgunlaşandan soňra hadysa doly suratda togtaýar. Esasy düzümi bölegi dikalsiýfosfat bolan geliň emele gelmegi, onuň fosfor kislotasy bilen özara täsirini doly suratda basyp ýatyryýar, fosfatyň däneleriniň üstüniň plýonkalar bilen ýapylmagyna sebäp bolýar. Görkezilen sebäplere görä superfosfatyň bişmegi onuň saklanylýan jaýlarynda, ýagny ammarlarda hem haýallyk bilen dowam edýär. Ony tizlendirmegiň mümkinçiligi we hadysanyň tamamlanyş derejesi, ýagny çig malyň ýetilýän dargamak derejesi superfosfatyň fosfat kompleksiniň faza düzümini; ýagny fosfor kislotasyndan we kalsiniň fosfatlaryndan durýan suwuk we gaty fazalaryň garyndysynyň düzümini sazlamak bilen baglanyşyklydyr.

**Superfosfatyň faza düzümi we bişişi.** Superfosfat taýýarlanylanda emele gelen kalsiniň (we stronsiniň) sulfaty gaty fazada ýerleşýär we himiki reaksiýalara gatnaşmaýar. Ftoryň birleşmeleri bölekleyin uçýarlar

we bölekleyin az ereýän ftorsilikatlary (kremniýftoridleri), alyumininiň ftorkomplekslary we beýlekileri emele getirýärler. Şonuň üçin hem superfosfatyň alnyşynyň ikinji etabyny gidroksidapatitiň fosfor kislotasynda eremegi we fosfor kislotasynyň birinji wodorodynyň kem-kemden bitaraplaşdyrylmagy hökmünde seretmek bolar. Bitaraplaşdyrma derejesi monokalsiýfosfat görnüşindäki  $P_2O_5$ -iň suwuk fazadaky  $P_2O_5$ -iň umumy mukdaryna gatnaşygy görnüşinde kesgitlenýär. Hadysanyň birinji etabynyň gutaran wagty bitaraplaşdyrmak derejesi nola deňdir, ýagny suwuk faza fosfor kislotasynyň ergininden ybaratdyr. Ikinji etapda, haçanda fosfor kislotasy galan fosfat bilen reagirleşýärkä, fosfor kislotasynyň we monokalsiýfosfatyň ergininden ybarat bolan suwuk faza gaty halyndaky monokalsiýfosfat ýa-da dikalsiýfosfat bilen deňagramlylykda ýerleşip biler. Fosfatyň dargama derejesiniň ýokarlanmagy bilen bitaraplaşma derejesi artýar, kükürt kislotasynyň başky normasynyň köpelmegi bilen bolsa ol azalýar (sebäbi kalsiniň köp bölegi sulfata baglanyşýar). Önümçilik tejribeleriniň maglumatlaryna görä kükürt kislotasynyň görkezilen normasynda (72 bölek) kamera sulfatyndaky, ýagny düşme kamerasyndan düşürilýän täze superfosfata apatitiň ortaça dargama derejesi 87% we suwuk fazanyň bitaraplaşma derejesi bolsa 30% deňdir. Apatit konsentratyndan alnan superfosfatyň bişmegi temperatura  $40-50^{\circ}C$  çenli

peselende tizleşýär. Bu hadysa dargamadyk fosfatyň bölejiklerini äkidýän suwuklygyň daşky gatlagy sowadylanda ergini doýgunlaşdyrýan monokalsiýfosfat kristallaýar we temperatura hemde konsentrasıya gradiýentleri köpeliş netijede reaksiya tizlenýär. Mundan başgada, monokalsiý fosfatyň kristallaşmagy netijesinde galan suwuk fazanyň bitaraplaşma derejesi azalýar diýmek işjeňligi artýar, şol bir wagtda suwuk fazanyň süýşmesi (mikrosüýşme) bolup geçýär. Sowadylanda dikalsiýfosfatyň päsgellendiriji plýonkalaryň ýüze çykmagynyň öňi alynýar, eger superfosfat entek kameradaka eýýäm olar emele gelen bolsalar, onda olaryň eremegi üçin şert döreýär. Bularyň hemmesi supwrfosfatyň bişmek hadysasynyň çaltlaşmagyna getirýär. Superfosfaty kameradan sklada berlende howada sepeläp we skladda greýferleriň we ekskawatorlaryň kömegi bilen periodiki garyşdyryp sowadýarlar. Şunda çigýň bugarmagy sowomaga we dargamaga ýardam edýär.

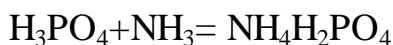
**Önümiň çyg çekijiligi we onuň bitaraplaşdyrylyşy.** Ýokary erkin kislotaly (5 %- den ýokary) superfosfat 20<sup>0</sup>C temperaturada , haçanda howanyň görälik çyglylygy 70-100% deň bolanda howanyň çygyny özüne siňdirýär. Bu hadysa monokalsiýfosfatyň fosfor kislotasyndaky ergininiň üstündäki suw bugunyň uly bolmadyk basyşy (1,33-1,81 kPa) bilen düşündirilýär - ol şol temperaturadaky we atmosfera howasynyň çiglylygynyň degişli



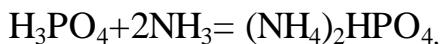
bahalaryndaky suw buglarynyň parsial basyşyndan (1,63-2,33 kPa) pesdir. Siňdirilen çig monokalsiýfosfatyň birnäçe bölegini eredýär we onuň dikalsiýfosfata we fosfor kislotasyna dargamagyna sebäp bolýar. Erkin fosfor kislotasynyň goşmaça mukdarynyň bölünip çykmaga superfosfatyň çig çekijiligi öňkidende has artdyrýar. Şunuň ýaly superfosfat ýaramaz fiziki häsiýetlere eýedir - ýelmeşýär, sepiji gurluşa çalynýar, mehaniki sepijileriň bunkerlerine ýelmeşýär; mundan başgada, ol mehanizmleriň we gaplaryň korroziýasyna sebäp bolýar we bilelikde dürende tohumuň gögerijiligini peseldýär. Şonuň üçin hem ýetişen superfosfatyň erkin kislotalylygyny fosfor kislotasy bilen aňsat dargadylýan goşundylar bilen işläp bitaraplaýarlar. Adatça, bitaraplaşdyrmany granulirleme bilen utgaşdyrýarlar. Goşundy hökmünde aňsatlyk bilen dargaýan fosforitlerden alnan fosforit uny, süňk uny, hek, mel, ftorlansyzdyrylan fosfatlar we beýlekiler ulanylýar. Fosforly goşundylar önümi baýlaşdyrýarlar. Meselem, fosforit sepilende erkin  $P_2O_5$ -iň 1% peselmegi özleşdirilýän  $P_2O_5$  -iň orta hasap bilen 0,42% köpeldilmegi bilen deňgüýçlidir. Superfosfatyň fosfor kislotasy kalsiniň birleşmeleri bilen bitaraplaşdyrylanda monokalsiý fosfatyň goşmaça mukdary emele gelyär. Şunda superfosfatdaky gaty düzümleriň mukdary köpeliýär we onuň fiziki häsiýetleri gowlanýar. Emma superfosfatyň kislotalylygynyň aşa peselmegi suwda az ereýän

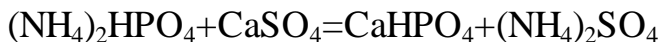
dikalsiý fosfatyň emele gelmegine we hekiň artykmaçlygy bolsa kynlyk bilen ereýän üçkalsiýfosfatyň emele gelmegi bilen retrogradasiýa getirmegi mümkindir. Reagentleriň ýaramaz garyşryrylmagy ýerli retrogradasiýa getirmegi mümkindir. Şonuň üçin goşundylary superfosfat bilen ykjam garyşdyrmak zerurdyr.

**Ammonilama.** Superfosfatyň hilini gowlandyrmagyň usullarynyň biri hem ony ammonilamak, ýagny erkin kislotalylygy ammiak bilen bitaraplaşdyrmakdyr. Ammonilenen superfosfat gury, çig çekmeýän, ýelmeşmeýän külke maddadyr. Onuň düzümindäki azot örän yokumly elementdir. Erkin fosfor kislotasy gaz görnüşli ammiak bilen bitaraplaşdyrylanda ilki bilen monoammoniyfosfat emele gelýär.

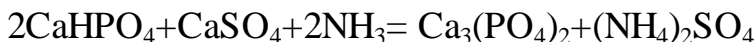


Bitaraplaşdyrma ýylylygynyň bölünip çykmagy netijesinde massanyň temperaturasy 80-90<sup>0</sup>C çenli ýokarlanýar we superfosfat biraz guraýar. Şunda suuwda ereýän P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> mukdary azalmaýar. Güýçli ammonileşmede kalsiniň sulfaty bilen özara täsir edişip dikalsiýfosfaty emele getirýän diammoniyfosfat emele gelýär:





Şunuň ýaly çuňňur ammonileşmegiň netijesinde superfosfatdaky suwda ereýän  $\text{P}_2\text{O}_5$  azalýar, ýöne özleşdirilýän  $\text{P}_2\text{O}_5$  az üýtgeýär. Indiki ammonileşmede  $\text{P}_2\text{O}_5$  retrogradasiýasy, ýagny dikalsiýfosfatyň ösümlükler tarapyndan kynlyk bilen trikalsiýfosfata geçýär.



Şunuň üçin superfosfat ammiak bilen bitaraplaşdyrylanda, düzmünde diňe 2% töweregi azot bolan önüm alynýar. Ýokary azotly (8% çenli) ammonilaşdyrılan superfosfatyň önümçiliginde suwuk ammikatlary ulanylýar. Superfosfatyň ammonileme aýlanýan barabanda- ammonizatorda geçirilýär. Onda superfosfat we gazgörnüşli ammiak göniakym boýunça üznüksiz berilýär. Ammiagyň normasy superfosfatyň massasyndan 2% we onuň siňdirilmek derejesi 97-99% . Ammonilamada emele gelyän superfosfatyň iri bölekleri elekde aýrylýar we owardylýar.

**Önümçiligiň görkezijileri.** Fosfat çig malynyň dargaýyş derejesi dargamak hemişeligi boýunça kesgitlenilýär. Dargamak hemişeligi diýlip  $\text{P}_2\text{O}_5$ -iň özleşdirilýän mukdarynyň  $\text{P}_2\text{O}_5$ -iň umumy mukdaryna bolan gatnaşygyna aýdylýar. Kükürt kislotasynyň normasy näçe uly bolsa dargamak

hemişeligi hem şonçada ulydyr. Kükürt kislotasynyň 68-72 bölek normasynda apatit konsentratyndan alynýyan kameraly superfosfatda dargamak hemişeligi 83-88% deňdir we superfosfat köp mukdardaky (11-12%) erkin fosfor kislotasyny öz düzüminde saklaýar. Skladdaky bişmeden soňra dargamak hemişeligi 93-95% ýetýär, erkin fosfor kislotasynyň mukdary 5% çenli azalýar. Alnan superfosfatyň mukdarynyň onuň önümçiligi üçin harçlanan fosfatyň mukdaryna bolan gatnaşygyna superfosfatyň çykymy diýilýär. Fosfatdaky  $P_2 O_5$ -iň hemmesiniň superfosfata geçýändigini üçin, çykym fosfatdaky  $P_2 O_5$  -iň prosent düzümine bolan gatnaşygy görnüşinde aňladylyp bilner. Apatit konsentratyndan täze taýýarlanan superfosfatyň çykymy 1,94-2,01 fosforitden 1,5- 1,9 deňdir.

## **21.6. Sada superfosfatyň alnyşynyň tehnologiýasy.**

Superfosfat sehinin düzümine şu aşakdakylar girýar: fosfat çig malynyň ammary we kükürt kislotasynyň gaby, fosfatyň kükürt kislotasy bilen dargadylyan bölümi (şu ýerde bölünip çykýan ftoridli gazlar siňdirilýär); önümiň gaýtadan işlenilýän we saklanylanda bişýän superfosfatyň ammary. Zawoda gelyän apatit konsentraty (ýa-da fosforit uny) demirýol wagonlaryndan düşürilýär we dürli transport mehanizmleriniň—elektromehaniki pillerini, lentaly daşajjylaryň, şnekleriň, elewatorlaryň we beýlekileriň

kömegi bilen ýa-da pnevmatiki usul bilen çig mallaryň ammaryna ondan harçlanyş bunkerine we soňra dozatoryň bunkerine berilýär. Gaplarda materialyň ýygnaýmagynyň önüni almak üçin olaryň aşaky böleginde ýerleşdirilen öýjükli örtüklerden gysylan howa berýärlar. Fosfaty ölçäp bermek agram ölçeyän dozatoryň kömegi bilen geçirilýär. Elektromagnit wibrasiýaly we şneklí ýymitlendiriji iki basgançakly dozatorlar has amatlydyr. Olaryň inersiyasy ujypsyzdyr we takyklygy bolsa ýokarydyr. Kükürt kislotasy suw bilen üznüksiz garyşdyrylýar; suwuklandyрма kislotanyň dykzylygy boýunça konsentraty bilen garyşdyrmaga berilýär. Apatit kislotas bilen garyşdyrmak üçin üç ýa-da dört kameraly üznüksiz işleýän garyşdyryjylar ulanylýar. Garyşdyrmagyň dowamlylydyny 5-7 minutlap üpjün etmek üçin suspenziýanyň (pulpanyň) göwrümi şiberiň kömegi bilen sazlanýlýar. Garyşdyryjydan suspenziýa superfosfat kamerasyna akýar. Ol daşy polatdan we içi diabaz plitkalary bilen örtülen demirbetondan ýasalan korpusdyr. Kamera 16 sany roliklere direnip hereketsiz çöýün turbanyň daşyndan aýlanýar. Aýlanma reduktoryň üstünden elektromotoryň kömegi bilen berilýär; kamera 1-2 sagadyň dowamynda bir aýlaw edýär. Kameranyň demirbetonly gapagy hereketsiz kamera bilen gapagyň arasynda tekiz rezinden ýasalan dykzyzlandyryjy bar. Gapaga ýüklenilýän giňişligi düşürýän giňişlikden bölüp aýyryýan we merkezi turba birigýän hereketsiz

dik çoyun dibar asylýar. Bu diwaryň ýakynynda ýüklenýän tarapda kesiji ýerleşýär. Bu aýlanýan dik walda hromly çoyundan ýasalan pyçakly ganatlar berkidilen polatdan konstruksiýadyr (karuseldir). Kesiji kameranyň gapagynda asylýar we kameranyň aýlanmasynyň garşysyna  $0.13 - 0.17 \text{ S}^{-1}$  (8-10 aýl / min) ýygylyk bilen aýlanýar. Suspenziýa garyşdyryjydan gapakdaky deşikde oturdulan turba boýunça kamera gelýär. Kameranyň aýlanmagy bilen superfosfat massasy tutluşýar we düşürmek üçin taýýar güşde kesijä gelýär. Kesiji bir aýlawda superfosfatyň 5-25 mm galyňlykdaky gatlagyny kesip aýyrýar. Kesilip aýrylan superfosfat merkezi murbanyň içine düşýär we önümi sklada äkidýän transporteryň üstüne aşak gaçýar. Superfosfat massasynyň hereketsiz turba bilen sürtülmesiniň netijesinde ýüze çykýan aýlanma garşylygy azaltmak üçin, onuň daşky diwarynda ýüklenme giňişliginde agaçdan ekssentrik ýerleşdirilýär. Onuň işi bişmegi netijesinde superfosfat massanyň giňelmegi üçin zerur bolan erkin göwrümi döretmekdir. Onuň dykzlygy tutluşmagyň başynda  $1500 \text{ kg} / \text{m}^3$  bolmak bilen düşürülýän wagtynda  $1100 \text{ kg} / \text{m}^3$  çenli azalýar. Korbonatly fosforitler gaýtadan işlenilende superfosfat massasy öýjükli we onuň dykzlygy  $800-900 \text{ kg} / \text{m}^3$  deňdir, şunuň üçin hem kameranyň diwaryna edilýän basyş az, reaksiýada bölünip çykýan gazlar kameranyň gapagyndaky deşikden wentilýasiýa turbasyna çykarylýar we ondan absorbsiýa sistemasyna sorulýar.

Ammara berlende garyşdyrmak bilen superfosfat birneme sowadylýar. Bu maksat üçin uly bolmadyk (uzynlygy 0,7-1m, diametrli 0,6-0,8) çalt aýlanýan (aýlanma ýygylygy  $17-24\text{ s}^{-1}$  ýa-da 1000-2450 aýl/min) ugurdaş perli kese baraban ulanylýar. Superfosfat barabanyň daşky üstüne düşüp perler bilen zyňlýar we ownuk bölekler dargaýar, hemde üýşmege çöküp töweregindäki howa bilen 70-90-dan  $30-60^{\circ}\text{C}$  -a çenli sowadylýar. Superfosfat birnäçe üýşmeklerde ýatýar. Adatça, sklad greýfer kranlary ýada beýleki transport mehanizmleri bilen enjamlaşdyrylýar we olaryň kömegi bilen önüm saklamak möhletiniň dowamynda wagtal-wagtal agdarylýar, ýagny üýşmekleri bir ýerden başga ýere geçirýärler. Bu onuň sowamagyna we çalt bişmegine ýardam edýar. Muňa garamazdan, superfosfatyň ammarda ýatmak möhleti adatça 2-3 hepde deňdir. Ýokary öndürüjilikli superfosfat zawodlarynda (1000-3000 t/gün), özüniň ölçegleri boýunça önümçilik sehlerinden birnäçe esse geçýän uly ammarlar gerek bolýar. Şunuň üçin hem superfosfat önümçiligini ammar bişmesi bolmadyk önümçilik usullaryna geçirmek zerurdyr. Munuň möhüm ekologiki ähmiýeti bardyr, sebäbi superfosfat ammarlary töwerekdäki gurşawyň ftorid gazlary bilen hasaplanmagynyň çeşmeleridir. Sada superfosfaty, ammarda bişmesi bolmadyk hadysa boýunça, ikili superfosfatyň önümçiligine meňzeş, kamera-akymly we akymly usullar bilen almak mümkindir.

### **Granulirlenen we ammonilenen superfosfatlar.**

Häzirki wagtda superfosfat granulirlenen görnüşde öndürülýär. Granulirlenen, guradylan superfosfat, külke görnüşliden tapawutlylykda, tutluşmaýar we ýelmeşmeýär,  $P_2O_5$  – in ýokary düzümine we pes çyglylyga eýedir; ony topraga hatarlaýyn tohum sepjileriň kömegi bilen tohum bilen bilelikde sepmek bolar. Bu onuň toprakda deňölçepli paýlanylmagyna we rejeli peýdalanylmagyna getirýär. Granulalaryň toprak suwunda haýal eremegi netijesinde suwda ereýän  $P_2O_5$  – in az bölegi toprakdaky birýarym oksidler bilen reagirleşip kynlyk bilen ereýän fosfatlara öwrülýärler we ösümlükler tarapyndan ulanylýan  $P_2O_5$ -in mukdary köpeliýär. Superfosfat we bitaraplaşdyryjy goşundy dozatorlar bilen üpjün edilen we bunkerlerden, lentaly iýmitlendiriji boýunça walokly owradyja düşýär we bu ýerde owradylýar hemde garyşdyrylýar. Soňra garyndy elewatora gelýär. Bu ýere granulirlenen superfosfatyň elekden soňra gaýtarylýan ownuk bölegi (retur) hem üznüksiz berilýär. Elewator we transporter garyndyny granulýatora berýärler. Bu çyglanan külke görnüşli materialy zirelere (granulalara) öwürýän aýlanýan barabandyr. Materialy çyglamak üçin zerur bolan suwy 16%-e çenli pürküji forsunkalaryň üsti bilen granulýatoruň içine berýärler. Superfosfat granulýatoryň üstünden geçýär. Emele gelen cyg granullar guradyjy barabanda 3-5 % çyglylyga çenli guradylýar. Ereýän monokalsiýfosfatyň eremeýän



kalsiniň di- we metafosfatlaryna öwrülmeginiň önüni almak üçin guratma hadysasynda önümiň temperaturasy  $95^{\circ}\text{C}$  - dan geçmeli däl. Şunuň üçin hem guratmada superfosfat we gyzdyryjy gazlar göni akym boýunça hereket edýärler, ýagny gyzgyn gaz has çyg önüm bilen galtaşyp aş a gyzmak howpuny azaldýar. Gyzdyryjy gazlar guradyja  $600^{\circ}\text{C}$  temperatura bilen girýärler we ondan  $100-120^{\circ}\text{C}$  - da çykýarlar. Guratma hadysasynda ftoryň birleşmeleri uçýarlar (takmynan, deňgüýçli  $2\text{HF}+\text{SiF}_4$  garyndy görnüşinde). Guratmagyň öň ýanynda superfosfat näçe çuňňur bitaraplaşdyrylan bolsa olar şonçada az bölünip çykýar, sebäbi superfosfatyň suwuk fazadaky erkin ortofofor kislotasynyň konsentrasiasy peselende  $\text{SiF}_4$  - iň parsiýal basyşy azalýar. Adatça, guratmada superfosfatda galan ftoryň 10-17% - i bölünip çykýar; ftoryň bölünip çykmagynyň derejesi temperaturanyň yokarlanmagy we guratmagyň dowamlylygynyň artmagy bilen ösýär. Ortaça hasap bilen ftoryň mukdary granulirlenen önümde başky superfosfatdaka garanynda 0,10-0,15 % azdyr. Gazlar guradyjydan tüsse sorujynyň kömegi bilen çykarylýar, siklonly tozantutyjynyň üstünden geçirilýär, ftoryň gazgörnüşli birleşmelerini aýyrmak üçin absorbsiýa minarasynda suw bilen ýuwulýar we soňra turba boýunça atmosfera zyňylýar. Garyşdyryjylardan we superfosfat kameralaryndan çykýan gazlara garanynda granulirlenen superfosfat guradylanda bölünip çykýan ftoridli gazlar az siňdirilýär, sebäbi bu gazlarda ftoryň

birleşmeleriniň köp bölegi kynlyk bilen tutulýan aerosol görnüşinde bolýar. Absorbsiýada emele gelen erginde köp mukdardaky superfosfat tozanlary bolýr we olary ulanmak kyndyr; şonuň üçin hem bu erginleri zyýansyzlandyrmaga (mel bilen bitaraplaşdyrmaga) iberýärler ýa-da superfosfaty çyglylandyrmak üçin granulýatora dolaýarlar. Guradylan önüm elewator bilen elege berilýär, bu ýerde elenip bölekler bölünýär. Ölçeği 4 mm.- den uly bölekler owradyja gelýärler we owradylandan soňra transporter bilen materialy elege berýän elewatora gaýtarýarlar. Ölçeğleri 2-4 mm bolan bölekler transporter boýunça taýýar önümiň bunkerlerine gönükdirilýär we ownuk bölekler (ölçeği 2 mm –den kiçi bolan) retur transportery boýunça grunulirlmegiň ön ýanynda superfosfat bilen garyşdyrmaga iberilýär. Garadagyň (Karatauyň) fosforitlerinden granulirlenen superfosfat alanda onuň ammonilenmegi bilen utgaşdyrylýar. Bu onuň çyglanmagynyň we guramagynyň, hem-de hekiň deslapky bitaraplaşdyrma harçlanmagyny aradan aýyrýar. Garadagyň fosforitlaryndan alynan superfosfatyň ammiak bilen  $\text{pH} = 4 - 4,5$  çenli bitaraplaşdyrylmagy, özleşdirilýän  $\text{P}_2\text{O}_5$ -iň mukdarynyň azalmagyna getirmeýär. Suwda ereýän  $\text{P}_2\text{O}_5$ -iň mukdary 12-18 % peselýär we özleşdirilýäniň mukdary 73-82 % düzýär. Ammonilamada bölünip çykýan ýylylygyň hasabyna önümiň çyglylygy 4-5 % azalýar. Garadagyň fosforitlaryndan alnan superfosfat

ammiak selitrasy ýa-da karbamid bilen ammonilenende oňat fiziki we agrohimiki häsiýetli  $P_2O_5$ -i 20-21% - den ýokary bolan şol sanda 5-6 % azotly çylşyrymly granulirlenen dökün almak bolar. Bişen superfosfaty gaz görnüşli ammiak bilen ammonilamak prosesini ammonizator-granulýatorlarda kese aýlanýan barabanlarda geçirýärler. Önüm ammara getirilenden soňra bu ýerde 3-4 günün dowamynda 28-32<sup>0</sup>C-a çenli sowadylýar; bu maksat bilen ony greýfer kranynyň kömegi bilen 3-4 gezek agdarýarlar. Sowadylan önüm elenilýär we haltalara gaplanylýar. Ammiagyň ulanylmak derejesi 93-96% deňdir. Düzümünde 5-8 g/m<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> saklaýan ammonizatorlardan çykýan tüsse gazlary suw bilen absorbsiýa etmäge iberilýär. Şunda emele gelyän ammiak suwy (2-2,5 % NH<sub>3</sub>) superfosfatyň önümçiligine gelyän kükürt kislotasyny suwuklandyrmak üçin ulanylýar.

### **21.7. Täze organofosfor döküniň tehnologiýasyny işläp düzmek.**

Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetinde Türkmenistanyň Prezidentiniň Milli Maksatnamasynyň ileri tutulýan uurlaryna giren “Türkmenistanda mineral dökünleriň netijeliligini ýokarlandyrmak maksady bilen ýerli resurslaryň fiziki-himiki häsiýetlerini öwrenmek” diýen tema boýunça ylmy–barlag işleri alnyp barylýdy. Netijede,

standart fosfor dökünleriniň we naften hem-de gumin kislotalarynyň esasynda täze organofosfor döküniň tehnologiýasy işlenilip düzüldi. Bu täze döküniň, Türkmenistanyň ýokary karbonatly toprak şertlerinde netijeliligi, öňki standart fosfor dökünleri bilen deňeşdireniňde 2-3 esse ýokarydyr. Täze organofosfor döküniniň düzüminde ulanylýan naften we gumin kislotalary diňe bir toprakdaky hem-de dökün hökmünde sepilen fosforyň hereketlilikini artdyrmak bilen çäklenmän, eýsem olar pagtanyň we dänäniň ösüşiniň höweslendirijileridir hem-de ýokumly dökünleridir. Mundan başgada bu ýerde geçirilen ylmy-barlag işleriniň netijesinde Türkmenistanyň ýerli şertleri üçin sada superfosfatyň netijeli dökündigi anyklanyldy. Onuň netijeliligi düzüminde gipsiň bolmagy bilen baglanyşyklydyr. Gipsiň toprak gurşawynyň pH reaksiýasyny peseldýändigini, topragy kükürt bilen baýlaşdyrýandygy hem-de topragyň gurluşyny gowylandyrýandygy anyklanyldy.

Fosfor dökünleriniň önümçiliginde atmosferanyň ftorly gazlar bilen hapalanmak howpy örän uludyr. Ftoryň birleşmelerini tutup alyp galmak diňe bir töwerekdäki gurşaawy goramak nukdaýnazaryndan möhüm bolman, eýsem ftor freonlary, ftorplastlary, ftorkauçuklary we beýlekileri almak üçin gymmatly çig maldyr. Ftorly gazlar suwda siňdirmek bilen saklanylýar, şunda ftorlywodorod kislotasy emele gelýär. Ýöne, ftoryň birleşmeleri dökünler ýuwulanda, gazlar arassalanylanda hapalanan suwlara düşmegi

mümkündür. Bu hadysanyň önüni almak üçin suwlaryň aýlawly ulgamyny döretmek zerurdyr. Hapalanan suwlary fitorly birleşmelerden arassalamak üçin ion çalşygy, demriň we alýumininiň gidroksidlary bilen çökdürmek, alýumininiň oksidinde siňdirmek ýaly fiziki-himiki we himiki usullary ulanmak bolar.

Bu getirilen maglumatlar Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ylmy önümçilik bilen ýakyndan baglanyşdyrmak baradaky ýörelgeleriniň üznüksiz durmuşa geçirilýändiginiň aýdyň şaýatlarydyr. Gelejekde hem türkmen milli ylmynyň, tehnologiýasynyň ösjekdigi we türkmen jemgiýetiniň ösüşine özüniň saldamly goşandyny goşjakdygy şübhesizdir.

Türkmenistanyň ýerli şertlerinde mineral dökünleriň netijeliligini ýokarlandyrmak üçin şu aşakdaky çäreleri geçirmek zerur diýip hasap edýäris:

- täze organofosfor döküniniň we sada superfosfatyň önümçiligini gurnamaly;
- ýerli fosfor çig mallaryny gözläp tapmak, baýlaşdyrmak we netijeli dökünlere gaýtadan işlemek boýunça ylmy-barlag işlerini dowam etdirmeli;
- fosfor dökünini almak üçin esasy başky çig mal bolan kükürt kislotasynyň önümçiligini artdyrmaga mümkinçilik berýän, tebigy gazyny düzüminden kükürdi bölüp alýan desgalaryň kuwwatlylygyny doly suratda ulanmaly.

- Standart fosfor dökünleriniň düzümine 30% (massasy boýunça) goşmak üçin naften we gumin kislotalarynyň senagat önümçiliginiň taslamasyny işläp düzmeli we önümçilige ornaşdyrmaly.

# PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

## Esasy

1. Gurbanguly Berdimuhammedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. 1t. - Aşgabat: Türkmenistanyň Ministrler Kabinetiniň ýanyndaky Baş arhiw müdirligi, Türkmenistanyň Prezidentiniň Arhiw gaznasy, 2008. - 360 sah.
2. Berdimuhamedow Gurbanguly Mälikgulyýewiç "Garşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagytdyr" Aşgabat 2007 ýyl.
3. Gurbanow M. Fosfor dökünleriniň hilini ýokarlandyrmagyň usullary. Ylmy maslahatdaky çykyşyň tezisi. Türkmenistanyň Prezidentiniň ýanyndaky Ylym we tenika baradaky ýokary geňeş. 12.04.2007ý.
4. 3. Gurbanow M. Türkmenistanyň toprak şertlerinde kükürtli birleşmeleriň
5. ähmiýeti. Ylmy maslahatdaky çykyşyň tezisi. "Türkmenistanyň bilim ulgamynda we halk hojalygynda täze tehnologiýalaryň ornaşdyrylyşy" atly ylmy-amaly maslahat. Magtymguly ad. TDU. 1.05.2007ý
6. 4. Gurbanow M. Türkmenistanyň goňur kömri we ony ulanmagyň geljegi. Ylmy maslahatdaky çykyşyň tezisi. Ylmy maslahatyň tezisi. Magtymguly adyndaky TDU. 5.06.2002ý.
7. Алтухов К. В. и др. Химическая технология. М.: 1985

8. Амелин А Г и др. Общая химическая технология. Учеб. Пособие. М.: Химия, 1977. 314 с.
9. Белоцветов А. В. и др. Химическая технология. М.: 1976.
10. Беляева И. И. и др. Сборник задач по химической технологии. М.: 1982.
- . Гурбанов М., Денлиев Н., Нуриев Б., Нурбердиев Р. Влияние солнечной энергии на степень окисленности гуминовых кислот. Научная статья. ТуркменНИИТИ, 1990, информационный лист № 162-90 серия химия.
11. Гурбанов М., Денлиев Н., Влияние рН среды, времени, на гидролизуемость некоторых фосфорных солей Научная статья, Журнал Известия АН ТССР изд. "Наука" Серия биологических наук 1991 год №1.
12. Гурбанов М., Денлиев Н., Исследование усвояемости фосфорных удобрений в почвах с повышенной рН. Журнал Известия АН ТССР изд. "Наука" Серия биологических наук 1991 год №1
13. Гурбанов М., Денлиев Н., Способ окисления бурого угля. Патент № 2009182 С1 от 15.03.1992 г.
14. Гурбанов М., Денлиев Н., Исследование нафтенатов РЗЭ термогравиметрическим методом. Журнал Известия АН ТССР изд. "Наука" Серия химических наук 1991 год №1.



- 15.Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.: Химия, 1985. 447 с.
- 16.Калниньш К.К., Махов Г.М. Перенос водорода в реакции н-фенилендиаминa с хлоранилом.Журнал прикладной химии. Санкт-Петербург.: Наука. Том 82, выпуск 4, апрель 2009
- 17.Кутепов А. М. и др. Общая химическая технология. М.: Высш. Шк. 1990. 520 с.
- 18.Мовсумзаде Э.М. и др. Природные и синтетические цеолиты, их получение и применение. Уфа: Реактив, 2000. 230 с.
- 19.Сальников Д.С., Погорелова А.С., Макаров С.В. Восстановление ионов серебра фульвокислотами торфа. Журнал прикладной химии. Санкт-Петербург.: Наука. Том 82, выпуск 4, апрель 2009.
- 20.Технология пластических масс. / Под. ред. В. В. Коршака, М.: Химия, 1985. 560 с.
- 21.Франк-Каменецкий Д.А.Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 490 с.
22. Холькин А.И., Патрушева Т.Н. Экстракционно-пиролитический метод: Получение функциональных оксидных материалов. М.: КомКнига, 2006, 288с.

## **Goşmaça**

1. Авербух А.Я. и др. Практикум по общей химической технологии. М.: 1979.
2. Мухленов И. П. Основы химической технологии. м: 1983.
3. Химико-технологические системы. Синтез оптимизация и управление/ Под. ред. Мухленова И. П. М.: 1986.
4. Никитин Д. П., Новиков Ю. В. Окружающая среда и человек. М.: 1980. 424 с.
5. Ключников Н.Г. Практические занятия по химической технологии. М.: 1978. 296 с.
6. Смирнов Н.Н., Волжинский А.И., Химические реакторы в примерах и задачах. - Л.: Химия, 1986.
7. Лейтес И.Л. и др. Теория и практика химической энерготехнологии М.: Химия, 1985.

## MAZMUNY

SÖZBAŞY.....	7
GIRIŞ.....	9
1.Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Mälikgulyýewiç Berdimuhamedowyň ykdysady syýasatynda we Türkmenistany durmuş – ykdysady taýdan özgertmegiň Milli Maksatnamalarynda himiýa senagatyny ösdürmek barada.....	12
2.Dersiň esasy düşüňjeleri, meselesi, ähmiýeti, gurluşy, hadysalarynyň toparlara bölünişi, bölümleri we beýleki dersler bilen arabaglanşygy.....	18
2.1.Amaly himiýanyň esasy düşüňjeleri we meselesi hem-de beýleki dersler bilen arabaglanşygy.....	18
2.2 Amaly himiýanyň ähmiýeti.....	20
2.3. Himiýa tehnologiýasynyň hadysalarynyň strukturasy.....	21
2.4. Himiki tehnologiýanyň esasy bölümleri we hadysalarynyň klassifikasiýasy.....	23
3.Tehnologiki hadysalaryň netijeliliginiň esasy görkezijileri. Himiki deňagramlylygyň häsietnamalary. Reaksiýanyň mehanizmi we tertibi.....	28
3.1.Tehnolgiýa hadysalarynyň netijeliliginiň esasy görkezijileri.....	28

3.2. Himiki deňagramlylygyň häsiýetnamalary.....	31
3.3. Reaksiýanyň mehanizmi we tertibi.....	33
4. Himiki-tehnologiki hadysanyň tizligi.	
Hadysanyň tizligini dolandyrmagyň usullary.....	36
4.1. Himiki-tehnologiki hadysanyň tizligi.....	36
4.2. Hadysanyň tizligini dolandyrmagyň usullary.....	37
4.2.1. Prosesiň hereketlendiriji güýjini köpeltmegiň usullary.....	37
4.2.2. Prosesiň tizliginiň hemişeligin (k) köpeltmek.....	40
4.3. Katliz, ingibitor we tehnologiki kataliziň biohimiki analogiýasy.....	47
5. Himiki gidrodinamikanyň esaslary we umumy düşüňjeleri.....	48
5.1. Gidrodinamikanyň esaslary we umumy düşüňjeleri.....	48
5.2. Suwuklyklaryň we gazlaryň esasy fiziki häsiýetleri.....	49
5.2.1. Dykzlyk we udel agram.....	50
5.2.2. Dinamiki we kinematiki şepbeşiklik.....	53
5.2.3. Akymyň üznüksizlik deňlemesi (akymyň maddy balansy).....	55
5.2.4. Deňagramlylygyň deňlemeleri we olaryň ulanylyşy.....	56
5.3. Bernullynyň deňlemesi.....	61
5.3.1. Suwuklyklaryň hereketiniň differensial deňlemesi we Bernulliniň deňlemesi.....	61

5.3.2.Real suwuklyklar üçin Bernulliniň deňlemesi.....	65
5.3.3.Bernulliniň umumylaşdyrylan deňlemesi.....	67
6. Himiýa önümçiliginiň gidrodinamiki gurallary. Nasoslar we kompressorlar.....	69
6.1.Nasoslaryň toparlara bölÜnişi we ulanylýan ýerleri.....	69
6.2.Nasoslaryň esasy parametrleri.....	69
6.3.Kawitasiýa hadysasy.....	73
6.4.Proporsionallyk kanunlary.....	75
6.5.Merkezden daşlaşýan nasoslaryň we olara birikdirilýän ulgamyň häsiýetnamasy.....	77
7. Ýylylykçalsyk hadysalarynyň umumy düşüňjeleri we kanunlary.....	80
7.1.Ýylylyk hadysalary barada umumy düşüňjeler.....	80
7.2. Ýylylyk geçirijilik (konduktiw ýylylykçalsyk).....	84
7.2.1.Ýylylyk geçirijiligiň umumy düşüňjeleri.....	84
7.2.2.Furýäniň kanuny.....	85
7.2.3.Ýylylyk geçirijiligiň (konduksiýanyň ) differensial deňlemesi.....	86
7.2.4.Tekiz diwaryň ýylylyk geçirijiligi.....	90
7.2.5.Köp gatlakly diwaryň ýylylyk geçirijiligi.....	92

8.Himiýa önümçiliginiň ýylylyk çalşyjy gurallary..	94
9. Massaçalşyk hadysalarynyň umumy düşünjeleri we kanunlary.....	100
9.1.Massa gowşuryjylygyň esasy deňlemeleri we kanunlary.....	100
9.2. Absorbsiýa we rektifikasiýa.....	105
10. Massaçalşyk gurallarynyň gurluşy we işleýşi.....	107
10.1.Rektifikasiýa sütüniň gurluşy.....	107
10.2. Rektifikasiýa bölümi.....	113
11.Gaty jisimleri owradyjy we bölüji gurallar.....	116
11.1. Gaty jisimleri owratmagyň nazaryýeti. ....	116
11.2. Owradyjy maşynlaryň gurluşy.....	120
11.3. Grohotlaryň gurluşy we işleýşi.....	121
11.4. Separatorlaryň gurluşy we işleýşi.....	123
12.Himiýa önümçiliginiň çig mallaryny we suwy taýýarlamagyň tehnologiýasy.....	124
12.1.Himiýa senagatynyň çig mallary.....	124
12.2.Çig mallary gaýtadan işlemegin esasy usullary.....	127
12.3.Suwuň himiýa önümçiliginde peýdalanylyşy.....	129
13.Himiýa önümçiliginiň energetikasy we energotehnologiki hadysalary.....	130
14. Kükürt kislotasynyň önümçiliginiň fiziki-himiki esaslary we tehnologiýasy.....	135

14.1.Kükürt kislotasynyň fiziki häsiýetleri.....	135
14.2.Kükürt kislotasynyň himiki häsiýetleri....	136
14.3.Kükürt kislotasynyň ähmiýeti we ulanylýan ýerleri.....	137
14.4.Kükürt kislotasynyň alnyşynyň esasy usullary.....	138
14.5.Kükürt kislotasynyň galtaşmak usuly boýunça öndürlişiniň tehnologiýasy.....	140
14.6.Kükürt kislotasynyň nitroza usuly boýunça öndürlişiniň tehnologiýasy.....	143
15. Ammiagyň alnyşynyň fiziki- himiki esaslary we tehnologiýasy.....	148
15.1. Baglanşykly azodyň tehnologiýasy.....	148
15.2. Ammiagyň esasy fiziki we himiki häsiýetleri hem-de onuň ulanylýan ýerleri .....	150
15.3. Ammiagyň alnyşynyň fiziki himiki esaslary we tehnologiýasy .....	151
15.3.1 Azotwodorod garyndysyny almak.....	152
15.3.2 Ammiagyň sinteziniň fiziki - himiki esaslary.....	154
16. Azot kislotasynyň alnyşynyň fiziki- himiki esaslary we tehnologiýasy.....	158
16.1. Azot kislotasynyň alnyşy barada gysgaça taryhy maglumatlar.....	158
16.2. Azot kislotasynyň fiziki, himiki häsiýetleri we ulanylýan ýerleri .....	159
16.3.Azot kislotasynyň alnyşynyň	

fiziki - himiki esaslary we tehnologiýasy.....	162
17. Etil spirdiniň durli usullar boýunça alnyşynyň fiziki-himiki esaslary we tehnologiýasy.....	165
17.1.Etil spirdiniň fiziki, himiki häsiýetleri we ulanylýan ýerleri.....	165
17.2. Melassanyň häsiýetnamasy. ....	166
17.3. Spirt turşamasynyň tehnologiýasy. ....	167
17.4. Spirdi bražkadan bölup çykarmagyň we arassalamagyň tehnologiýasy. ....	170
17.5. Rektifikasiýa hadysasynyň manysy.....	171
18.Türkmenistanda mineral duzlaryň we silikat materiallarynyň himiýasy.....	174
18.1.Kalsinirlenen sodanyň tebigatda ýaýraýşy, häsiýetleri we ulanylyşy.....	174
18.2.Kalsinirlenen sodanyň Leblanyň usuly boýunça alnyşy.....	176
18.3.Kalsinirlenen sodanyň alnyşynyň himiki tehnologiýasy.....	178
18.3.1. Kalsinirlenen sodanyň alnyşynyň esasy tehnologiýa hadysalary.....	178
18.3.2. Hekiň we uglerodyň (IV) oksidiniň alnyşy.....	184
18.3.3. Nahar duzynyň erginini arassalamak we önümçilige taýýarlamak.....	187
19.Kaliniň hloridiniň alnyşynyň fiziki-himiki esaslary we himiki tehnologiýasy.....	189
20. Nahar duzynyň önümçiligi.....	197
21.Türkmenistanda mineral dökünleriň himiasy we önümçiligi.....	201



21.1. Türkmenistanda fosfor dökünleriniň önümçiliginiň häzirki zaman ýagdaýy.....	201
21.2. Fosfor dökünleriniň ösümlikler tarapyndan özleşdirilişine täsir edýän faktorlar.....	206
21.3. Naften we gumin kislotalarynyň fiziki-himiki häsiýetleri we alnyşy.....	209
21.4. Türkmenistanyň toprak sertlerinde fosfor dökünleriniň düzümindäki kükürtli birlesmeleriň ähmiýeti.....	215
21.5. Sada superfosfatyň alnyşynyň fiziki-himiki esaslary.....	217
21.6. Sada superfosfatyň alnyşynyň tehnologiýasy.....	232
21.7. Täze organofosfor döküniň tehnologiýasyny işläp düzmek.....	239
EDEBIÝAT.....	244