

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

Ç.Mälikowa, A.Annamammedowa

Himiki tehnologiýanyň prosesleri we apparatlary

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

Ç.Mälikowa, A.Annamammedowa, Himiki
tehnologiýanyň prosesleri we apparatlary.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

Giriş

Garaşsyz we Baky Bitarap Türkmenistanyň Hormatly Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow ýurdumyzyň galkynyşynyň Täze tapgyrynyň ýollaryny kesgitledi. Oba hojalygynyň ösüş ýolyny kesgitlenýän kanunlar kabul edildi. Olar ösen bazar gatnaşyklaryny, ilatyň ýaşaýyş üpjünçiliginiň ýokary derejesi bolan netijeli ykdysadyýetiň döredilmegini göz önünde tutýarlar, ýurduň ykdysady we syýasy garaşsyzlygyny kepillendirýärler.

Garaşsyzlyk ýyllarynda Türkmenistan döwletimiz ägirt uly ykdysady mümkinçilikleri bilen dünýä özüni tanatdy.

Gazanylan görnüp-eşidilmedik ykdysady netijeler, durky täzelenen we köp sanly täze gurlan dünýä derejesindäki senagat kärhanalary güneşli Türkmenistanymyzyň ösen ýurtlaryň hataryna goşulmagy üçin giň ýol açdy.

Hormatly Prezidentimiziň ýolbaşçylygynda nebit-gaz, himiýa pudak toplumy barha pajarlap ösýär. Milli ykdysadyýetimiz maksatlaýyn ösdürmegiň baş wezipesini ýerine ýetirmekden: «... esasy orun ýangyç energetika toplumyna degişlidir» diýip belledi. Şu taglymatdan ugur alyp, nebit-gaz täze türkmen ykdysadyýetiniň düýbini tutujy ýyllarynda ýurdumyzda nebitiň çykarylyşy 1,8 esse artdy we tebigy gazyň möçberi 60 milliard gaýtadan işleýän nebitiň möçberi ep-esli artdy, nebit önümleriniň görnüşleri 5 esse köpeldi.

Nebit-gaz, himiýa senagaty halk hojalygynyň iň möhüm we wajyp pudagynyň biridir. Häzirki wagtda maşyngurluşyk, demir ýol, suw, awtoulaglaryň, awiasiýanyň, tehniki parametrleriniň düýpli özgerdilmegi bilen öndürilýän nebit önümlerine, dökün önümlerine, çalgý ýaglaryň hil taýdan has kämilleşen görnüşlerine talaby we islegi artdyrýar, ol hem öz gezeginde tehniki progresse öz täsirini ýetirýär.

Türkmenistanyň çäklerinde nebitiň we gazyň, beýleki çig-mal serişdeleriniň, mineral resurslaryň uly gollary bar diýip

çäklenýär. Gaz kondensat ýataklaryň gorlaryny gözleg ekspedisiýasy, geologiýa pudagy alyp barýar.

Oba hojalygynyň ösüşi himiýa senagatyň ösüşi bilen özara arabaglanyşyklydyr. Himiýa senagatynyň köp sanly önümlerinden, oba hojalygyna iň zerury mineral dökünleridir.

Türkmenistanda himiýa senagatynyň ylaýta-da mineral dökünleriniň öndürilişiniň ösüş depgini örän ýokary. Onda-da bu ösüş diňe mukdar taýdan däl-de, eýsem hil taýdan hem ýokary derejede bolup, ol täze tehniki derejä geçmegi bilen baglanyşmalydyr. Şol sebäpli önümçiligiň täze usullarynyň we döwrebap tehnologiýalaryň ornaşdyrylmagy, zähmet öndürijiliginiň ýokarlanmagy, çig mal çeşmeleriniň we olaryň görnüşleriniň köpelmegi, ýokary hilli dökünleriň assortimentiniň giňelmegi göz önünde tutulýar.

Hormatly Prezidentimiziň tagallasy bilen gülläp ösýän ýurdumyzyň ähli künjeklerinde gysga möhletde şu ulgamyň ugrunda zähmet çekýän işgärleriň bilimli hünärmenleriň işlemegi üçin has-da kämilleşen hünärmenleriň taýýarlanmagy ündelýär. Hünär öwrenmek nazary bilimleriniň iş tejribe bilen utgaşdyrylyp alnyp barylmagy – kämilleşen hünärmenleriň taýýarlanylmagyna getirer diýip hasaplanylýar. Pudagy ösdürmek, onuň netijeliligini gazanmak üçin örän möhüm çäreler alnyp barylýar. Ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli Milli Maksatnamanyň Baş ugry «Milli Maksatnamadaky» meseleleri Türkmenistany dünýäniň ösen ýurtlarynyň, döwletleriniň hataryna goşmak baradaky ykdysady ösüşiň ileri tutulýan ugurlary baradaky görkezmeleri bolup durýar.

Milli Maksatnamanyň yzygiderli durmuşa geçirilmegi Türkmenistan Döwletimiziň mümkinçilikleriniň barlygy – ykdysady ösüşiň binýady bar bolan ýurt höküminde ösüşiň köp babatda geljegini kesgitleýän düýpden täze döwrüne gadam basmaga mümkinçilik berer. Türkmenistan dünýäniň iň ösen ýurtlarynyň hataryna goşular, beýleki döwletler bilen ykdysady gatnaşyklary has-da giňelder.

Nebit-gaz, himiýa ulgamy halkara aragatnaşyklaryň täze tilsimatlaryny we investisiýalaryny ösdürmek barada köp işleri geçirýär. Häzirki wagtda daşary ýurt kompaniýalary bilen ikitaraplaýyn bähbitli aragatnaşyklary ýola goýýar. Meselem: Malaýziýa döwletiniň «Petronas Çarigali», Birleşen Arap Emirlikleriň «Dragon Oil», Daniýanyň «Maýersk» kompaniýalary bilen gözleg işlerini ösen tehnologiýa abzallary bilen gözleg-barlag işlerini geçirýärler. Rossiýa, Ukraina, Germaniýa, Gollandiýa, Kanada, Belarusiýa, Hytaý ýurtlary bilen iki taraplaýyn iş taslamalaryny işlenip düzülýär. Milli Maksatnamada 2020-nji ýyla çenli syýasy, ykdysady, medeni çäreleriň doly ösdürilmegi gazanylýar, ýokary tilsimatly enjamlar, abzallar önümçilige ornaşdyrylýär, ýokary perspektiw çözgütler işlenilip düzülýär. Bu bolsa biziň halkymyz üçin ikitaraplaýyn bähbitli içerki senagatyň döredilmeli şertleriniň konstruktiv çözgüdidir.

1. Massa çalyşma prosesleri we apparatlary

Bir ýa-da birnäçe maddanyň bir fazadan beýleki faza geçmegi bilen häsiýetlendirilýän massageçiş prosesleri himiki tilsimatynda giňden ýaýrandyr we ägirt uly ähmiýeti bar. Bir ýa-da birnäçe komponenti bir fazadan beýleki faza geçirmek arkaly hem geterogen, hem-de gomogen (gaz garyndylary, suwuk erginler we beýlekiler) ulgamlary (ulgamlary) bölmek mümkin. Köplenç halatlarda massa geçiş prosesleri gomogen ulgamlary (ulgamlary) bölmek üçin ulanylýar. Senagatda

- gaz (bug) we suwuk fazanyň arasynda;
- gaz we gaty fazanyň arasynda, şeýle hem
- suwuk faza bilen suwuk fazanyň arasynda bolup geçýän massageçiş prosesleri:

1. Absorbsiýa (gaz-suwuk);
2. Ekstraksiýa (suwuk-suwuk);
3. Rektifikasiýa (suwuk-gaz);
4. Adsorbsiýa (gaty-gaz);
5. Guradyş (suwuk-gaz);
6. Kristallaşdyrma (gaty-suwuk);
7. Ereyiş we ekstraksiýa (gaty-suwuk).

1. **Absorbsiýa** – gazyň suwuklyk arkaly ýuwdulmagy, ýagny maddanyň gaz fazasyndan suwuk faza geçmegi bilen häsiýetlendirilýän bölüniş prosesidir. Oňa ters proses – gazyň suwuklykdan bölünip çykmagyna desorbsiýa diýilýär.

2. **Ekstraksiýa** [suwuklyk-suwuklyk ulgamynda – suwuklykda erän maddanyň birinji suwuklyk bilen garyşmaýan ýa-da kem-käsleýin garyşýan suwuklyk arkaly bölünip alynmasydyr. Şunlukda başky erginiň bölünip alynýan komponenti bir suwuk fazadan beýleki suwuk faza geçýär.

3. **Rektifikasiýa** – gomogen suwuk garyndylaryň adatça biri-birine garşylyklaýyn hereket edýän suwuk we bug fazalaryň komponentlerini özara köpgezekleýin çalyşmagy arkaly bölünmegidir.

4. **Adsorbsiýa** – öýjükli gaty ýuwdujy arkaly gazyň, gazyň (buguň) ýa-da erginiň komponentleriniň ýuwdulmagy

(siňdirilmegi), ýagny maddanyň gaz (bug) ýa-da suwuk fazadan gaty faza geçmegi bilen häsiýetlendirilýän bölünüş prosesidir. Oňa ters bolan proses – **desorbsiýa**, adsorbsiýadan soňra geçirilýär

we köplenç ýuwdulan (siňdirilen) maddanyň ýuwdujydan yzyna çykarmak (regenerirlemek) üçin ulanylýar.

Adsorbsiýanyň başga bir görnüşi – **ionçalyşma** – munuň özi käbir gaty maddalaryň (ionitleriň) öz hereketdäki ionlaryny elektrolitleriň erginleriniň ionlaryna çalyşmaklyk ukybyna esaslanan bölünüş prosesidir.

5. **Guradyş** – çygyň esasan ony bugartmak arkaly gaty materiallardan aýrylmagydyr. Bu prosesde çyg gaty fazadan gaz ýa-da bug faza geçýär.

6. **Kristallaşdyryş** – gaty fazanyň kristallar görnüşinde erginlerden ýa-da gyzdyrylyp eredilen erginlerden bölünip alnyşydyr. Kristallaşdyryş maddanyň suwuk fazadan gaty faza onuň ereýjiliginiň üýtgemegi netijesinde geçmegi bilen häsiýetlendirilýär.

7. **Ereýiş we ekstraksiýa** [gaty jisim - suwuklyk ulgamynda (ulgamynda)]. Ereýiş gaty fazanyň suwuk faza (eredijä) geçmegi bilen häsiýetlendirilýär we, esasan, kristallaşdyryşa ters bolan prosesdir. Haýsy hem bolsa bir komponenti öýjükli gaty materialdan bölüp almak üçin niýetlenen saýlap alyşlaýyn ereýişe gaty maddadan ekstraksiýa ýa-da **aşgarlama** diýilýär.

Ýylylyk geçişi ýaly massageçiş hem çylşyrymly prosesdir. Ol maddanyň (massanyň) bir fazanyň çäginde (göwrümünde) geçmegini, fazalaryň özara bölünme üst ýüzünden geçmegini we onuň başga fazanyň çäginde geçişini öz içine alýar. Belli bolşy ýaly, ýylylyk geçişde ýylylyklaryny çalyşýan ulgamlar köplenç gaty diwar arkaly aralary bölünýär, massageçiş bolsa, adatça galtaşýan fazalaryň bölünme araçägginiň üstünden geçmegi bilen amala aşýar.

Maddanyň fazadan fazalaryň bölünme araçäğine geçirilmegi ýa-da ýa-da ters bolan ugra geçirilmegi, ýagny haýsy hem bolsa bir fazanyň çäginde geçirilmegine **massaberliş** diýilýär.

Massageçiş prosesler iki topara bölünýär. Olaryň birine – azyndan üç madda gatnaşýan prosesler (absorbsiýa, ekstraksiýa) degişlidir: birinji madda birinji fazany, ikinji madda – ikinji fazany, üçünji madda bolsa öňki agzalan fazalaryň arasynda paýlanan maddany emele getirýär. Fazalary düzýän maddalar diňe paýlanan maddany özlerinde saklaýarlar we özleri bir fazadan beýleki faza geçmeýärler. Meselem, ammiagyň howa bilen garyndysyndan ony suw arkaly siňdirilende (ýuwdulanda) suw we howa paýlanan maddany – ammiagy özlerinde saklaýarlar.

Beýleki topara iki fazany düzýän maddalar, düzüjilerini (komponentlerini) özara çalşyp massageçiş prosesine göniden-göni gatnaşmaklarynda bolup geçýän prosesler (meselem, rektifikasiýa) degişlidir we olara inert ýagdaýda paýlanýan maddany özünde saklaýjy hökmünde garap bolmaýar.

Her bir aýratyn alnan fazadaky paýlanýan madda diffuziýa arkaly geçirilýär, şonuň üçin hem massageçiş prosesine diffuzion prosesler diýlip hem atlandyrylýar.

Diffuzion prosesler üçin, ýylylyk geçiş prosesleri bilen meňzeşlikde geçirilýän maddanyň mukdary fazalaryň bölünme üst ýüzüne we hereketlen-diriji güýje göni proporsionaldyr diýlip kabul edilýär. Hereketlendiriji güýç ulgamyň (ulgamyň) paýlanýan maddanyň himiki potensiallarynyň tapawudy bilen has takyk aňladynýan dinamiki deňagramlylygyň ýagdaýyndan gysarma derejesi bilen häsiýetlendirilýär. Fazanyň çäginde diffundirlenýän madda ýokary mukdar-möçberli (konsentrasiýaly) nokatdan pes mukdar-möçberli (konsentrasiýaly) nokada süýşýär. Şonuň üçin hem massageçiş prosesleriniň hereketlendiriji güýjüni ýylylykgeçiş prosesleriniň hasaplaýyş prosesleriniň temperaturalaryň tapawudy bilen aňladylyşy ýaly takmynan mukdar-

möçberleriň (konsentrasiýalaryň) tapawudy bilen aňladylýar. Massa berliş we massageçiş prosesleriniň hereketlendiriji güýçleriniň hasaplaýyş aňlatmalary birmeňzeş däl we aýratyn seredilip geçilýär.

Gaty faza bilen baglanyşykly massageçiş prosesleri paýlanýan madda gaty fazanyň içinde geçişiniňözboluşly (spesifikasi) aýratynlygy bilen tapawutlanýar.

Massageçiş prosesleri ýuwdujy diňe bir komponent (ýa-da birnäçe komponenti) başga alnan garyndydan saýlap bölüp alanda we iş ýüzünde onuň beýleki komponentlerini bölüp almadyk ýagdaýynda saýlap alyjylyklydyrlar. Bu prosesleriň aglabasy gaýdymlydyr, ýagny temperatura, basyşa we onuň beýleki geçiriliş şertlerine baglylykda ters bolan ugurlarda geçip bilýärler. Şunlukda maddanyň bir fazadan beýleki faza geçiş ugry paýlanýan maddanyň fazalardaky mukdar-möçberleri (konsentrasiýalary) we deňagramlylyk şertleri kesgitlenilýär.

3. Molekulýar diffuziýa Molekulýar diffuziýa-molekulalaryň tertipsiz ýylylyk hereketi bilen baglydyr. Ýylylyk geçirijiligi bilen meňzeşdir:

$$d\mathcal{G} = \lambda dF \cdot \frac{dt}{dn} \cdot d\delta$$

$$dM = -DdF \frac{dc}{dn} \cdot d\delta \quad (1)$$

$\frac{dc}{dn}$ – konsentrasiýanyň gradiýenti

D – M , D koeffisiýenti.

(-) prosesiniň konsentrasiýanyň peselýän tarapyna ugrukdyrlandygyny aňladýar:

Konwektiv diffuziýa- maddalaryň uly göwrüminiň turbulent ýagdaýda bir fazadan beýleki faza geçmegi bilen baglydyr. Bu

massaberijilik diýip belleniýär we ol birnäçe faktorlara baglydyr:

$$DQ = \alpha_1 dF(t_{or1} - t_{st1}) = \alpha_2 \cdot dF(t_{or2} - t_{st1})$$

$$DM = \rho_1 \cdot dF(y-y) = \beta_2 \cdot dF(x-x) \quad (2)$$

$$N_4 = \frac{\alpha \cdot d}{x} \qquad N_a = \frac{\beta \cdot d}{D}$$

4. Massaçalyşma prosesleriniň esasy deňlemesini himiýa-tilsimaty prosesleriniň esasy kinetiki kada-kanunlaryndan ugur alyp kesgitlese bolýar: prosesiniň tizligi onuň hereketlendiriji güýjiniňgarşylygyna bölünmegine deň, ýany:

$$dM/dF \, df = K \, \Delta$$

bu ýerde dM – bir fazadan beýleki faza beýleki faza geçýän maddanyň mukdary;

dF – faza kontaktynyň üsti; df – wagt; Δ - massa çalyşma prosesiniň hereketlendiriji güýji;

1.1 Massa çalyşma prosesiniň maddy balansy

Meňzeşlik.

1. Hereketlendiriji güýç-parametrleriň ortaça tapawudy.
2. Ýylylyk çalyşmada iki sany ýylylyk (gowşuryjy) geçiriji, massa çalyşmada 2 gezek.
3. Bir fazadan ýa-da ýylylyk geçirijiniň golaýynda geçirme prosesiniň ýylylyk berme ýa-da massa berme kanuny esasynda geçip ýylylyk ýa-da massa berme koefisienti bilen häsiýetlendirilýär.

Tapawudy

Bir ýagdaý-da hereketlendiriji güýç-temperaturanyň ortaça tapawudy, beýlekide bolsa konsentراسiýanyň ortaça tapawudydyr.

Bir ýylylyk görteriji diwar bilen bölünen, bir faza bolsa beýlekiden faza bölme araçägi bilen bölünen.

Ähli massa çalyşma prosesleri iki topara bölmek bolýar. Bir topara azyndan üç madda gatnaşýan-bu iki faza we paýlanylýan komponent. Bu ýagdaýda bir we ikinji madda üçünji paýlanylýan komponenti görterijidir. Bular ýaly proseslere absorbsiýa, adsorbsiýa, desorbsiýa we ekstraktsiýa degişlidir.

2- topara-iki fazany düzýän madda komponenti çalyşmak bilen özleri massa çalyşma prosesine göniden-göni gatnaşýarlar:bu gaýtadan işleme(peregonka) we rektifikasiýa.

Fazalaryň arasyndaky deňagramlyk . Massaçalyşma prosesler öwrülşiklidirler. Şunlukda maddalaryň bir fazadan beýlekisine geçirmeklik deňagramlyk ýagdaýyna çenli bolup geçýär. Massaçalyşma prosesiniň haýsy ýagdaýa çenli geşjekdigini bilmeklik üçin deňagramlylygy bilmek zerurdyr. Deňagramlylygy öwrenmekligiň esasynda belli bolan Gibss fazalar düzgüni (ýatyr) ulanylýar:

$$C+F=K+n$$

Bu ýerde C – erkinlik derejesi; F–faza sany, K– ulgamyň komponentiniň sany,

n – ulgama täsir edýän daşky faktorlaryň sany.

Gibss fazalalar düzgüni esasan berlen şertlerde erkinlik dereje sanyny kesgitlemek üçin ulanylýar. Ýa-da deňagramlylygy kesgitlenende mümkin üýtgedip boljak parametrleriň sanyny görkezýär.

Ýokarda agzalan massaçalyşma prosesiniň 2 topary üçin hem bu düzgüni ulanally.

$$1. K=3$$

$$C=K+n- F=3+2-2=3$$

suw



Eger $P, T=\text{const}$ onda $C=1$

howa

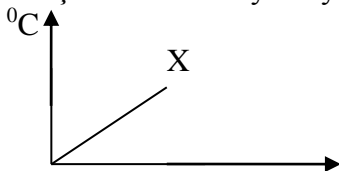
Bu ýagdaýda diňe – bir fazada komponentiň konsentrasiýasyny üýtgetmek bolýär.

2. 2 fazadan we 2 sany paýlanýan komponentden ybarat bolan ulgamda

$$c=2+2-2=2 \text{ deň.}$$

Eger $P=\text{const}$ bolan ýagdaýynda fazanyň birine täsir edýän parametrler:

1. Şol bir maddanyň beýleki fazadaky konsentrasiýasy



Görkezilen diagrammalara faza diagrammalary diýilýär. Bu ýerde şekillendirilen göni çyzyga deňagramlylyk çyzygy diýilýär. $=f(x)$

Deňagramlylyk konsentrasiýanyň y^* iş konsentrasiýasyna bolan gatnaşygyna paýlama koeffisiýenti (m) diýilýär.

$$\frac{y^*}{x} = m$$

$$\frac{y^*_3}{x_3} = \frac{y^*_2}{x_2} = \frac{y^*_1}{x_1} = m$$

3. Hereket edýän apparatlarda massaçalyşma akymlar konsentrasiýalary hiç wagat deňagramlylyk konsentrasiýasyna

deň dälär we deňagramlylyk bahasyna ýetmeýär. Şeýlelikde, biz paýlanýan komponentleriň iş konsentrasiýalary bilen işleýäris. Şu konsentrasiýalarynyň baglylygyna prosesiniň iş çyzygy diýilýär. ($y=f(x)$)
Maddy balansy garalyň:

Maddalaryň mukdary boýunça maddy balans:

$$G_{baş} + Z_{baş} = G_{ahyr} + Z_{ahyr} \quad (1)$$

Paýlanýan komponent boýunça:

$$G_{baş} \cdot y_{baş} + Z_{baş} \cdot x_{baş} = G_{ahyr} \cdot y_{ah} + Z_{ah} \cdot x_{ah} \quad (2)$$

bu ýerde x , y – iş konsentrasiýalary.

G_H , G_k , Z_H , Z_k – gaz we suwuk fazalaryň mukdary.

y_H , y_k , x_H , x_k – paýlanýan komponentiň konsentrasiýalary.

Apparatlaryň islendik nokadynda paýlanýan komponentiň konsentrasiýalaryny bilmek zerurdyr. Şonuň üçin islendik kesimi saýlap alyp, material balansy ýazýarys:

$$G_{baş} \cdot Z = G \cdot Z_{ahyr} \quad (3)$$

$$G_{baş} \cdot y_{baş} + Z_x = G \cdot y + Z x_{ahyr} \quad (4)$$

(1) Deňleme boýunça çözelin:

$$y = \frac{Z}{G} \cdot x + \frac{G_{baş} \cdot y_{baş} - Z_{ah} \cdot x_{ah}}{G} \quad (5)$$

Eger: $G = G_{baş} = G_{ahyr}$.

$$Z = Z_{baş} = Z_{ahyr}, \quad \frac{Z}{G} = A \quad (6)$$

Onda:

$$y = \frac{Z}{G} \cdot x + y_{baş} - \frac{Z}{G} \cdot x_{ah} \\ y = A \cdot x + B \quad (7)$$

4. Massa çalyşma prosesiniň hereket ediji güýji konsentrasiýanyň tapawudydyr. Islendik massa çalyşma prosesi iş maddasynyň, iş konsentrsiýasynyň deňagramlylyk konsentrasiýasyna çenli üýtgemegi bilen häsiýetlendirilýär.

Şeýlelikde, faza diagramasyndaky iş we deňagramlylyk çyzygynyň kömegi bilen prosesin ugryny kesgitlemek mümkin.

Iş çyzygynyň ýapgytlygy näçe kiçi bolsa, şonça-da massa çalyşma prosesiniň tizligi ulydyr, ýagny iş we deňagramlylyk konsentrasiýasynyň tapawudy ulydyr.

Maddalaryň geçirimliligi.

Maddalaryň geçirimliligi ýa-da diffuziýa iki usul bilen bolup geçýär.

Konsentrasiýanyň ortaça tapaawudy bu fazalar üçin aşakdaky deňlemeler arkaly tapylýar:

$$mb \rightarrow ma$$

$$mb \rightarrow mb$$

$$m_b \rightarrow m_a$$

$$\underline{m_b} \rightarrow \underline{m_a}$$

$$\Delta m_u \quad \Delta m_k$$

$$\Delta m_u / \Delta m_k \leq 2 \quad \text{onda} \quad \Delta m_{\text{ort}} = (\Delta m_u - \Delta m_k) / 2$$

$$\Delta m_u / \Delta m_k \geq 2 \quad \text{onda} \quad \Delta m_{\text{ort}} = (\Delta m_u + \Delta m_k) / 2, 3lg(\Delta m_u / \Delta m_k)$$

1.2 Massa geçirijileriň göwrümlü koeffisiýenti

1. Apparatyň beýikligini H m, aparatyň kese-kesiginiň meýdanyny m^2 , aparatyň göwrüm birligindäki galtaşýan fazalaryň udel üstüni f m^2/m^3 bilen belläliň. Onda aparatyň iş göwrümi m^3 HS, fazalaryň galtaşma üsti bolsa $F = HSf$ bolar. Fazalaryň galtaşma üstüniň F bahasyny massaçalyşmaa deňlemesinde goýup, alarys:

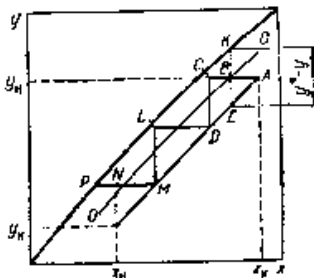
$$M = KHSf\Delta_{\text{ort}}$$

Bu deňlemäni maddy balansyň deňlemesi bilen deňleşdirip:

$$KHSf\Delta_{ort} = G (Y_1 - Y_2)$$

apparatyň iş beýikligini tapýarys:

$$H = G (Y_1 - Y_2) / KSf\Delta_{ort}$$



$(Y_1 - Y_2) / \Delta_{ort}$ köpeldiji hereketlendiriji güýjiniň birliginde iş konsentrasiasynyň üýtgemegini aňladýar we **geçirme san birligi** diýilýär:

$$n = (Y_1 - Y_2) / \Delta_{ort}$$

Bir geçirme san biligi, berlen uçastokdaky iş konsentrasiasynyň üýtgemesi bolup geçýän apparatyň uçastogyna deň.

2. G / KSf köpeldiji, bir geçirme birligine deň we *geçirme birliginiň beýikligi* diýilýär:

$$h = G / KSf$$

Şeýleikde , apparatyň iş beýikligi H geçirme san birliginiň geçirme birliginiň beýikligine köpeltmek hasylyna deň:

$$H = n h \quad (1)$$

(1) Deňlemäniň kömegi bilen eger-de iş çyzygy göni ýa-da egri bolan ýagdaýynda, şeýle hem fazalaryň galtaşmasy hasaplanyp bolmaýan ýagdaýynda, massaçalyşma prosesynyň hasaplamasyny geçirip bolýar.

3. Tilsimat hasaplamalarynda massaçalyşma prosesleriniň esasy ölçeglerini: apparatyň öndürilijiligi häsiýetlendirýän ululyk bolan diametri (silindr görnüşli apparatlar üçin) we prosesiniň geçiş tizligini häsiýetlendirýän beýikligini kesgitlemeli.

Apparadyň diametri. Apparatyň diametrini hasaplamaklyk aşadaky harçlanma deňlemesi boýunça ýerine ýetirilýär:

$$V_{\text{sek}} = S w_0$$

bu ýerde V_{sek} – tizligi, apparatyň kese-kesiginiň meýdanyny kesgitleýän, fazanyň göwrümleýin harçlanmasy; w_0 – şol fazanyň fiktiw ýa-da getirilen tizligi, ýagny apparatyň doly kese-kesigine gatnaşdyrılan tizlik; S - apparatyň kese-kesiginiň meýdany.

Tegelek apparatyň kese-kesigi üçin

$$S = \pi D^2 / 4 \text{ bolsa, onda}$$

$$V_{\text{sek}} = (\pi D^2 / 4) w_0$$

bu ýerden apparatyň diametri

$$D = ((4 V_{\text{sek}}) / (\pi^2 / w_0))^{1/2}$$

Apparatyň beýikligini hakyky basgançak sany boýunça tapylýar:

$$H = n_h h$$

bu ýerde h – kabul edilýän ýa-da hasaplama ýoly bilen kesgitlenýän basgançaklaryň (tabaklaryň) ara daşlygy.

4. Massaçalyşma prosesleri fazalaryň galtaşmasynda geçýär. Ýagny, massaçalyşma prosesleriniň ortaça hereketlendiriji güýji, konsentrasiýanyň ortaça tapawudydyr. Şonuň üçin fazalaryň arasynda jebis galtaşma üst döredilmeli.

Bu üsti döretmek usuly boýunça massaçalyşma appparatlary aşakdaky görnüşlere bölünýär:

1. üst ýüzli
2. barbotažly
3. ýüzüji.

Mundan başga-da her bir massaçalyşma prosesiniň niýetlenişi we aýratynlygy bilen baglylykda, olara daşky parametrleri sazlamak zerur. Ol parametrlar: temperatura we basyş.

2. Absorbsiýa

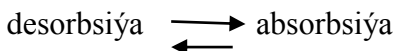
1. **Absorbsiýa** – bu bugy we gazy suwuklyk bilen siňdirme prosesidir. Şonda suwuklyk bilen siňdürilýän gaz **absorbtiv** diýlip atlandyrylýar. Gazy we siňdirilýän suwuklyk bolsa **absorbent** diýlip atlandyrylýar.

Absorbsiýa esasan gaz komponentlerini bölmek üçin ulanylýar. Bölüşdirmek bu suwuklykda gazlaryň aýratyn ereýjiligine esaslandyrlan. Gowy ereýän gazlar, dykyz we ortaça ereýän gazlar tapawutlandyrylýar. Absorbsiýany himiýa pudagynda ulanylmaklyk giňden ýaýran.

1. Gazy suwuklyk bilen siňdirme arkaly taýyn önümi almak. Mysal üçin: SO_3 , HCl suw bilen öçürmek ýagny HCl kislotany we H_2SO_3 almak üçin.
2. Gaz garyndylaryny bölmek bölmek bir ýa-da birnäçe komponentleri çykarmak üçin. Mysal üçin: koks gazlaryndan, ugurdaş gazdan benzoly almak we ş.m.
3. Gaz garyndysyny zyýanly komponentlerden arassalamak üçin: nebit gazlaryny H_2S (kükürtwodorotdan) arassalamak
4. Gaz garyndylaryndan gymmatly komponentleri tutup alyp galmak, ýagny olaryň ýitgisiniň önümi almak üçin. Mysal üçin, uçýan erginleriň regenerasiýasy (ýagny dikeltmek)

Absorbsiýa – gazyň suwuklyk bilen himiki täsiri esasynda hem bolup biler. Bular ýaly absorbsiýa himiki ýa-da hemabsorbsiýa diýlip atlandyrylýar. Mundan başga-da fiziki absorbsiýa bar, ýagny onda himiki täsirlilik ýok. Hemişe bolşy ýaly absorbsiýa prosesine ters proses desorbsiýa hemradyr. Absorbsiýa geljekdäki desorbsiýasy bilen absorbenti köp sapaýlaýyn ulanmaga mümkinçilik berýär.

2. Absorbsiýada deňagramlylyk



Fazalaryň galtaşma serhedinde, gaz-suwuklyk komponentleriň bir fazadan beýleki faza üznüksiz geçmegi bolup geçýär. Ulanylýan komponentiň gazdan suwuklyga geçmeginiň tizligi konsentrasiýa ýa-da bu komponentiň gazdaky basyşyna proporsionaldyr. Bu komponentiň suwuklykdaky fazasynyň konsentrasiýasyna proporsionaldyr. Wagtyň geçmegi bilen, haçan-da ulanylýan komponentiň gazdan suwuklyga ýa-da suwuklykdan gaza geçişiniň tizligi deň bolan wagtynda, dinamiki deňagramlylyk ýüze çykýar. Ideal erginler üçin predel ýa-da deňagram gazlaryň arasyndaky baglylyk Genri kanuny bilen suratlandyrylýar, ýagny:

“Erän gazyň komponentleriň parsial basyşy, onuň ergindäki mol paýyna x göni proporsionaldyr ”

$$P_A^* = E x \quad (1)$$

ýa-da, berlen temperaturada suwuklykda gazyň ereýjiligi (ýuwugylýan A komponentiň) suwuklygyň üstüniň parsial basyşyna göni proporsionaldyr:

$$x_A^* = (1 / E) p_A \quad (2)$$

E – Genri hemişeligi diýip atlandyrylýan proporsional koeffisiýent.

Genri hemişeligi, berlen gaz üçin ýuwudyjynyň we gazyň tebigatyna, we temperatura bagly, ýöne ulgamyň umumy basyşyna bagly däl. Genri hemişeligini aşakdaky görnüşde hem ýazmak b olýar:

$$y_A^* = m x \quad (3)$$

Suwuklykdaky gaz komponentiň deňagram konsentrasiýasy, onuň gazdaky proporsional basyşyna proporsionaldyr. Bu kanun diňe pes konsentrasiýada ulanylýar. Daltonyň kanuna laýyklykda gaz garyndydaky komponentleriň proporsional basyşy bu komponentleriň gazdaky mol konsentrasiýasyna proporsionaldyr.

$$P_A = P \cdot y \quad (4)$$

P – ulgamdaky umumy basyş

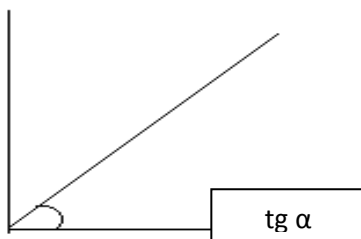
$$P_A^* = P \cdot y^* \quad (5)$$

(1) deňlemäni (5) deňlemedäki proporsional basyşyň ýerine goýup alarys:

$$P y^* = E \cdot x$$

$$y^* = (E / P) x = m x$$

Bu bolsa, faza diagramma, gaz garyndysyndaky deňagramly konsentrasiýa we ergindäki konsentrasiýasynyň baglylygy göni çyzygy tg gyşarma burçyny görkezýär:



Surat 1. Ideal erginler üçin paýlanma koeffisiýentini kesgitlenişi

$$tg = (E / P) = m$$

m – bu faza deňagramlylygyň konsentrasiýasy ýa-da paýlama koeffisiýenti.

Absorbsiýa prosesine temperaturanyň we basyşyň täsiri

Temperatura näçe ýokary bolsa şonça hem gaz fazasynda komponentiň belli bir suwuklyk üçin proporsional basyş ýokary. Şonuň ýaly-da temperatura näçe uly bolsa, şonça hem položitel izotermalar ýokary.

Belli bir basyşda ulanylýan komponentiň düzümi suwuk fazada temperatura garaňda has köp pes.

Fazalaryň hereket diagrammasyndan görnüşi ýaly prosesin güýji izoterma üçin aşakdaky ýaly kesgitlenýär.

$$\Delta_2 = x_2^* - x$$

$$\Delta_1 = x_1^* - x$$

$$\Delta_2 > \Delta_1 \text{ şeýle ýagdaýda } T_2 < T_1$$

Şonuň üçin temperatura näçe pes bolsa şonça hem absorbsiýa gowy geçýär.

Basyşyň täsiri

Ýokary basyşa, suwuk fazadaky ulanylýan komponentiň köp konsentrasiýasy deňşlidir. Muny, massaçalyşma prosesiniň hereketlendiriji güýjiniň üýtgemegi bilen suwbut etmek bolar

$$\Delta_1 = y - y_1^*$$

$$\Delta_2 = y - y_2^*$$

$$\Delta_2 > \Delta_1 \text{ şeýle ýagdaýda } P_2 > P_1$$

Şonuň üçin absorbsiýa prosesini getirmek üçin pes temperatura we ýokary basyş gowdyr.

Desorbsiýa -ýuwudyjydan ýuwudylan gazy arassa ýagdaýda ýa-da ony gaýtadan ulnmak üçin dikeltmek maksady bilen ýerine ýetirilýär. Eger, gaz-suwuklygyň deňşli deňagramlylygyndakydan gaz fazasyndaky gazyň konsentrasiýasi pes bolsa, onda gaz erginden gaz akymyna geçýör. Netijede desorbsiýa prosesi geçýär. Desorbsiýa, erginde erán gazy bölüp çykarma bolup, aşadaky usullarda ýerine ýetirilýär:

1. Inert gazyň we suw bugunyň akymynda kowma;
2. Absorbente ýylylyk berip ergini bugartma;
3. Absorbentiň üst ýüzünde basyşy peseltme (wakuum döretme).

Desorbsiýa prosesini has netijeli geçirmek maksady bilen bu usullaryň birleşdirilen görnüşleri ulanylýar. Inert gazyň we suw bugunyň akymynda kowmaklyk, absorbsiýanyň tersine geçýän prosesdir. Suwuk erginiň inert gazy bilen galtaşmasynda erán gazlar, gaz fazasyna geçýärler. Sebábi, erginiň ýüzündäki gazyň parsial basyşy gaz garyndysyndakydan kiçi. Prosesi goýmaly ýa-da barbotazly sütünlerde geçýärler. Ergin sütüniň ýokarsyndan, inert gazyny bolsa aşadkan berilýär. Sütüniň aşaky böleginden dikeldilen ergin, ýokarsyndan bolsa – erginden bölünen gaz inert gaz bilen garyndy görnüşinge çykarylýar.

Senagatda inert gaz hökmünde köplenç howa ulanylýar. Prosesde bölünip alnan gaz halyndaky komponent arassa görnüşde alynman, howa garyndysy görnüşde bolýar. Şonuň üçin, gazdan bölünen komponent ulanylmaýan ýa-da şol komponentiň ýokary konsentrasiýasy gerek bolmadyk ýagdaýynda peýdalanylýan bolsa, bu usuly ulanylýan

Eger, gazlar suwda eremeýän ýagdaýynda desorbsiýa geçirilende, inert gaz hökmünde suw bugy ulanylýar. Suw bugy bilen bölünen garyndy sütünden çykarlandan soň, kondensatora iberilýär. Ol ýerde suw bugy kondensirlenýar, bölünen component bolsa arassa görnüşde alynýar. Eger komponentiň gaýnama temperaturasy ýeterlik derejede ýokary bolsa (mysal üçin benzol), onda ol bugy bilen kondensirlenýar we suwdan çökdürme ýoly bilen bölünýär.

Ergini bugardyp kowma usuly, kütäk buguň kömegi bilen geçirilýär. Munda, dine bir bölünýän component dál, eýsem eredijiniň bir bölegi bugarýar.

Suwuk eredijide erän komponentini we buguny bölmek üçin rektifikasiýadan peýdalanýarlar. Şeýlelikde, prosesiň çyzgysy we ulanylýan apparat boýunça bu usul, rektifikasiýadan tapawutlanmaýar.

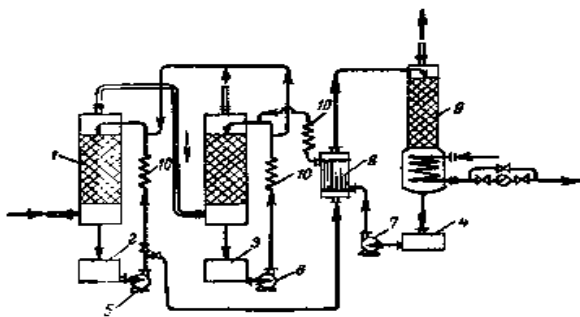
Wakuumda kowma, bugartma ýoly arkaly kowma bilen birleşdirilýar we atmosfera basyşynda ýuwudyjydan komponenti doly derejede bölüp bolmaýan ýagdaýynda ulanylýar. Wakuumda kowma usulynda, desgada bölünýän gaz halyndaky komponent wakuum-nasos bilen sorulýar.

4. Ýuwudyjynyň dikeldilmesini öz içine alýan çyzgyny ulanmaklyk aşakdaky ýagdaýlarda maksada laýyk:

1. Haçan-da, massaçalyşmanyň hemme garşylygy suwuk fazada jemlenen bolsa;

2. Absorbsiýa prosesinde ýuwudyjyny sowatmak zerur bolsa;
3. Goýumlaryň ezilmesini gowylandyrmak üçin.

1-nji suratda suwuklygyň dikeldilmesi we desorbsiýasy geçirilýän absorbsiýa desgasynyň çyzygysy getirilýär. Ýuwudylýan komponentden doýan absorbent, soňky absorberden 1, ýygnaýja 2 guýylýar. Ol ýerden nasos 5 arkaly ýylylyk çalşyjynyň 8 üstünden desorbsiýa sütünine berilýär. Dikeldilen ýuwudyjy, süünden 9 ýylylyk çalşyja 8 barýar we desorbsiýa ugradylýan suwuklyga ýylylygyny berýär. Soňra sowadyjynyň 10 üsti bilen birinji absorbere suwarma görnüşde gaýtarylyp berilýär.



Surat 1. Suwuklygyň dikeldilmesi we desorbsiýasy geçirilýän absorbsiýa desgasynyň çyzygysy

- 1 –absorber; 2-4 – ýygnaýjy; 5-7 – nasoslar; 8 - ýylylyk çalşyjy;
9 –desorbsion sütün; 10 – sowadyjy

5. Absorbsiýada, massaçalyşma prosesi fazalaryň galtaşmasynda geçýär. Şonuň üçin suwuklyk tarapyndan gazlaryň ýuwudylmasy bolup geçýän apparatlarda gaz bilen suwuklygyň arasynda jebis galtaşma döredilmeli. Şol üsti dörediliş usuly boýunça absorpsion apparatlaryny aşadaky görnüşlere bölse bolýar:

1. üst ýüzli
2. barbotажly

3. pürküji

Üst meýdanly absorberler. Bu görnüşli absorberlerde, suwuklygyň ýüzi ýa-da akýan suwuk plýonkanyň üsti fazalaryň galtaşma üsti bolýar.

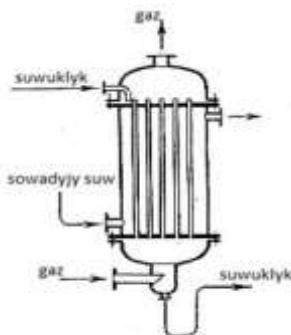
Suwuklygyň ýüzünde faza galtaşmasy bolan absorberler. Hereketsiz ýa-da haýal akýan erkin üstden gaz geçýän gapdyr. Bu görnüşdäki apparatlarda gaz bilen suwuklygyň arasynda galtaşma örán pes. Şonuň üçin gaz bilen suwuklygyň garşylyklaýyn akýan hereketi bolan yzygider ýerleşdirilen absorberleriň hataryny ulanmaly bolýar. Absorbsiýada bölünip çykýan ýylylygy aýyrmak üçin, absorberlerde suw ýa-da başga sowadyjy agent bilen i sowadylýan ýylan şekilli turbalary oturdýarlar. Absorberi garşylykly hereket edýän suwly gaba ýerleşdirýärler ýa-da diwaryň daşky ýüzüni suwarýarlar.

Perdeli absorberlere - turbaly we listli goýmaly absorberler degişli.

Turbaly absorberler gurluşy boýunça plýonkaly ýylylyk çalşyjylara meňzeş. Ýuwugyjy, ýokarky turba gözenegine berilýär we diwaryň içki ýüzünden ýukajyk plýonka görnüşinde aşak akýar. Gaz turba boýunça aşakdan ýokarlygyna, aşak akýan suwuklyga garşy hereket edýär. Absorbsiýada bölünip çykýan ýylylygy aýyrmak üçin, absorberiň turba ara giňişligine suw ýa-da başga sowadyjy agent goýberilýär.

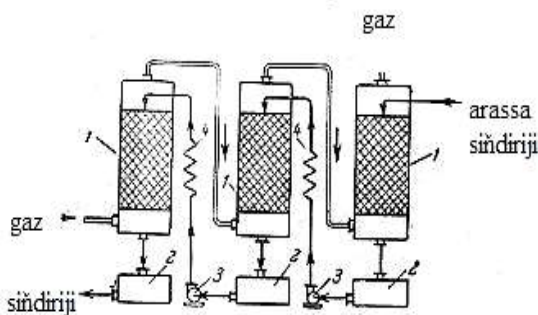
Barbotazly absorberlerde- fazalaryň galtaşma üsti, suwuklykda düwmelik we akýan gatlak görnüşinde gaz akymy bilen ösdürilýär. Gazyň şeýle hereketine *barboraž* diýilýär we tabakly sütünlerde ýerine ýetirilýär. Gazyň we suwuklygyň şeýle hásiýetdäki tásirleşmesine asylma kadasynda işleýän goýumly sütünlerde hem gözegçilik etse bolýar. Tabakly

sütünleriň aýratyn tarapy, olarda geçýan prosesiniň başgaçaklaýyn geçmegi bilen baglanyşyklydyr. Apparatta gaz bilen suwuklyk aýratyn başgaçakda (tabakda) yzygider galtaşýarlar.



Surat 2: Perdeli absorber

Goýumly absorberler – dürli görnüşli gaty jisimler bilen doldurlan. Goýum bolan ýagdaýynda suwuklyk bilen gazyň galtaşma üsti ýokarlanýar. Dürli görnüşdäki goýumlar ulanylýar. Olara ýuka diwarly halkalar, hordaly eýer şekelli we beýleki goýumlar degişli.



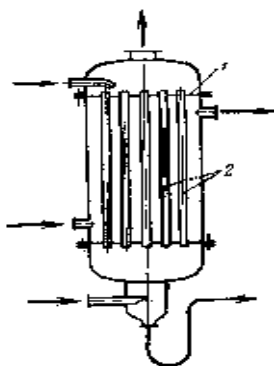
Surat 3: Absorberleri yzygider birikdirilen absorbsion desganyň shemesy 1-absorber: 2-ýygnaýjy: 3- sorujy: 4-sowadyjy.

2.1 Goýumly sütünler

Ýukajyk perdeli apparatlar örän netijeli we ykjam. Ýukajyk perdeli absorberlerde fazalaryň galtaşma üsti suwuklygyň ýukajyk perdesidir. Bu görnüşdäki apparatlaryň aşakdaky görnüşleri tapawutlandyryýarlar:

1. turba şekilli absorberler;
2. tekiz-parallel ýa-da list goýumly absorberler;
3. Aşak akýan suwuklygyň ýukajyk perdesi bolan absorberler.
4. Mehaniki absorber

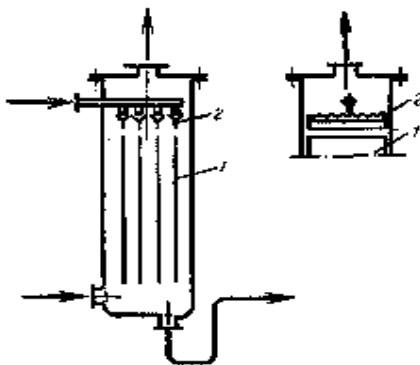
Turba şekilli absorberler, dik turbagabykly ýylylyk çalşyjylara meňzeş. Turba şekilli absorber 3-nji suratda getirilýär.



Surat 3. Turba şekilli absor

1-korpus; 2-goýumlar

Tekiz-parallel ýa-da list goýumly absorberler (2-nji surat), özlerniň gurluşy boýunça dürli materiallardan ýasalan ýa-da berk çekilen mata ýaly, dik list görnüşinde list goýumlary bolan sütünlerdir. Turba görnüşli absorberler ylylyk çalşyjynyň perdeli görnüşine meňzeş. Siňdiriji ýokarky turba gözenege berilýär we ýuka perde görnüşünde içki üstden turbalar boýunça paýlanýar. Gaz, turbalar arkaly aşakdan ýokary hereket edip, perde görnüşli akýan suwukluk bilen galtaşýar.



Surat 3. Tekiz-parallel ya-da list goyumly absorberler

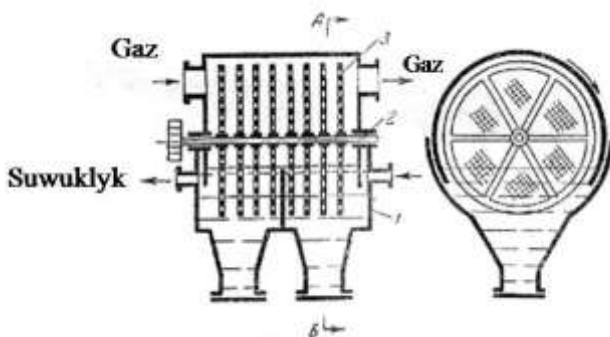
1-goýumlar; 2-goýumlary suwarmak üçin paýlaýjy

Aşak akýan suwuklygyň ýukajyk perdesi bolan absorberler (3-nji surat) turba gözenegine berklenen turbadan durýar. Absorbisiýanyň ýylylygyny aýyrmak üçin turbara giňişlikden sowadyjy agent goýberilýär. Bölme derejesini ýokarlandyrmak üçin bolsa, iki basgançakly absorberler ulanylýar. Her basgançak garşylyklaýyn akym boýunça işleýär. Aşak akýan suwuklygyň ýukajyk perdesi bolan absorberlerde ýokary tizligiň bolmagy, massaçalyşma koeffisiýentiniň ýokary bahasy gazanylýar. Ýöne, şonuň bilen birlikde, bu apparatlarda gidrawliki garşylyk örän ýokary.

Senagatda adsorber hökmünde içi goýulma (nasadka) bilen doldurlan sütünlere giňden ýaýran. Goýumly sütünlerde goýulmalalar, gazyň w suwuklygyň akymyny geçirip bilýän direk gözeneginde ýerleşdirilýär. Suwuklyk paýlaýjynyň kömegi bilen goýulmalary suwarýar we aşaklygyna akýar. Goýulmanyň uza boýuna doly derejede ezilme bolup bilmeýär. Ol, sütüniň merkezi böleginde goýulmalaryň diwaryň

ýanyndakylara seredilende has dykyz ýerleşdirilendigi bilen düşündirilýär. Munuň netijesinde, suwuklygyň merkezi bölekden diwara tarap akmaklygy döreýär. Şonuň üçin, diametri uly bolan sütünlerde goýulmalaryň ezilmegini gowylandyrmak üçin, beýikligi 2-3 metr gatlak görnüşde goýulma goýulýar.

Mehaniki absorberler-effektiwligi ýokarydyr. Onuň kemçiligi çylşyrymly gurluşy bolup, energiýany köp harç edýär.



Surat 5: Mehaniki absorberler

1-korpus; 2-wal; 3-gözenekli germewler

Goýulmalaryň esasy häsiýetleriniň biri hem onuň udel üsti a (m^2 / m^3) we erkin göwrümidir ε (m^3 / m^3). Öýjüksiz goýulmanyň erkin göwrüminiň ululygyny goýulmany suw bilen doldurmak arkaly tapylýar. Suwuň göwrüminiň goýulmanyň göwrümüne bolan gatnaşygy **erkin göwrümi** ε berýär. Goýulmanyň ekwiwalent diametri:

$$d_e = 4 \varepsilon / a$$

Goýulmaly apparatlar aşakdaky kadada işläp bilýärler.

Birinji kada – ýukajyk perdäniň emele gelmesi

Ikinji kada – asylma, gazyň, suwuklyga sürtülmesiniň ýokarlanmagy

Üçünji kada – emulgirleme – goýulmanyň erkin göwrümünde suwuklygyň toplanmagy netijesinde döreýär.

Dördünji kada – äkidilme kadasy, ýa-da suwuklygyň gaz akymy bilen apparatdan çykarylmagy.

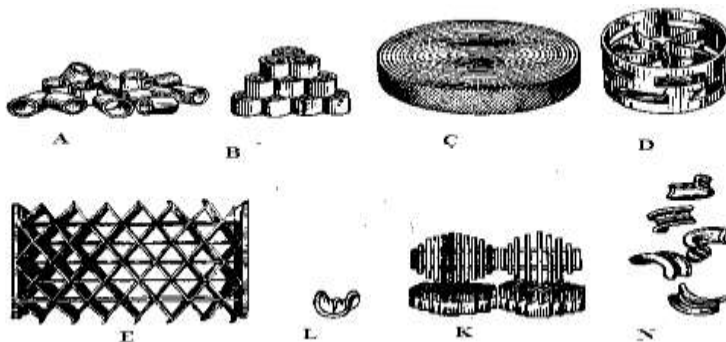
2. Goýulma netijeli işläp ýaly ol aşakdaky esasy talaplary ýerine ýetirmeli:

1. göwrüm birliginde uly üsti bolmaly;
2. suwarylýan suwuklyk bilen gowy ezilmeli;
3. gaz akymyna pes gidrawliki garşylyk görkezmeli;
4. suwarýan suwuklygy gyrađeň paýlamaly;
5. sütünde hereket edýän gaza ýa-da suwuklyga hiniki taýdan durnukly bolmaly;
6. pes udel agramy bolmaly;
7. mehaniki taýdan durnuklylygy ýokary bolmaly;
8. bahasy ýokary däl bolmaly.

Görkezilen talaplary doly derejede kanagatlandyrýan goýylmalar ýok. Senagatda, geçirilýän prosese baglylykda, belli bir derejede talaplary kanagatlandyrýan görnüşi we ölçegi boýunça dürli goýulmalar ulanylýar. Goýulmalar dürli materiallardan (keramikadan, farfordan, polatdan, plastmassadan we başgalardan) ýasalýar. Goýulmary saýlap almaklyk, goýulmanyň udel üsti, ezilijiligi we poslama çydamlylygy bilen geçirilýar.

Goýulma hökmünde, ölçegleri 25–100 mm bolan tutuşlygyna guýlup ualnylyan koks ýa-da kwars ulanylýar. Senagatda has giň ýaýran goýulmalar 4-nji suratda görkezilen. Goýulmaly sütünleriň esasy aýratynlygy olaryň ýönekeýligi we

pes gidrawliki garşylyklarynyň bolmagydyr. Kemçiligi, ýylylygyň aýrylmasyynyň kynlygy we suwarmanyň pes dykzlygynda ejiziliginiň ýaramazlygy.



Surat6: Goýulmalaryň görnüşleri

a – Raşig halkasy; b – tertipli goýlah Raşig halkasy; ç -Gudloý goýulmasy; d - Pal halkasy; e – Berl eýeri; l - “Streýpak” goýulmasy; k– hordaly goýulma; n - “Tntalloks” eýeri.

Goýulmalaryň häsiýetnamasy

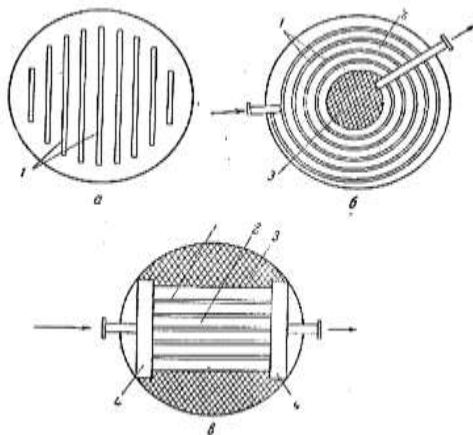
Goýulmalaryň ölçegi we görnüşi	Udel üsti F, m²/m³	Erkin göwrümi ε
Tertipsiz goýulan Keramik halkalar		
10*10*1,5 mm	400	0,7
15*15*2 mm	330	0,7
25 *25 *3 mm	200	0,74
50*50 *5 mm	90	0,785
Koks bölekleri		
25 mm	120	0,53
40 mm	85	0,55
75 mm	42	0,58

Tertipli ýerleşdirilen Keramiki halkalar 50×50×5 mm 80×80×8 mm 100×100×10 mm		
	110	0,735
	80	0,72
	60	0,72
Agaç hordaly(10×100 mm) 10 mm 20 mm 30 mm		
	100	0,55
	65	0,68
	48	0,77

Tabakly absorberler, düzgün boýunça dik sütün bolup, olaryň içinde biri-birinden kesgitli aradaşlykda kese bölünmeler – tabaklar ýerleşdirilen. Tabaklaryň kömegi bilen fazalaryň ugrukdyrlan hereketi we suwuklygyň hem-de gazyň birnäçe gezek galtaşmasy ýerine ýetirilýär.

Häzirki wagtda senagatda tabakly apparatlaryň dürli gurluşy ulanylýar. Tabaklardan suwuklygy guýulmasy boýunça barbotаж absorberlerini aşakdaky görnüşlere bölse bolýar:

1. Guýujy gurluşy bolan tabakly
2. Guýujy gurluşy bolmadyk tabakly



SURAT 7: Turba we turba-gözenekli tabaklar
Turba gözenekli tabaklar

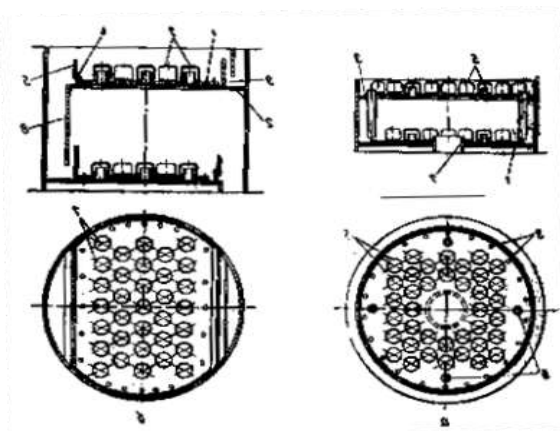
Islendik gurluşly tabaklaryň netijeliligi, olaryň gidrodinamiki kadasyna köp derejede bagly. Şonuň üçin tabaklaryň esasy gurluşlaryny beýan etmek üçin esasy kadalara seredeliň. Gazyň tizligine we suwarmanyň dykzyzlygyna baglylykda esasy üç sany gidrodinamiki kada tapawutlandyrylýar:

1. Dűwmejikli
2. Köpürjikli
3. Akymly ýa-da inžeksion.

Bu kadalar barbotаж gatlagyň gurluşy boýunça tapawutlanýarlar we onuň gidrawliki garşylygyny we beýikligini, şeýle hem fazalaryň galtaşma üstüniň ululygyny kesgitleýär.

Guýujy gurluşy bolan tabaklar aşakdaky görnüşlerde bolýarlar:

1. Elekli tabaklar
2. Kolpakly tabaklar
3. Klapanly we ballastly tabaklar
4. Plastinaly tabaklar



Surat 8. Suwuklygy dürli guýuşly kolpakly tabaklar

a- radikal guýum; 1 – disk; 2 – prokladka; 3 – boltlar; 4 – direg halkasy ; 5 – kolpaklar; 6 – turbalar; 7 – merkezi guýujy turba;

Guýujy gurluşy bolmadyk tabaklar aşakdaky görnüşlerde bolýarlar:

1. Deşikli tabaklar
2. Gözenekli tabaklar
3. Turba şekilli tabaklar
4. Tolkunly tabaklar

Suwuklyk bilen pürkülýän absorberlerde, gaz akymynda fazalaryň arasyndaky galtaşma pürkülme ýa-da sepelemek ýoly bilen gazanylýar.

Bütewi pürküji apparatlar sütün görnüşde bolup, olaryň aýratynlygy gurluşlarynyň ýönekeýligi, pes gidrawliki garşylygy, hapalanan gazlar bilen işläp bolmaklygy, seretmekligin, abatlamagyň we arassalamaklygyň ýönekeýligindedir.

Pürküji apparatlar esasan gowy ereýän gazlary ýuwutmak üçin ulanylýar.

3. Suwuklyklary gaýtadan kowmak

Iki ýa-da birnäçe uçujy komponentlerden ybarat bolan suwuk garyndyny bölmekde iň giň ýaýran usulyň biride gaýtadan kowmadyr (distilýasiýa we rektifikasiýa).

Gaýtadan kowmada bölmeklik şol bir temperaturada garyndynyň komponentleriniň uçujylygyna esaslanandyr.

Gaýtadan kowma prosesinde alynýan bug başlangyç garyndy bilen deňeşdirilende ýeňil bugarýan ýa-da pes temperaturada gaýnaýan komponentleriň köp mukdaryny saklaýar. Bugarmadyk suwuklyk, kyn bugarýan ýa-da ýokary temperaturada gaýnaýan komponentlere has baý düzümlidir. Kyn bugarýan suwuklyga galyndy, buguň kondensasiýasyndan soň alynýan suwuklyga bolsa distilýat ýa-da **rektifikat** diýilýär.

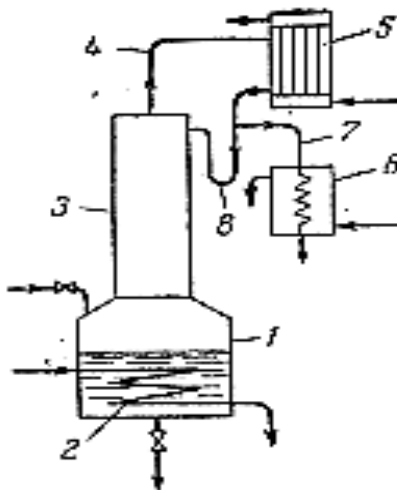
Rektifikasiýa XIX asyryň başyndab bäri esasy tilsimat prosesleriň biri hökmünde belli. Esasan hem spirt we nebit-gaz senagatynda giňden ulanylýar.

Häzirki wagtda, gaýtadan kowma we rektifikasiýa himiýa tilsimatynda giňden ýaýrandyr we dürli görnüşdäki önümleri arassa görnüşde almak we gaz, suwuk garyndylaryny bölmekde ulanylýar.

Gaýtadan kowma üznüksiz we üznükli ýerine ýetirilýär.

Gaýtadan kowmanyň aşakdaky görnüşleri bar:

- 1.Ýönekeý gaýtadan işleme ýa-da distilýasiýa
- 2.Çylşyrymly, distilýasiýanyň birnäçe gezek gaýtalanýan görnüş- rektifikasiýa.



Surat 9. Üznükli hereket edýan rektifikasion desgasy 1-kub; 2- egrembugram; 3-sütün; 4-sütünden bugy alýan turba; 5- deflegmator; 6-flegmany yza berýän turba; 7-distilýat üçin turba; 8-sowadyjy

Iki ýa-da binäçe uçujy komponentlerden ybarat bolan suwuk garyndyny bölmekde iň giň ýaýran usulyň biride gaýtadan işleme kowmadyr (distilýasiýawe rektifikasiýa).

Gaýtadan işlemekde bölünme prosesişol bir temperaturada garyndynyň komponentleriniňdürli uçujylygyna esaslanandyr

Gaýtadan işleme prosesinde alynýan bugfaza, başlangyçagyndy bilen deňeşdirlende ýeňil bugarýan ýa-da pes temperaturada gaýnaýan komponentleriň köp mukdaryny saklaýar.

Bugarmadyk suwuklyk düzümi bolsa kyn bugarýan ýa-da ýokary temperaturada gaýnaýan komponentlere has baýdyr.

Kyn bugarýan suwuklyga galyndy, buguň kondensasiýasyndan soň alynýan suwuklyga bolsa distilýat ýa-da rektifikat diýilýär

Gaýtadan kowmagyň aşakdaky görnüşleri tapawutlandyrylýar:

1. Ýönekeý gaýtadan kowma – ol iki ýagdaýda ulanylýar.

- a) Garyndynyň komponentleriniň gaýnama temperaturalary öz arasynda has tapawutlanýan ýagdaýynda,
- b) Haçan-da bölünýän komponentleriň ýokary hilli bolmaklygy talap edilmeýän ýagdaýynda.

2. **Deflegmasiýaly ýönekeý gaýtadan kowma.** Bu görnüş bölme derejesini ýokarlandyrmak üçin ulanylýar. Ol distilýaty goşmaça baýlaşdyryp, distilýasiýa ýoly bilen ýerine ýetirilýär. Deflegmatorda buguň kondensasiýasy bolup geçýär. Suwuklyk aşak akýar, onuň garşysyna bug ýokary göterilýär. Aşak ugra barýan suwuklykda bug, pes temperaturada gaýnaýan komponenti alýar. Suwuklyk bolsa, ýokary temperaturada gaýnaýan komponenti özüne alýar. Şeýlelikde goşmaça bölmekligi gazanylýar.

3. **Fraksion gaýtadan kowma-** fraksion gaýadan kowma ýa-da drobly gaýtadan kowma – bu kesgitli temperatura interwaly aralygynda aýratyn fraksiýalary ýygnamaklyk zerur bolan ýagdaýynda ulanylýar.

4. **Wakuum astynda gaýtadan kowma** usuly ýokary temperaturada dargaýan garyndylary kowma üçin ulanylýar. Bu ýagdaýda garyndynyň gaýnama temperaturasy peselýär. Kondensator bilen wakuum- sorujyny (nasosyny) birleşdirilmegi netijesinde desga çylşyrymlaşýar.

5. **Suw bugy bilen kowma** hem wakuumda kowma prosesini erginiň gaýnama temperaturasyny peseltmek üçin ulanylýar

6. . Bu usul suw gatnaşmagynda kowma. Bu usul suw bugunyň gatnaşmagyndaky kowmaklyk ýaly maksady yzarlaýandyr. Inert gaz hökmünde H_2CO_2 geliý, N_2 we başgalar ulanylýar.

7. **Deňagramly (bir gezek bugartma) gaýtadan kowma.** Esasan rektifikasiýanyň önünden bölmeklik üçin ulanylýar. Bu görnüş nebiti gaýtadan işleýän zawodlarda we

nebit himiýa senagatynda, suwuk garyndyny öňünden bölmek üçin ulanylýar

8. **Molekulýar gaýtadan kowma** – bu usul, kowmaklygyň iň gymmat görnüşidir. Ýokary temperaturada gaýnaýan suwuklygy bölmekde ulanylýar. Bu ýerde örän çuň wakuum döredilýär. Galyndy basyş 0,01- 0,001 mm Hg deň. Pes basyşda molekulalar özara dartys güýji ýeňil ýeňip geçýärler. Molekulalaryň arasyndaky çakyşma sany peselýär, erkin hereket ýokarlanýar. Eger bugarma we kondensasiýa üst aralyklary erkin hereketiň uzunlygyndan kiçi bolsa, onda molekulalar kondensasiýa üste çalt barýarlar we şol ýerde tutulyp alynýar.

9. **Basyş astynda kowma**- bu usuly ýokary temperaturada dargaýan garyndylary kowma üçin ulanylýar. Gaýtadan işlemegiň iki görnüşini tapawutlandyrylýar:

- 1.Ýönekeý gaýtadan işlemek
- 2.Çylşyrymly - birnäçe gezek gaýtadan işleme – rektifikasiýa
3. Suwuklyk- bug ulgamynda deňagramlyk

Gaýtadan kowma prosesinde suwuk gomogen garynda seredilýär, şeýlelikde biz çäklenmedik özara ereýjiligi bolan garyndylar bilen iş salyşýarys.

Bular ýaly erginler:

- 1.real
- 2.ideal bolup bilýärler.

Ideal erginler Raul kanunyna boýun egýärler. Her komponentiň parsial basyşy şol komponentiň ergindäki mol paýyna x_a proporsionaldyr. Şonda proporsianallyk koefisienti berlen temperaturada berlen komponentiň doýgun bugunyň basyşyna deňdir.

$$p_A = P_A \cdot x_A$$
$$p_B = P_B \cdot x_B \quad \text{Raul kanuny}$$

p_A -pars basyş
 P_A -doýgun bugun basyşy

$$y=f(x)$$

$$P_A = P_A \cdot x_A$$

$$x_A + x_B = 1$$

$$x_B = 1 - x_A \quad P_B = P_B(1 - x_A)$$

İdeal erginler şeýle-de Dalton kanuny bilen häsiýetlendirilýär. Onuň esasynda, erginiň üstki umumy basyşy, şol komponentleriň parsial basyşyna deňdir.

$$P = P_A + P_B = P_A \cdot x_A + P_B(1 - x_A)$$

bu ýerde P- umumy basyş, P_A , P_B -parsial basyş

3.1. Gaýtadan kowmanyň görnüşleri

1. Ýönekeý gaýtadan kowma prosesi niýetlenişi boýunça iki ýagdaýda

ulanylýar:

2. Garyndynyň komponentleriniň gaýnama temperaturalary öz arasynda has tapawutlanýan ýagdaýynda,

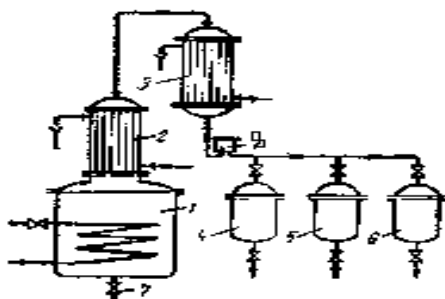
3. Haçan-da bölünýän komponentleriň ýokary hilli bolmaklygy talap edilmeýän ýagdaýynda.

Gaýtadan kowmany kowulýan gapdaky (kubdaky) suwuklygy yzygider bugartmak bilen geçirilýär. Emale gelýän buglar aýrylýar we kondensirlenýär.

Eger ýönekeý kowma üznükli geçirilýän bolsa, onda pes temperaturada gaýnaýan komponent kub suwuklygynda azalýar. Şonuň bilen birlikde, prosesiň geçmesi bilen distilýatyň düzümi hem, pes temperaturada gaýnaýan komponent boýunça garyplaşýar. Şonuň bilen baglanyşykda, dürli düzümi bolan distilýat fraksiýalaryny alýarlar. Dürli düzümlü ahyrky önümi almak üçin geçirilýän ýönekeý kowma fraksion ýa-da drobly kowma diýilýär.

2. Garyndynyň bölünme derejesini ýokarlandyrmak üçin deflegmasiýa bilen distilýaty baýlaşdyryp ýerine ýetirilýär. Bu görnüş bölme derejesini ýokarlandyrmak üçin ulanylýar. Ol distilýaty goşmaça baýlaşdyryp, distilýasiýa ýoly bilen ýerine

ýetirilýär (2-nji surat). Deflegmatorda buguň kondensasiýasy bolup geçýär. Suwuklyk aşak akýar, onuň garşysyna bug ýokary göterilýär. Aşak ugra barýan suwuklykda bug, pes temperaturada gaýnaýan komponenti alýar. Suwuklyk bolsa, ýokary temperaturada gaýnaýan komponenti özüne alýar. Şeýlelikde goşmaça bölmekligi gazanylýar. Kowulýan kubuň 1 bugy deflegmatora 2 barýar we ol ýerde bölekleýin kondensirlenýär. Bugdan ýokary temperaturada gaýnaýan komponent kondensirlenip, alynýan suwuklyk (flegma) kuba guýulýar. Pes temperaturada gaýnaýan komponent bilen baýlaşan bug kondensator-sowadyja 3 barýar we kondensirlenýär. Distilýat 4-6 gaplarda ýygnaýlar. Soňky agyr önüm ştuserden 7 çykarylýar.

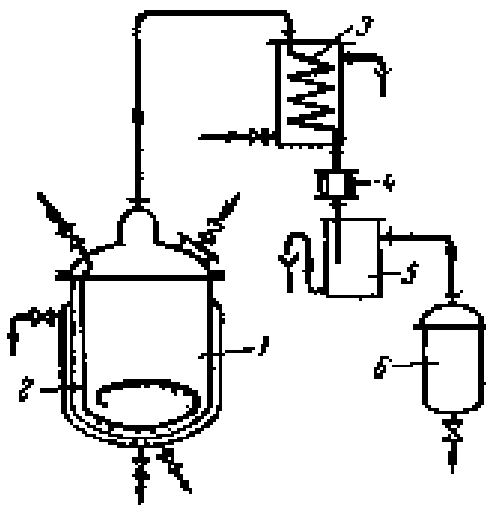


Surat 11. Drobly gaýtadan kowma desgasy

1 – gaýtadan kowujy kub; 2 – deflegmator; 3-kondensator-sowadyjy;
4 - 6 – ýygnaýjylar; 7 – ştuser; 8-görmek üçin fonar.

3. Bölünýän garyndynyň gaýnama temperaturasyny diňe wakuumda ýa-da şol garynda goşmaça komponent goşmak ýoly bilen ýerine ýetirip bolýar. 8-nji suratdaky suw bugy bilen kowma usuly, ýokary temperaturada dargaýan garyndylary kowma üçin ulanylýar. Bu ýagdaýda garyndynyň gaýnama temperaturasy peselýär. Kondensator bilen wakuum- sorujyny (nasosyny) birleşdirilmegi netijesinde desga çylşyrymlaşýar.

Suw bugy bilen kowmaklyk bölünýän suwukergini, suw bilen garyşmaýan ýagdaýlarynda ulanylýar. Pes temperaturada ýeňil uçýan komponentiniň düwmejikleriniň bilen bolup geçýär.



Surat 12. Suw bugy bilen kowma desgasy:

- 1 – bug köýnekli kowujy kub; 2 – barbotýor; 3-
kondensator-sowadyjy; 4- görmek üçin fonar;
5 – seporator; 6 – önümi ýygnaýjy

4. Molekulýar gaýtadan kowma – bu usul, kowmaklygyň iň gymmat görnüşidir. Ýokary temperaturada gaýnaýan suwuklygy bölmekde, garyndyda örän az mukdarda saklanýan gymmat baha komponenti bölüp almakda ýa-da termiki taýdan durnuksyz garyndylary has ýokary derejede arassalamak üçin ulanylýar. Bu ýerde örän çuň wakuum döredilýär. Galyndy basyş 0,01-0,001 mm Hg deň. Pes basyşda molekulalar özara dartýş güýji ýeňil ýeňip geçýärler. Molekulalaryň arasyndaky çakyşma sany peselýär, erkin hereket ýokarlanýar. Eger bugarma we kondensasiýa üst aralyklary erkin hereketiň uzunlygyndan kiçi bolsa, onda molekulalar kondensasiýa üste çalt barýarlar we şol ýerde tutulyp alynýar.

Real erginiň islendik komponentiniň bugarma tizligi onuň suwuklykdaky mol paýyna göni proporsionaldyr. Gazlaryň molekulýar kinetiki nazarýetine laýyklykda

$$g_i = P_i / (\sqrt{M_i T}) \times i$$

bu ýerde P_i - garyndynyň gaýnama temperaturasynda arassa komponentiň gaýnama temperaturasy; M_i - komponentiň molekulýar massasy; T – absolýut temperatura.

Şeýlelikde binar garyndylardaky 1 we 2 komponentler üçin:

$$\alpha = g_1 \times x_1 / g_2 \times x_2 = (P_1 / P_2) / \sqrt{(M_2 / M_1)}$$

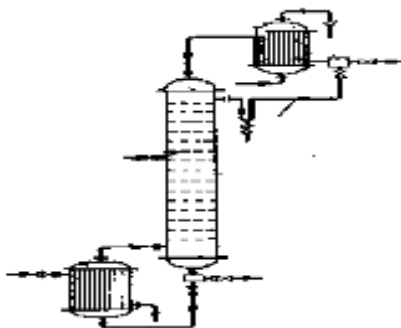
Aňlatmadan görnüşi ýaly, molekulýar distilýasiýada deňagramlyk kowmadan (M_2 / M_1) esse ýokary.

3.2. Rektifikasiýa

1. Rektifikasiýa diýip, suwuklygyň bölekleyin bugarmasynyň we buglaryň kondensasiýasynyň birnäçe gezek gaýtalanmasyna aýdylýar. Proses, dürli temperaturalary bolan bug we suwuk akymynyň galtaşmasynda amala aşýar we sütün şekilli apparatlarda geçirilýär. Her bir galtaşmada, suwuklykdan pes temperaturada gaýnaýan komponent bugarýar. Onuň bilen bug baýlaşýar. Bugdan suwuklyga geçýän, ýokary temperaturada gaýnaýan komponent kondensirlenýär. Şeýle birnäçe gezek gaýtalanýan iki taraplyklaýyn alyş-çalyşmada arassa görnüşde diýen ýaly pes temperaturada gaýnaýan komponent alynýar. Bu buglar aýratyn apparatlarda kondensirlenenden soňra, **distilýaty** (rektifikat) we sütüni suwarmak hem-de ýokary göterilýän bug bilen galtaşdyrmam üçin **flegmany** berýär. Buglary, sütüniň

aşagyndaky arassa görnüşde diýen ýaly ýokary temperaturada gaýnaýan **galyndyny** bölekleyin bugartmak ýoly bilen alynýar.

2.Rektifikasiýada başlangyç ergin iki bölege: pes temperaturada gaýnaýan komponente baýlaşan (PG) – **distilýata**, pes temperaturada gaýnaýan komponente, garyplaşan **galynda** bölünýär. Üznüksiz rektifikasiýa iki basgançakdan ybarat bolan rektifikasion sütünde geçirilýär.



Surat 13. Üznüksiz işleýän rektifikasion sütün

Başlangyç garyndy aşaky basgançagyň ýokarsyndan (kowujy bölüm) berilýär. Bu ýerde başlangyç garyndy başlangyç konsentrasiýasy galyndynyň düzümi bilen gabat gelýän tersine akýan bug bilen täsirleşýär. Netijede, garyndynyň bölünmesi bolup geçýär. Ýagny pes temperaturada gaýnaýan komponentiň bölünip alynmasy we onuň ýokary temperaturada gaýnaýan component bilen doýmasy bolup geçýär.

Ýokarky basgançakda aşaky basgançakdan baryp düşýän bug, düzümi boýunça distilýata meňzeş, garşylykly akýan suwuklyk bilen täsirleşýär. Netijede, bygyň berkleşmesi bolup geçýär. Ýagny ol pes temperaturada gaýnaýan componentler bilen baýlaşýar.

4. Rektifikasiya berilýan başlangyç garyndynyň mukdaryny F bilen, alynýan distilýatyň mukdaryny P bilen, galyndynyň mukdaryny W bilen we garyndynyň, distilýatyň we galyndynyň düzümini x_F , x_P we x_W bilen belläliň.
5. Onda garyndynyň hemme mukdary boýunça maddy balansyň deňlemesi aşakdaky görnüşde bolar:

$$F = P + W \quad (1)$$

pes temperaturada gaýnaýan component üçin maddy balansyň deňlemesi:

$$F x_F = P x_P + W x_W \quad (2)$$

(1) we (2) Deňlemeleriň kömegi arkaly rektifikasiya prosesine gatnaşýan maddalaryň mukdary ýa-da düzümi bilen baglanyşykly hemme meseleler çözülýär.

Maddy balansyň deňlemesini ýeňil component boýunça, apparatyň belli bir kesimi üçin ýazalyň:

$$Gy + Lx_2 = Gy_2 + Lx$$

bu ýerden

$$y = y_2 - (L / G) (x_2 - x) \quad (3)$$

Edil şoňa meňzeşlikde, seredilen kesimden aşakda, belli bir kesimi üçin ýeňil component boýunça maddy balansyň deňlemesini ýazalyň:

$$Gy_1 + Lx = Gy + Lx_1$$

bu ýerden

$$y = y_1 - (L / G) (x - x_1) \quad (4)$$

(3) we (4) Deňlemeler rektifikasiýa prosesiniň iş çyzygynyň deňlemeleridir.

3. Ýokary göterilýän buguň mukdary G , apparatyň hemme beýikligi boýunça bir meňzeş. Bu buguň mukdary deflegmatora baryp, onuň bir bölegi flegma F görnüşinde apparata gaýtarylyp berilýär. Galan bölegi bolsa distilýat görnüşinde çykarylýar. Şeýlelikde

$$G = F + P \quad (5)$$

Flegmanyň distilýatyň mukdaryna bolan gatnaşygyna flegma sany diýilýär:

$$R = F / P \quad (6)$$

Şeýlelikde, flegmanyň $F = PR$ mukdary we ýokary göteriýän buguň mukdary:

$$G = PR + P = P(R + 1) \quad (9)$$

Sütüniň berkidiji böleginde aşak akýan suwuklygyň mukdary, flegmanyň mukdaryna deň:

$$L = F = PR \quad (10)$$

Sütünden çykýan buguň düzümi bolsa suwarma berilýän flegmanyň düzümi bilen deň:

$$y_2 = x_2 = x_p$$

L we G bahalaryny (3) deňlemede goýup aşakdakyny alarys:

$$y = x_p - R / (R + 1) (x_p - x) \quad (11)$$

ýa-da

$$y = (R / (R + 1)) x + (x_p / (R + 1)) \quad (12)$$

(12) Deňleme, sütüniň berkidiji bölüminiň iş çyzygynyň deňlemesidir.

5.Rektifikasiýa prosesini geçirmek üçin dürli görnüşdäki gurluşy bolan apparatlar ulanylýar. Olaryň esasy görnüşleri degişli absorberlerden tapawutlanmaýarlar.

Rektifikasion sütün silindrik korpusdan ybarat bolup, onuň içinde tarelka ýa-da goýum görnüşli kontaktly gurluş ýerleşdirilýär. Sütüniň aşak böleginden ýokarlygyna buglar hereket edýär, ýagny ol buglar ýylylyk çalşyjdanyň apparadyň aşakgy bölegine berilýär. Buglar suwuklygyň gatlagynyň üsti bilen tabaklara geçýär.

Rektifikasion desgalarda esasan iki görnüşdäki apparatlardan peýdalanýarlar:

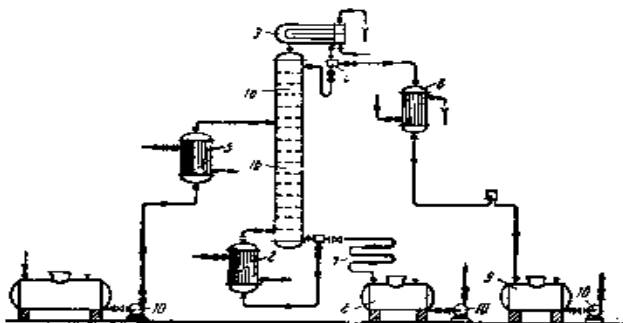
1. Goýumly sütünler
2. tabakly rektifikasion sütünler

Mundan başga-da rektifikasiýada ýukajyk perdeli (plýonka) we rotorly sütünleriň dürli görnüşleri ulanylýar.

Goýumly, barbotažly, şeýle hem ýukajyk perdeli sütünler, özleriniň içki gurluşlary boýunça absorbsion sütünlerine meňzeş.

Ýöne rektifikasion sütünler, absorbsion sütünler bilen deňeşdirlende, ýylylyk çalşyjylar – gaýnadyjylar we

deflegmatorlar bilen üpjün edilen. Mundan başga-da, daşky gurşawa ýylylygyň ýitgisini azaltmak üçin, apparat ýylylyk örtügi (izolýasiýasy) bilen örtülen.



Surat 14. Üznüksiz işleýän rektifikasiýa desgasy

Ekstraktiw we azeotrop rektifikasiýa

1. Ekstraktiw (sorgulyp aýrylan) we azeotrop rektifikasiýa. Prosesleriň fiziki – himiki esaslary.
2. Ekstraktiwli (sorgulyp aýrylan) we azeotrop– rektifikasiýa geçirmekde esasy aýratynlyklar.

1. Azeotrop we ekstraktiw rektifikasiýanyň düýp manysy, başlangyç garyndydaky komponentler uçujylygy boýunça ýakyn bolsalar we şonuň netijesinde adaty rektifikasiýa usuly bilen bölüp bolmaýan bolsa, onda ekstraktiw rektifikasiýada ýokary temperaturada gaýnaýan komponent, ezeotrop rektifikasiýada bolsa ulgamda azetrop erginini emele getiýän komponent goşulýar.

Ekstragirleýji komponentiň bolmagy eremeýän komponentiň dartyлма güýjiniň peselmegine getirýär. Netijede onuň otnositel bugaryjylygy ýokarlanýar. Azetrop garyndysyny emele getirýän komponentiň bolmagy hem azetrop garyndysyndaky bir komponentiň bölünmegine ýardam berýär.

Azeotrop we ekstraktiw rektifikasiýa gowy eredijiniň kömegi bilen ýa-da azeotrop garyndysyny emele getirýán komponenti goşmak arkaly bölmekdir.

Arassa maddalaryň uçujylygyny görkezýán ululyk hem, olaryň berlen temperaturada doýgun buglarynyň basyşydyr ýa-da atmosfera bsyşynda gaýnama temperaruralarydyr. Şeýlelikde, komponentleriň gaýnama temperaturalary náçe tapawutly bolsa, şonça-da olary adaty rektifikasiýada bölmek ýeňil. Ýöne, komponentler özleriniň himiki gurluşy boýunça tapawutlanýan bolsa, onda olaryň uçujylygyny üýtgedýán ýörüte rektifikasiýalary ulanmaly. Uçujylyk (u_1) komponentiň bug we suwuk fazalardaky mol paýlarynyň gatnaşygy boýunça kesgitlenýár:

$$u_1 = y_1 / x_1$$

bu ýerde y_1, x_1 - komponentiň bug we suwuk fazalardaky mol paýlary.

Gaýtadan kowmada, komponentleriň ýeňil bölünmesi, olaryň uçujylygy bilen baglanyşykly. Iki komponenti otnositel uçujylygy olaryň uçujylyklarynyň gatnaşygyna boýunça kesgitlenýár:

$$\alpha = u_1 / u_2 = (y_1 / x_1) / (y_2 / x_2) = (y_1 x_2) / (y_2 x_1)$$

Raul we Dalton kanunlary boýuça:

$$y_1 = (P_1 x_1) / \pi$$

$$y_2 = (P_2 x_2) / \pi$$

bu ýerde P_1, P_2 – komponentiň doýgun bugunyň basyşy;

x_1, x_2 – komponentiň suwuk fazadaky mol paýy;

π – ulgamyň umumy basyşy.

Bu ýerden:

$$\alpha = (P_1 x_1) / (\pi x_1) : (P_2 x_2) / (\pi x_2) = P_1 / P_2$$

2. Eger, komponentleriň garyndysyna komponentleriň otnositel uçujylygyny ýokarlandyrýan üçünji komponenti goşulsa, olary bölmek üçin gerek bolan nazary tabaklar birden peseler. Eger goşulýan component başlangyç komponentlerden az uçujy bolsa, onda ony sütüniň aşagyndan galyndy bilen çykarylýar. Şeýle rektifikasiýa ekstraktiw rektifikasiýa diýilýär.

Ekstraktiw rektifikasiýa üçin erediji, erediji bilen bir faza görnüşinde alnan komponentleri gaýtadan kowmanyň kömegi bilen ýeňil bölüner ýaky ýeterlyk derejede ýokary gaýnama temperaturasy bolmaly. Ol bölünýän komponentleri gowy eretmeli, erediji-garyndy gatnaşygy ýokary bolmaly däl, tabaklarda iki fazany (gatлага bölünmegi) emele getirmeli däl.

Eger, goşulýan madda başlangyç komponentlerden has uçujy bolsa, onda ony, rektifikasion sütünä çig mal bilen bilelikde berilýär we ýokarky önmleriň buglary bilen çykarylýar. Şeýle rektifikasiýa azeotrop rektifikasiýa diýilýär. Bu ýagdaýda girizilýän madda çig malyň bir komponenti bilen azeotrop erginini berýär. Bu madda çykaryjy diýilýär.

Goşulýan madda kowulýan garyndynyň bir ýa-da birnäçe komponenti bilen hemişe gaýnaýan garyndyny azeotropy emele getirmeli. Bu maddanyň kowulýan maddanyň gaýnama temperaturasyna golaý gaýnama temperaturasy bolmaly. Bu bolsa azeotropyň gaýnama temperaturasy bilen garyndynyň komponentleriniň gaýnama temperaturalarynyň arasynda göz görtele tapawudy berýär. Goşulýan madda azeotrop erginden ýeňil bölünmeli.

Ideal däl erginleriň parsial we doýgun buglarynyň basyşy, Raul kanuny boýunça hasaplananlar bilen tapawutlanýarlar. Bu gyşarmany hásiýetlendirmek üçin, düzediş koeffisiýentini girizýärler we ol işjeňlik koeffisiýentini aňladýar:

$$p_1 = \gamma_1 P_1 x_1$$

Işjeňlik koeffisiýenti, garyndynyň galan komponentleriniň fiziki-himiki hásiýetleriniň we onuň konsentrasiýasynyň funksiýasy bolup hyzmat edýär.

Şeýlelikde, real garyndylar üçin otnositel uçujylyk olaryň doýgun buglarynyň basyşynyň işjeňlik koeffisiýentine bolan gatnaşygyna deňdir:

$$\alpha = (\gamma_1 P_1) / (\gamma_2 P_2)$$

4. Ekstraksiýa

1. Diňe bölüp alynýan bir ýa-da birnäçe komponenti saýlap eredýän suwuk eredijiniň (ekstragentiň) kömegi bilen suwuk garyndyny bölmek we gaty maddadan komponentleri aýyrmak prosesine **ekstraksiýa** diýilýär.

Başlangyç suwuk garyndy, şol garyndyda eremeýän ýa-da az ereýän ekstragent bilen işlenýär. Ekstragentiň başlangyç ergin bilen täsir edişmesi netijesinde ekstrakt we rafinat emele gelýär. Erginden bir ýa-da birnäçe komponenti saýlap alyjy eredijiniň (ekstragentiň) kömegi bilen bölmeklige suwuklykly ekstraksiýa diýilýär. Ekstragent bilen täsir edende, onda diňe bölüp almaly komponent gowy eräp, çig malyň galan komponentleri onda eremeýärler.

Suwuk-suwuk ulgamdaky ekstraksiýa prosesi himiýa, nebiti gaýtadan işlemekde, nebitiň himiýasy we beýleki senagat kärhanalarynda giňden ýaýrandyr. Bu proses organiki we nebit himiýasynyň sinteziniň önümlerini, käbir elementleri bölüp almakda ulanylan suwlary arassalamakda peýdaly ulanylýar.

Suwuk-suwuk ulgamdaky ekstraksiýa diffuzion proses bolup, ol bir-birinde eremeýän ýa-da çäkli (az) ereýän suwuk fazalaryň gatnaşmagynda geçýär. Ekstragirlenýän madda (ýa-da birnäçe madda) fazalaryň arasynda paýlanýar.

Prosesde ekstragentdäki bölüp alnan komponentiň erginine ekstrakt, ekstraginlenýän komponenti alnan ergine bolsa rafinat diýilýär.

Alnan ekstrakt we rafinat biri-birinde mahaniki ýa-da merkezi güýjiň täsiri bilen bölünip alynýar. Ekstraktdan degişli komponentleri rektifikasiýa usuly bilen bölüp alynýar. Rafinatdan bolsa ekstragenti regenirlenýär.

Ekstraksiýa prosesiniň beýleki bölme proseslerinden (rektifikasiýa, bugartma) esasy aýratynlygy onuň pes iş temperaturasynyň bolmagydyr. Proses köp halatda adaty (otag) temperaturada geçilýär.

Ekstraksiýa prosesini derman önümçiliginde antibiotikleri almakda ulanylýar. Antibiotikleri başga usullar

bilen bölmekligiň amatsyz bolmagy, olaryň ýokary temperaturada dargamagy bilen baglanyşykly.

Ekstraksiýa prosesini 2 sany topara bölmek bolýar:

1. Komponentleriň fiziki paýlanylmagy bilen geçýän ekstraksiýa
2. Komponent bilen eredijiniň özara himiki täsir etmegibilen geçýän ekstraksiýa.

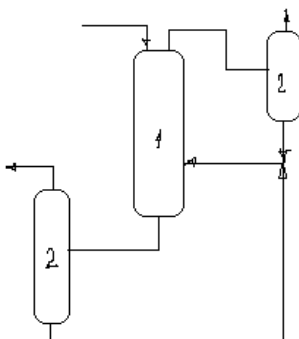
2. Garynydyny ekstraksiýa usuly bilen bölmeklik, ulanylýan ekstragentiň sanyna bagly we aşakdaky görnüşde tapawutlandyrylýar:

1. Azyndan üç komponentden ybarat bolan bir ekstragentli ekstraksiýa
2. Azyndan dört komponentden ybarat bolan iki ekstragentli (fraksion) ekstraksiýa.

Bir ekstragentli ekstraksiýa has giň ýaýran.

Ekstraksiýada birnäçe dürli çyzgylar ulanylýar:

1. Bir basgançakly
 2. Köp basgançakly
 3. Garşylykly
3. Eredijini gaýtadan dikeltme bilen ekstraksiýa

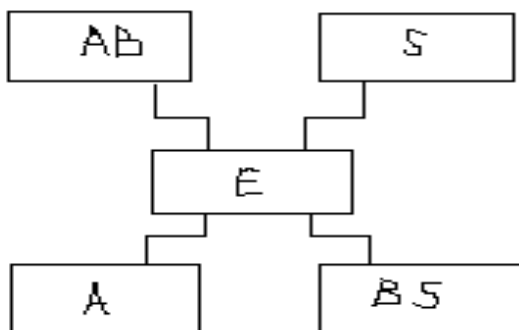


Surat 15. Eredijini gaýtadan dikeltme bilen ekstraksion desga

1 – ekstraktor; 2 – rektifikasion süstün

3. Hemme massaçalyşma prosesleri ýaly, ekstraksiýa prosesi hem deňagramlylyk ýagdaýyna çenli geçýär. Ekstraksiýa prosesinde suwuk fazada erän komponent iki suwuk fazada deňagramlylyk ýagdaýyna ýetýänçä paýlanýar. Ekstraksiýadaky fazalar deňagramlylyk ýagdaýy paýlanma kanuny bilen häsiýetlendirilýär. Bu kanun berlen temperaturada ekstraktaky we rafinatdaky paýlanýan komponentiň deňagramlylyk konsentrasiýasynyň gatnaşygyny görkezýär.

Ekstraksiýa prosesiniň geçişiniň ýönekeý çyzgysy aşakdaly görnüşde görkezip bolýar. Bu ýerde A+B bölüp almaly komponentli başlangyç garyndy. S bölüp almak üçin goşulýan ikinji erdediji – ekstragent. E – ekstraksiýa prosesi.



Rafinat

ekstrakt

$$K = y / x$$

$$C = K - F + 2$$

$$C = 3 - 2 + 2 = 3$$

Eger faza birwagtda komponent bolýar diýip kabul etsek onda:

$$C=K- F-2=(3-0+2)=3-2=1$$

Eger, $P=T=\text{const.}$

$$C=K- F=3-2=1$$

Ol massaçalyşma prosesiniň umumy deňlemesi boýunça aşakdaky deňleme bilen aňladyp bolýar:

$$G(y_{ah}-y_{baş})=Z(x_{baş}-x_{ah})$$

Bu ýerde

G – ekstragentiň massasy, kg/s

Z – çig malyň massasy.

y – paýlanýan komponentiň ekstragentdäki konsentrasiýasy.

x – paýlanýan konsratyň çig maldaky konsentrasiýasy. Onda ekstraktyň massasy

$$G = Z ((x_{baş}-x_{ah}) / (y_{ah}-y_{baş}))$$

Ekstraksiýa prosesiniň diagrammasynyň gurluşy, ulgam üç komponentli bolanlygy üçin, ol giň ýaýran üçburçlyk diagrammasy bilen şekillendirilýär.

4. Suwuk garyndyny ekstraksiýa usuly bilen bölmeklik aşakylardan jemlenýär:

1. Arasyndaky ýakyn galtaşma döretmek üçin başlangyç maddany ekstragent bilen garmak.
2. Iki sany garyşmaýan suwuk fazalary (ekstrakt we rafinat) bölmek
3. Ekstragentiň regenerasiýasy, ýagny ekstragenti ekstraktdan we rafinatdan aýyrmak.

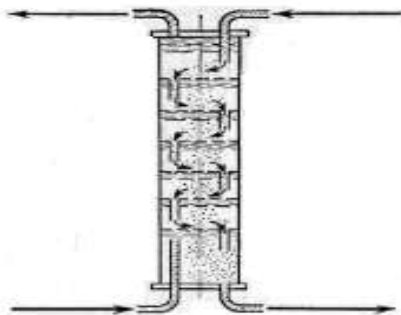
Hemme ekstraktorlar esasy üç görnüşe bölünýär:

1. garyjy-çökdüriji
2. basgançakly

3. differensial kontaktorlar.

Differensial kontaktorlar, esasan bu apparatlarda proses garşylyklaýyn akym boýunça geçirilip, galtaşma, çig malyň we ekstragentiň dykzlyklaryň ara tapawudy bilen döredilýär. Ol apparatlar aşakdaky görnüşde bolýarlar:

1. Garyjy-pürküji – bu görnüşdäki ekstraktorlar öndürjiligi az bolan önümçiliginde ulanylýar.
2. Tekjeli ekstraktorlar
3. Goýumly we elekli ekstraktorlar
4. Rotor-disk kontaktorlary.
5. Pürküji ekstraktorlar we başgalar.



Surat 16. Elekli ekstraktor

Pürküji sütün iň ýönekeý ekstraktor bolup, ol ýokary paýlama koeffisiýenti bolan ýagdaýynda ulanylýar. Elekli ekstraktorlar galtaşmany ulaltmak üçin ulanylýar.

Iň giň ýaýran kontaktor rotor-disk kontaktory bolup, ol ýokary paýlama koeffisiýenti bolan ýagdaýynda ulanylýar. Merkezde aýlanýan wala halka bilen gezekleşýän disk ýerleşdirilen. Galtaşma paýlanma koeffisiýenti ulaldýar.

5. Adsorbsiýa

1. Gaz garyndysyndan ýa-da erginden bir ýa-da birnäçe komponenti gaty madda-adsorbent bilen ýuwudylma prosesine adsorbsiýa diýilýär. Proses öwrülišlikli bolup, tersine geçýän proses desorbsiýa diýilýär. Ýuwudylýan madda adsorbat ýa-da adsorbtiv diýilýär.

Adsorbsiýa esasan çig malyň düzüminde ýuwudylýan maddanyň ýokary konsentrasiýasy bolmadyk ýagdaýynda, arassalamagyň doly derejede zerur şertinde ulanylýar.

Proses gazlary arassalamakda we guratmakda, erginleri arassalamakda we durylandyrmakda, gaz we bug garyndylaryny bölmekde giňden ulanylýar. Häzirki wagtda ammiagy arassalamakda, tebigy gazy guratmakda, sintetiki kauçuk önümçiliginde, monomerleri bölmekde we arassalamakda we başga maksatlarda ulanylýar.

Adsorbsiýa prosesi, başky reagentleriň adsorbirlenip, reaksiýanyň önüminiň bolsa desorbirlenmegi bilen geçýän geterogen kataliziň geçmegine ýardam berýär.

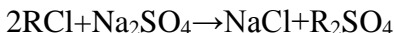
Adsorbsiýanyň fiziki we himiki görnüşleri bolýar.

Fiziki adsorbsiýada gaty ýuwudyjy bilen adsorbatyň (ýuwudylýan komponentiň) arasyndaky hiç hili himiki reaksiýa geçmeýär.

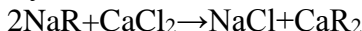
Himiki adsorbsiýada ýa-da hemosorbsiýada ýuwudylýan maddanyň molekulasy bilen adsorbentiň molekulasyň arasynda himiki baglanyşyk ýüze çykýar.

2. Adsorbent hökmünde maddanyň üst ýüzüne gatnaşdyrlan uly üst ýüzi bolan öýjükli gaty maddalar ulanylýar. Adsorbentler öýjügiň diametri boýunça makroöýjükli ($2 \cdot 10^{-4}$ mm), aralyk öýjükli ($6 \cdot 10^{-6}$ - $2 \cdot 10^{-6}$ mm) we mikroöýjükli ($2 \cdot 10^{-6}$ - $6 \cdot 10^{-6}$ mm) bolup bilýärler. Adsorbsiýa prosesiniň häsiýeti gözenegiň ölçegine bagly. Senagatda ýuwudyjy hökmünde işjeň kömür we mineral adsorbentler (silikagel, seolitler we başgalar) hem-de sintetiki ionçalyşjy smolalar (ionitler) ulanylýar. Ion çalyma reaksiýasy:

1. anion çalyşmasy: reaksiýasy:



2. kation çalyşmasy:



3. Adsorbsiýa prosesini üznükli we üznüksiz geçirilýär. Eger, adsorbsiýa prosesi üznüsiz geçýän bolsa, onda:

maddalaryň mukdary boýunça maddy balans:

$$G_{\text{baş}} + Z_{\text{baş}} = G_{\text{ahyr}} + Z_{\text{ahyr}} \quad (1)$$

paýlanýan komponent boýunça:

$$G_{\text{baş}} \cdot y_{\text{baş}} + Z_{\text{baş}} \cdot x_{\text{baş}} = G_{\text{ahyr}} \cdot y_{\text{ah}} + Z_{\text{ah}} \cdot x_{\text{ah}}. \quad (2)$$

bu ýerde x, y – iş konsentrasiýalary.

G_H, G_k, Z_H, Z_k – gaz we daty fazalaryň mukdary.

y_H, y_k, x_H, x_k – paýlanýan komponentiň

konsentrasiýalary.

Eger, adsorbsiýa prosesi üznükli geçýän bolsa, onda:

$$-G dY \, d\tau = S \, dH \, \rho \, dX$$

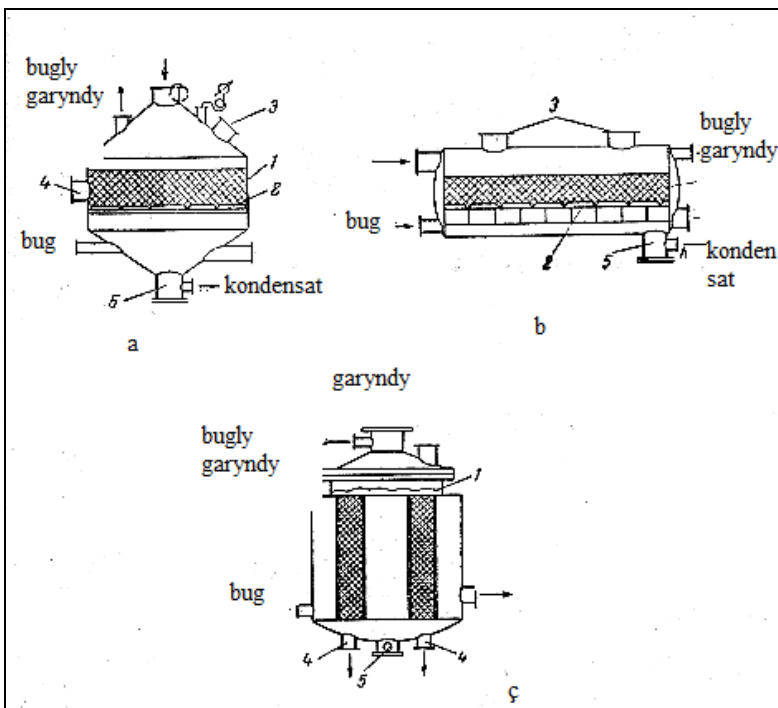
ýa-da

$$dY = (S \, \rho / G) (dH / d\tau) dX$$

bu ýerde g – wagt birligindäki gazyň mukdary; dH – adsorbentiň gatlagynyň beýikligi; ρ – adsorbentiň gatlagynyň dykzlygy; S – adsorbentiň kese-kesiginiň meýdany; dX – gaty ýuwudyjdaky komponentiň konsentrasiýasy.

Adsorbsiýanyň tizligine täsir edýän faktorlar:

- 1) Gaty maddanyň daşky ýüzüne ýuwudylyan komponentleriň beriliş tizligi.
- 2) Adsorbentiň gözeniginiň içinde garma tizligi.
- 3) Hususy adsorbsiýa. Bu örän çalt geçýär 1-gidrodinamiki kadada, akymyň tizligine, temperatura we ş.m. bagly.



Surat 17 : Hereketsiz däne görnüşli adsorbetli adsorber
a-wertikal : b-gorizontal: ç- wertikal halka gatlakly adsorbent

Desorbsiýa

1. Gaz garyndysyndan ýa-da erginden bir ýa-da birnäçe komponenti gaty madda-adsorbent bilen ýuwudylma prosesine adsorbsiýa diýilýär. Proses öwrülişikli bolup, tersine geçýän proses **desorbsiýa** diýilýär. Desorbsiýa, erginde erän gazy bölüp çykarma bolup, aşakdaky usullarda geçirilýär:

1. inert gazyň akymynda,
2. ergini bugardyp,
3. wakuumda.

Şeýle hem bu usullaryň birleşdirilen görnüşleri ulanylýar.

Inert gazyň akymynda kowmaklyk, absorbsiýanyň tersine geçýän prosesdir. Erginiň inert gazy bilen

galtaşmasynda erán gazlar gaz fazasyna geçýárler. Sebábi, erginiň ýüzündáki gazyň parsial basyşy gaz garyndysyndakydan kiçi. Prosesi goýmaly ýa-da barbotažly sütünlerde geçirýarler. Ergin sütüniň ýokarsyndan, inert gazyny bolsa aşakdan berilýár. Sütüniň aşaky böleginden dikeldilen ergin, ýokarsyndan bolsa – erginden bölünen gaz inert gaz bilen garyndy görnüşinge çykarylýár.

Inert gaz hökmünde köplenç howa ulanylýár. Munda bölünip alnan gaz halyndaky komponent arassa görnüşde alynman, howa bilen garyndy görnüşde bolýár. Şonuň üçin, gazdan bölünen komponent ulanylmaýan ýa-da şol komponentiň ýokary konsentrasiýasy gerek bolmadyk ýagdaýynda peýdalanylýan bolsa, bu usuly ulanylýár.

Suwda eremeýán gazlaryň desorbsiýasynda, inert gaz hökmünde suw bugy ulanylýár. Suw bugy bilen bölünen garyndy sütünden çykarlandan soň, kondensatora iberilýár. Ol ýerde suw bugy kondensirlenýár, bölünen component bolsa arassa görnüşde alynýár. Eger komponentiň gaýnama temperaturasy ýeterlik derejede ýokary bolsa (mysal üçin benzol), onda ol suw bugy bilen kondensirlenýár we suwdan çökdürme ýoly bilen bölünýár.

Ergini bugardyp kowma usuly, küték buguň kömegi bilen geçirilýár. Munda, dine bir bölünýán component dál, eýsem eredijiniň bir bölegi bugarýár.

Eredijiniň komponentini we buguny bölmek üçin rektifikasiýadan peýdalanýarlar. Şeýlelikde, prosesiň çyzgysy we ulanylýan apparat boýunça bu usul, rektifikasiýadan tapawutlanmaýár.

Wakuumda kowma, bugartma ýoly arkaly kowma bilen birleşdirilýár we atmosfera basyşynda ýuwudyjydan komponenti doly derejede bölüp bolmaýan ýagdaýynda

ulanylýar. Wakuumda kowma usulynda, desgada bölünýän gaz halyndaky komponent wakuum-nasos bilen sorulýar.

2. Adsorbsiýa prosesini üznükli (adsorbentiň hereketsiz gatlagynda) we üznüksiz – hereket edýän gatlakda ýa-a gaýnaýan gatlakda geçirilýär.

Adsorbsiýa prosesini hereket edýän gatlakda amala aşyrmakda, köplenç kese we dik adsorberler ulanylýar.

Üznükli adsorbsiýany köplenç dört faza usulynda geçirilýär. Olarda proses dört basgançak boýunça geçýär.

Birinji basgançak – hakyky adsorbsiýa, ýagny ýuwudyjynyň adsorbirlenýän komponent bilen doýmasy.

Ikinji basgançak – ýuwudyjydan, ýuwudylyan komponentiň desorbsiýasy.

Üçünji basgançak – ýuwudyjynyň guradylmasy.

Dördünji basgançak – ýuwudyjynyň sowadylmasy.

Ahyrky iki basgançagyň bolmadyk ýagdaýynda, prosesi geçiriliş usulyna üç fazaly diýilýär.

Şeýle-de, iki fazaly usul ulanylýar. Onda suw bugy bilen dikeldilen gyzgyn we çyg kömüre yzygiderlikde gyzgyn we sowuk bug-howa garyndysy berilýär. Munda guratma we sowatma prosesleri, ýuwudylyma bilen bir wagtda geçýär. Birinji basgançak gutarandan soň ýuwudylyan komponentleriň desorbsiýasyny suw bugy bilen geçirilýär.

Işiň usulyny saýlap almaklyk tehniki-ykdysady görkezijileriň esasynda amala aşyrylýar.

Ýylylygyň daşky gurşawa ýitgisini azaltmak üçin adsorberleri ýylylyk izolýasiýasy bilen örtýärler.

Gaýnaýan gatlakly adsorberlerde proses bir kameradan we köp kameradan durýar. Bu görnüşde, apparatda we pneumatiki turbalarda geçýän mehaniki garylma netijesinde döreýän adsorbentiň sürtülmä ýokary derejede berkligi bolmaly.

3. Adsorbsiýa prosesini geçirmek üçin aşakdaky adsorberler ulanylýar:

1. hereket etmeýän däneleýin adsorbentli;
2. hereket edýän däneleýin adsorbentli;
3. gaýnaýan gatlakly ownuk däneleýin adsorbentli.

Hereket etmeýän däneleýin adsorbentli adsorberler dik we kese görnüşdäki gap bolup, onda däneleýin adsorbent gatlagy ýerleşdirilendir.

Hereket edýän däneleýin adsorbentli apparatlar sütün görnüşinde bolup, ondaky däneleýin adsorbentler öz akymyna ýokardan aşak akýar, ýa-da ýörüte ugradyjy serişdeleriň kömegi bilen herekete getirilýär.

Gaýnaýan gatlakly ownuk däneleýin adsorbentli adsorbsiýa prosesini geçirlende, gatlagyň gidrostatiki garşylygy örän pes. Şonuň üçin gaz akymynyň tizligini hereket etmeýän gatlakdakydan birnäçe esse ýokary etmeli. Gazlaryň ýokary tizliginiň bolmagynyň hasabyna, faza galtaşmasyň has ýokarlandyryp bolýar. Gaýnaýan gatlakda, bölejikleriň doly derejede garylmagy netijesinde, çalt temperaturanyň deňleşmesi bolup geçýär we adsorbentiň aşa gyzmagynyň öňi alnýar.

Işlenen, adsorbentiň doýgun bölejikleriniň, gaýnaýan gatlakdan çykýan gaz akymy bilen galtaşmasynda adsorbentdäki ýuwudylan komponentiň bölekleyin desorbsiýasy geçip biler. Üznüksiz garyşdyrylma netijesinde, gaýnaýan gatlakda adsorbentiň gaty bölejikleriniň biri – birine ýokary derejede sürtülmesi bolup geçýär. Şonuň üçin teswirlenen proses üçin, ýeterlik derejede mehaniki taýdan durnukly adsorbent gerek.

Gaýnaýan gatlakly ownuk däneleýin adsorbentli adsorbsiýa prosesini geçirmekde ulanylýan apparatlar

1. birbasgançakly
2. köpbasgançakly

görnüşlere bölünýärler. Adsorbsiýa prosesi üznükli we üznüksiz desgalarda geçirilýär. Üznükli adsorbsiýa desgalarda proses dört sany zygiderlikde geçirilýär.

1.Ýuwudylma

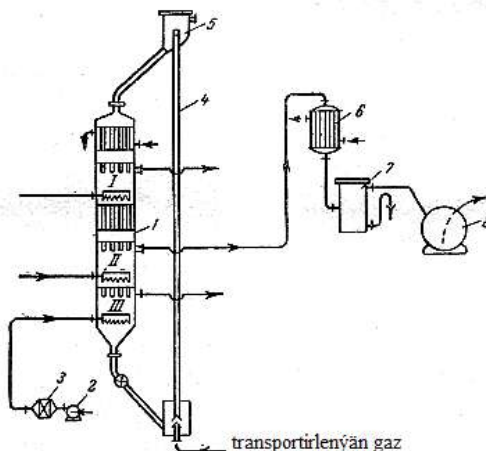
2.Adsorbentdäki siňdirilen gazy kowmak (desorbsiýa)

3.Adsorbenti guratmak

4. Adsorbenti guratmak

Üznüksiz adsorbsiýa prosesinde gazy adsorbirlemek üçin gezekleşýän iki ýa-da köp adsorberli desgasy ulanylýar.

Üznüksiz hereket edýän adsorbsion desgasy aşakda 17-nji suratda görkezilýär.



Surat 17: Üznüksiz hereket edýän adsorbsiýa desgasy

1-adsorber kolonnasy; 2-wentilyator; 3-kalorifer; 4-turba; 5-bunker; 6-kondensator; 7-seperator; 8-ammар.

6. Guratma

Ýylylyk guradylma ýa-da ýönekeý guradylma – bu gaty, çygly çig-maldan çyglylygy bygardyp ýa-da suwsyzlandyryp ýok etmek arkaly geçýän prosesdir. Guradyjyda gaty we pasta görnüşindäki maddalardan çyglylygyň ýok edilmegi iki esasy usulda geçirilýär:

1. Konwektiwnli guradylma – munda çig-mal bilen guradyjy agent bir-birine ýanaşyk durýar.
2. Kontaktly guradylma – bu diwardan ýylylyk geçirmek bilen guradylýan çig-mallary gyzdyrmak.

Bu usullar arkaly guradylmagyň shemasy aşakdaky suratda görkezilýär:

Guratmanyň statikasy. Guradylma prosesinde maddanyň bir fazadan beýleki faza geçmegi (suwuklygyň bugarmagy) ýylylyk bermek prosesi arkaly geçýär. Şonda fazalaryň temperaturalary birmeňzeş däl. Konweksiýa arkaly gaz görnüşli guradyjy agentden suwuklyga berilýän ýylylygyň mukdary şuňa deň:

$$Q_1 = \alpha * F * (t - v);$$

Bu ýerde:

t – gazyň temperaturasy.

v – çig-malyň temperaturasy.

α – ýylylyk beriliş koeffisienti.

Suwuklygyň bugarylmagynyň mukdaryny kesgitläp bolýar. Bu suwuklygyň mukdary gaz fazasyna bug görnüşinde geçýär we suwuklykdan gaza ýylylyk berýär. Şu aşakdaky aňlatma suwuklygyň bugarma ýylylygyna degişli:

$$Q_2 = M_r = r * K * F * (p^* - p);$$

Bu ýerde:

r – bugarma ýylylygy.

p^* - suwuklygyň üstündäki bugyň basyşy (v – temperaturada).

p – gaz fazasyndaky bugyň parsial basyşy.

Gazdan suwuklyga berilýän ýylylygyň jemi: $Q=Q_1-Q_2$;

Bu ýylylyk suwuklygyň gyzdyrylmagyna sarp edilýär.

Suwuklyk gyzdyrylanda onuň temperaturasy (v) we bugyň basyşy P ýokarlanýar. Şuňa degişlilikde Q_1 kiçelýär we Q_2 ulalýar. Haçanda Q_1 we Q_2 deňleşende $Q=0$ bolar. Şonda konweksiýa arkaly suwuklygyň gazdan alýan ähli ýylylygy suwuklygyň bugarma ýylylygy görnüşinde yzyna gaza gelýär. Şondan soňra suwuklygy gyzdyryp bolmaýar we hemme suwuklyk bugarýança hemişelik temperaturada onuň bugarmagy bolup geçýär.

Ýylylyk deňagramlylygyna ýetenden soň suwuklygyň bugarmagynda kabul edilýän temperatura – öl termometriň temperaturasy diýilýär we t_0 bilen belgilenýär. Bu temperatura termometriň şariginiň çyg mata bilen örtülende çyglylygyň bugarma ýagdaýyndaky temperatura. Öl termometriň temperaturasy $Q_1=Q_2$ şertde kesgitlenýär ýa-da

$$\alpha(t-t_0)=r \cdot K^*(p_0^*-p);$$

Bu ýerde:

p_0^* - t_0 temperaturadaky suwuklygyň üstki bugynyň basyşy.

Bu deňlemeden t_0 -ň kesgitlenişi saýlama ýoly arkaly tapylýar. Sebäbi p_0^* t_0 -niň funksiýasydyr. t_0 -niň kesgitlenişiniň başga usulyna soňra serederis.

Çyg material bugarmagy arkaly çyglylygy daşky sreda bermän, eýsem käbir şertde ol daşky sredadan çyglylygy siňdirip hem bilýär. Guratmany geçirmek üçin materialyň haýsy şertlerde çyglylygyny berýändigini bilmek gerek. Çyg materialy gurşaýan sreda çyg howadan ýada arassa suw

bugyndan durýar. Arassa suw bugy guradyja giren howanyň garyndysyndan durýar. Arassa suw bugynyň basyşyny ýada howadaky suw buglarynyň parsial basyşyny p_b bilen aňladarys. Guradylma geçirilende materialyň ýokarsyndaky suw bugynyň basyşy p_δ p_b -den uly bolmaly, ýagny $p_\delta > p_b$.

Ýokardaky aňlatmadan görnüşi ýaly p_δ basyşyň ýokarlanmagy guradylmagy ýeňilleşdirýär. p_δ ululyk material bilen çyglylygyň arasyndaky baglanyşygyň häsiýetlerine bagly.

Käbir wagt aralygynda guradylma materialyň çyglylygy belli bir predele ýakynlaşýar. Ol şu deňlemä laýyklykda geçýär: $p_\delta = p_b$.

Haçanda bu deňlik ýerine ýetende sreda bilen materialyň arasyndaky çyglylyk çalyşma prosesinde deňagramlylyk ýüze çykýar. Bu ýagdaýa materialyň durnukly çyglylygy degişli. Muňa çyglylygyň deňagramlylygy diýilýär. Şu ýagdaýda guratma prosesi geçmeýär. Çyglylygyň deňagramlylygy we guradylma prosesiniň geçişi guradylýan materialyň häsiýetlerine bagly. Material bilen çyglylygyň arabaglanyşygy mehaniki, fiziko-himiki we himiki bolup biler.

Ezilmekde materialyň uly kapillýarlaryny doldurýan çyglylyk we üst çyglylyk material bilen berk baglanyşmadyk ýagdaýyna material bilen çyglylygyň mehaniki arabaglanyşygy diýilýär. Bu ýagdaýda materialdan çyglylyk ýeňil aýrylýar.

Materialyň öýjüginin içine diffuziýa arkaly geçen ýa-da üstiň kiçi kapillýarlarynyň siňdiren çyglylygy material bilen berk baglanyşan bolsa onda bu baglanyşyga material bilen çyglylygyň fiziko-himiki arabaglanyşygy diýilýär. Bu baglanyşykda materialdan çyglylygy kyn aýryp bolýar.

Materialdan çyglylygy guratma prosesinde aýryp bolmaýan baglanyşyga material bilen çyglylygyň himiki arabaglanyşygy

diýilýär. Şonuň üçin hem guradyjynyň hasaplamasynda ol hasaba alynmaýar.

Çyglylygyň häsiýetlerine bagly bolmazdan material bilen ýakyn baglanyşykda bolan çyglylyga gigroskopiki çyglylyk diýilýär. Bu çyglylygy materialdan dolulygyna guratma usuly bilen bölüp aýryp bolmaýar. Çyg material guradylanda ilki bilen daşky çyglylygy, soňra berlen temperaturada we howanyň çyglylygynda gigroskopiki çyglylygy berýär. Materialdan ýylylyk guradylma şertlerinde bölüp aýrylýan çyglylyga erkin çyglylyk diýilýär.

Belli bir derejede howanyň temperaturasynyň ýokarlanmagy we onuň otnositel çyglylygynyň peselmegi bilen gigroskopiki çyglylygyň belli bir mukdaryny aýryp bolýar. Çyglylygyň bu mukdaryna, ýagny guratma ýoly bilen aýrylýan görnüşine bagly çyglylyk diýilýär.

Beýleki deň şertlerde deňagramlylykdaky çyglylyk näçe ýokary bolsa, şonçada çygly materialy gurşap alýan suw bugynyň basyşy ýokarydyr. Deňagramly çyglylygyň ululygy ω_d sredanyň temperaturasyna deň bolan materialyň hemişelik temperaturasynda suw bugynyň parsial basyşyna p_b baglylykda tejribe ýoly bilen kesgitlenýär. Tejribe maglumatlaryna görä deňagramly çyglylygyň diagrammada egrisini gurýarlar.

Egerde materialyň çyglylygy gigroskopik nokada laýyk gelýän çyglylykda bolsa, onda material çygly ýagdaýda saklanýar, çyglylygyň buglary bolsa onuň üstünde doýgun görnüşinde bolýar. ($p_b = p_d$). Şonuň üçin guratma daşky sredanyň islendik parametrlinde doly doýgunlaşýança geçýär. Gigroskopik nokada laýyk gelýän materialyň çyglylygy az mukdarda saklanýan bolsa, material gigroskopik ýagdaýda, ýagny onuň çyglylygynyň buglary onuň üst ýüzünde

doýmadyk görnüşinde bolýar. ($p_0 < p_d$). Şu ýagdaýda materialyň guradylmasy daşky sredanyň suw bugynyň basyşyna we materialyň çyglylygyna bagly bolýar. Çyglylygyň deňagramlylyk egrisiniň aşaky böleginde materialy doly guradyp bolmaýar we tersine bolan ýagdaýynda material daşky sredadan çyglylygy özüne çekýär. (sorbsiýa bölegi).

Guradyjynyň gurluşy. Öňden bilşimiz ýaly guradylma prosesi iki usul arkaly geçirilýär. Ýagny, konwektiwli we kontaktly guradylma. Bu usullarda ulanylýan guradyjy apparatlara hem konwektiwli we kontaktly guradyjy apparatlar diýilýär. Olar hem gurluşlary we işleýiş prinsipleri boýunça birnäçe görnüşlere bölünýärler. Geliň olara aýratynlykda seredeliň.

1. Gaty we pasta görnüşdäki materialdan çyglylygy aýyrmaklyk olaryň ugardylmagynyň arzanlamagyna we olaryň hökmany häsiýetlerini bermeklige kömek edýär. Şeýle-de olary saklananda ýa-da gaýtadan işlenende enjamlarda we turba geçirijilerde korroziýany azaldýar.

Materialdan çyglylygy mehaniki usul bilen aýryp bolýar. Mysal üçin: çäkdürme, süzme, sentrfigurirlme. Ýöne doly suwsyzlandyрма, bugartma ýoly bilen, ýagny guratma bilen gazanyp bolýar. Guratma prosesi, çylşyrymly diffuzion prosesdir. Ol biri-biri bilen özara baglanşykly iki prosesin birleşen, ýagny ýylylyk we massa çalyşma prosesidir.

2. Guradylýan materiala ýylylygy bermek boýunça guratmagyň aşakdaky görnüşleri tapawutlandyrylýar:

1. *konwektiw guratma.*
2. *kontaktly guratma*
3. *radiation guratma*- infra gyzyň şöhle bilen ýylylyk berme
4. *dielektriki guratma* - ýokary ýylylygy bolan tok meýdanynda gyzdyрма
5. *sublimasion guratma* - çuň wakuumda doňdyрма ýagdaýynda guratma

3, 4, 5 usul ýörite usul diýip atlandyrylýar, bu usullar örän seýrek ulanylýar.

Konwektiwli guradyjylar - konwektiwli guradyjy apparatlar işleýişi we öndürijiligi boýunça birnäçe ýagny, kameraly guradyjy, tunelli guradyjy, lentaly guradyjy, torly guradyjy, barabanly guradyjy, pnevmatiki guradyjy, raspylitelli guradyjy we gaýnaýan gatlakly guradyjy ýaly görnüşlere bölünýär. Bularyň hersine gysgaça seredip geçeliň.

Kameraly guradyjy. Bu apparatda çig-maly guratmaklyk atmosfera basyşda geçirilýär. Guradyjyda bir ýa-da birnäçe göniburçly kamerasy bar. Kameralarda polkalar ýa-da wagonjyklar ýerleşdirilýär. Guradylyan çig-mal şolaryň içinde gozganmaýan görnüşinde guradylýar. Kamera çig-maly gapyjyklar arkaly salýarlar we çykarýarlar. Wagonjyklary bolsa elde ýa-da guraljygyň kömegi bilen süýşürýärler. Kameraly guradyjynyň işleýiş shemasy aşakdaky suratda görkezilýär.

3. Material bilen çyglylygyň baglansygy aşakdaky görnüşlerde bolýar:

1. Himiki
2. Fiziki-himiki
3. Fiziki-mehaniki

Guratmagyň mehanizmi bu formalar bilen baglansykly, ýagny baglansyk näçe berk bolsa, şonça-da guratma prosesi kyn geçýär.

Has berk birleşen çyglylyk himiki baglansyk bolup, ol diňe ýokary temperaturada ýa-da himiki maddalaryň kömegi bilen aýyryp bolýar.

Guratma prosesinde, düzgün bolşy ýaly, material bilen fiziki-himiki we mehaniki baglanyşan çyglylyk aýrylýar.

4. Guradylan material boýunça maddy balans:

$$G_1=G_2+W \quad (1)$$

Guradylýan materialdaky absolýút gury madda boýunça

$$G_1(100-w_1) / 100 = G_2(100-w_2) / 100 \quad (2)$$

bu ýerde G_1 – çig materialyň mukdary, kg/sag

G_1 – guradylan materialyň mukdary, kg/sag

w_1 we w_2 - materialyň başky we ahyrky çyglylygy

W – guradylanda aýrylýan çyglylygyň mukdary

(1) Deňlemeden

$$G_1 = G_2 (100-w_2) / (100- w_1) \quad (3)$$

$$G_2 = G_1 (100-w_1) / (100- w_2) \quad (4)$$

$$W=G_1-G_2(5)$$

(2) deňlemä (3) bahasy goşulanda:

$$W = G_1 - G_2 (100-w_1) / (100- w_2) = G_1 (w_2-w_1) / (100- w_2) \quad (6)$$

G_1 bahasy:

$$W = G_1 (w_1-w_2) / (100- w_1) \quad (7)$$

(6) we (7) guratma prosesiniň maddy balansynyň esasy deňlemesi

5. Guratma prosesiniň ylylyk balansy, guratmaklyga näçe mukdarda ýylylygyň berilmegi bilen baglanşykly. Başlangyç we harçlanan mukdary ýazsak onda:

$$L(I_2-I_1) = \Delta$$

$$(I_2-I_1) / (x_2 - x_0) = (I_2-I_1) / (x_2 - x_1) = \Delta$$

Guradyjy kamerdaky girýän we harçlanýan ýylylyk:

- | | | | |
|----|------------|-----------|---------------|
| 1) | $\Delta=0$ | $I_2=I_1$ | ideal guratma |
| 2) | $\Delta>0$ | $I_2>I_1$ | real guratma |
| 3) | $\Delta<0$ | $I_2<I_1$ | real guratma |

Guratma prosesinde tizlik üýtgeýär, ilki başda uly ýagny mehaniki çyglylyk aýrylýar, soň tizlik peselýär. Iki sany egri tapawutlandyrylýar:

1. Guratma egrisi

2. Guratma tizligi

I – guratmagyň hemişelik tizligi, daşky diffuziýa bilen baglanşykly

II – guratmagyň tizliginiň peselmegi içki diffuziýa bilen baglanşykly

7. Çygly howanyň esasy görkezijileri

1. Konwektiw guratmada guradyjy agent materiala ýylylygyny berip, şol ýylylygyň netijesinde materialdan bugaryan çyglylygy alyp gidýär. Şeýlelikde, guradyjy agent hem ýylylyk, hem çyglylygy göteriji bolýar.

Çygly gaz, gury gaz bilen suw bugunyň garyndysydyr. Çygly howa hem çyglygy- hem ýylylygy göteriji bolup, onuň esasy görkezijileri aşakdaklardan ybarat:

1. Absolýut we otnositel (göräleýin) çyglylyk
2. Çyglylygy saklaýjylygy
3. Entalpiýasy

Absolýut çyglylyk 1 m^3 çygly gazdaky kg mukdarynda saklanýan suw bugunyň mukdary bilen kesgitlenýär.

Otnositel (göräleýin) çyglylyk (φ) ýa-da howanyň doýma derejesi diýip, 1 m^3 çygly howanyň düzümindäki buguň dykzlygynyň, berlen şertlerde, temperatrada we umumy barometriki basyşda, 1 m^3 çygly howanyň düzümindäki buguň iň ýokary dykzlygynyň gatnaşygyna aýdylýar:

$$\varphi = \rho_b / \rho_d$$

1 kg absolýut gury howa düşýän çyg howadaky suw bugunyň mukdaryna, howanyň çyglylygy saklaýjylygy diýilýär:

$$x = m_b / m_{g.h.} = \rho_b / \rho_{g.h.}$$

bu ýerde m_b , $m_{g.h.}$ – çygly howanyň berlen göwrümindäki suw bugunyň we absolýut howanyň agramy; $\rho_{g.h.}$ – absolýut gury howanyň dykzlygy.

2. Çygly howanyň esasy häsiýetlerini tehniki hasaplamalar üçin ýeterlik derejedäki takyklykda $I - x$ diagramma boýunça hasaplasa bolýar. Bu diagramma L.K.Ramzin tarapyndan 1918-nji ýylda işlenip düzüldi. Diagrammanyň kordinata

oklarynyň arasyňyň byrçy 135^0 deň. Diagramma aşakdakylar girizilen:

1. Hemişelik çyglylygy saklaýjylyk çyzygy ($x=\text{const}$) – dik göni çyzyk;
2. Hemişelik entalpiýa çyzygy ($I=\text{const}$) – absissa okuna parallel çyzyk, ýagny 135^0 burç bilen gidýän çyzyk;
3. Hemişelik temperatura çyzygy ýa-da izoterma ($t=\text{const}$);
4. Hemişelik otnisitel çyglylygy çyzygy ($\varphi=\text{const}$);
5. Cygly gazdaky suw bugunyň parsial basyşynyň çyzygy – olaryň bahasy kiçi ölçegde diagrammanyň sag tarapynda ýerleşdirilen we aşakdaky deňleme boýunça gurlan:

$$p_b = P \times (0,622 + x)$$

3. Eger, material cygly howa bilen galtaşykda duran bolsa, onda iki sany proses bolup biler:

1. howadaky ýa-da gazdaky parsial basyşdan ýokary bolan, materialyň üstündäki parsial basyşda guratma (materialdan çyglylygyň desorbsiýasy), ýagny $p_m > p_b$.

1. $p_m < p_b$ şertde çyglanma (material tarapyndan çyglylygyň sorbsiýasy).

Guratma prosesinde p_m ululyk kiçelýär we $p_m = p_b$ çäge golaýlaşýar. Munda dinamiki deňagramlylyk bolýar we oňa deňagramlylyk *çyglylygy* diýip atlandyrylýan w_p materialyň soňky çägendäki çyglylyk degişlidir.

Deňagramlylyk çyglylygy, materialyň üst ýüzündäki doýgun buguň parsial basyşyna bagly bolup, barlag usullary boýunça kesgitlenýär. Onuň üçin guradylýan material dürli otnositel çyglylyklary bolan gurşawa ýerleşdirilýär we yzygider terezide çekilip ölçenýär. Hemişelik agramy alan materialyň çyglygy hem, *deňagramly çyglylyk* bolýar. Adatça, nusganyň hemişelik agramyna, kükürt kislotasynyň ergini salnan eksikatorda ýetirilýär.

4. Guradyjylaryň gurluşlary dürli-dürli bolup, birnäçe görnüşlere bölünýärler:

1. Ýylylygy eltme usuly boýunça

a. konwektiw

a. kontaktly

2. Ulanylýan ýylylyk görterijileriniň görnüşi boýunça

a.howa

b. gaz

ç. bug

3. Guradyjy kameradaky basyş boýunça

a. atmosfera

b.wakuum

4. Prosesiň gurnalyşy boýunça

a. üznükli

b. üznüksiz

5. Guradylýan material bilen guradyjy agentiň biri birine hereketi

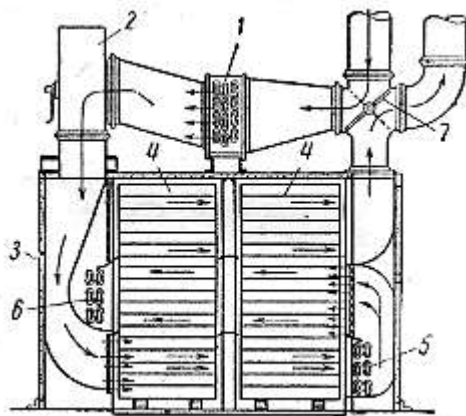
boýunça:

a. göni akymly

b. garşylykly akymly

ç. atanaklaýyn akymly

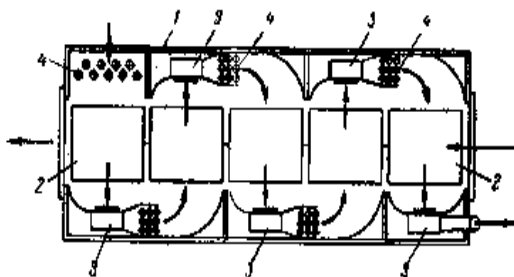
Kameraly guradyjylar atmosfera basyşynda, üznükli işleýän apparatlara degişli. Bu guradyjylar, material boýunça öndürilijiligi ýokary bolmadyk we guratmaklygyň ýokary temperaturasy gerek bolmadyk önümçiliklerde ulanylýar.



Surat 18. Howa aýlawly guradyjy

1,5,6-howaly gyzdryjy ; 2 – wentilýator; 3 – kamera; 4- wagonetka; 5- şiber.

Tunelli guradyjy. Bu apparatlar atmosfera basyşynda işleýän, dyngysyz hereketli kameraly guradyjydyr. Ol uzyn ýapyk tunel görnüşli guradyjy kameradan durýar. Guradylýan çig-mal onuň içinde wagonjyklarda ýa-da dyngysyz aýlanýan lentada ýerleşdirilýär. Tunelli guradyjynyň işleýiş shemasy aşakdaky suratda görkezilýär. Tunel (ýerasty geçelge) şekilli guradyjylar, kameraly guradyjylardan, biri-biri bilen yzygider birleşdirilen wagonetkalarynyň bolmagy bilen tapawutlanýarlar. Bu guradyjylar, köp mukdardaky materiallary guratmak üçin ulanylýar. Olarda, guradyjy agentniň bölekleyin gaýtadan dikeldilmesi ýerine ýetirilýär.

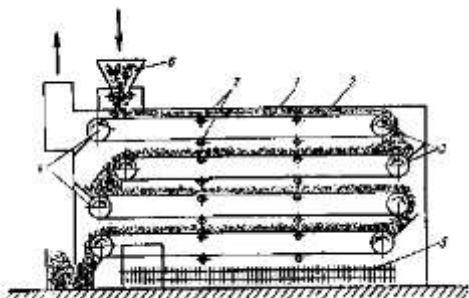


Surat 19. Tunel (ýerasty geçelge) şekilli guradyjy

1 – kamera; 2 – wagonetka; 3 – ventilýatorlar; 4 – kaloriferler.

Lentalý guradyjy. Bu apparadyň esasy bölegi bolup kamera dyngysyz gorizontál hereket edýän lenta bolup durýar. Çig-mal lentanyň başlangyç tarapyndan berilýär we beýleki tarapyndan guradylan görnüşde çykarylýar. Lentalary tutuşlaýyn (matadan) ýa-da gözenekli (demir gözenekden) edip ýasaýarlar. Lentalý guradyjynyň shemasy aşakdaky suratda görkezilýär.

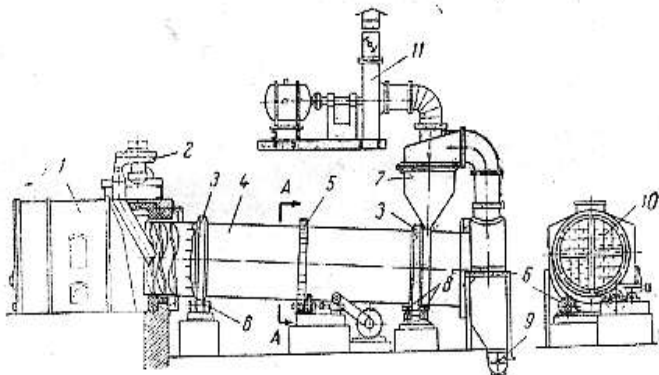
Lentalý apparatlar atmosfera basyşynda materiallary üznüksiz guratmakda giňden ulanylýar. Olar öz gezeginde bir lentalý we köp lentalý bolýarlar. Lentalý guradyjylar göwrümi boýunça ulý we işlemekde örän çylşyrymly.



Surat 20. Lentalý guradyjy

1 – guradyjynyň kamerasy; 2 – tükeniksiz lenta; 3 – alyp baryjy deprek;
4 – äkidiji deprekler; 5 – kalorifer; 6 – iýmitlendiriji; 7 – direg rolikler

Deprek şekilli guradyjy. Atmosfera basyşynda tokga, däne we ürgün materiallry guratmak üçin, deprek şekilli guradyjylar ulanylýar. Apparat garşylykly akym boýunça işleýär. Apparatda materiallaryň gyrađen ýaýramagy üçin, dürli görnüşdäki goýulmalar ulanylýar. Bu apparat iki sany bandažly silindr görnüşli barabandan durýar. Çig-mal siňdirijiniň kömegi bilen barabana berilýär. Ol ýerde çig-mal wintli lopostlar bilen kabul edilýär we biraz guradylýar. Soňra çig-mal barabanyň aýlanýan ugry boýunça nasatkanyň kömegi arkaly çykarylýar. Barabanly guradyjynyň işleýiş shemasy aşakdaky suratda görkezilýär



Surat 21. Deprek şekilli guradyjy

1 – ýakylýan ýer; 2 – iýmitlendiriji; 3 – direg rolikleri; 4 – deprek; 5-
dişli wanes; 6– direg-berkidiji rolikler; 7- siklon; 8-rolik; 9 – zatwor; 10 –
depregiň içki goýumy; 11 – howa çalşyjy.

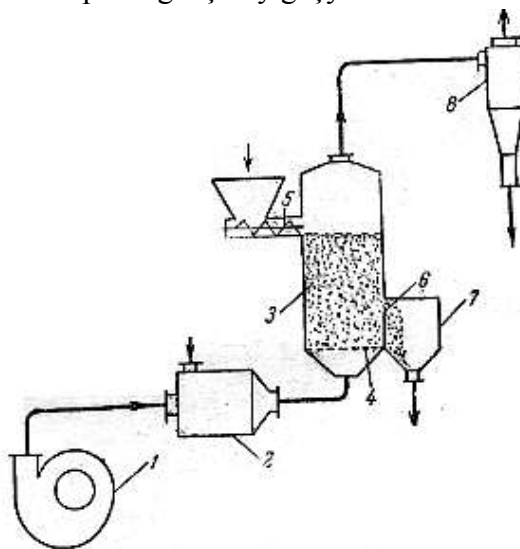
Pürküji guradyjylar. Bu guradyjyda guratma prosesi çygyň bugarmagy esasynda çalt geçýär. Ýagny, suwuk ergini tozanlandyrmak prinsipine esaslanýar. Başda ergin mehaniki

forsunkanyň kömegi bilen guradylýan kamera pürkülýär. Kamerada pürkülýän suwuklygyň damjalary birnäçe sekundyň dowamynda çyglylygyny ýitirýär we poroşok görnüşli bölejikler görnüşinde kameranyň düýbüne çökýär. Guradylan çig-mal kameranyň düýbünde aýlanyp hereket edýän gyryjy piljagazlaryň kömegi bilen daşyna çykarylýar. Pürküji suwuk erginiň hasabyna işleýän çyglylygyň üst meýdanynyň ýokarlandyrylmagy bien guratma prosesini çaltlandyrylýar. Pürküji guradyjy nyň üznüksiz işleýän shemasy 22-nji suratda görkezilýär.

Kontaktly guradyjylar -bu guradyjy topara degişli apparatlar hem özaralarynda işleýiş prinsipleri boýunça birnäçe görnüşe ýagny, wakuum-guradyjy şkaflara, garşylykly hereket edýän kontaktly barabanly guradyjlara, walesli guradyjlara bölünýär. Olaryň käbirlerine seredeliň.

Wakuum-guradyjlar – bu gurlyşy boýunça ýönekeý kontaktly guradyjy apparatlara degişli. Ol içinde silindr ýa-da göni burçly kese-kesikli kameradan durýan apparat. Kameranyň içinde bug bilen gyzdyrylýan plitalaryň hatary bar we olaryň üstünde guradylýan çig-mal ýerleşdirilýär. Çyglylygyň bugy wakuum-nasos arkaly kondensatora berilýär we ol ýerde howadan bölünýär. Birnäçe tapawutlylygyna garamazdan (gurлуşynyň ýönekeýligi, dürli materialyň bir wagtda guradylmagy) wakuum-guradyjy şkaflar pes öndürililigidir. Bu apparadyň işleýiş shemasy aşakdaky suratda görkezilýär.

Guradyjy agentniň bilen guradylan çig-malyň gaty bölejikleri siklonda (8) bölünip aýrylýar. Gaýnaýan gatlakda guradyjy agent bilen gaty bölejikleriň temperaturasy deňleşýär we ol ýerde gaz we gaty fazalaryň arasynda massa we ýylylyk çalyşma prosesleri bolup geçýär. Şonuň netijesinde birnäçe minudyň dowamynda guradyлма tamamlanýar. Gaýnaýan gatlakly guradyjylarda guradyjy agent hökmünde gyzdyrylan gazy we howany ulanýarlar. Guradyлма prosesi üznüksiz gaýtalanýan hereketde geçýär. Şeýle hem üznüksiz guradyлма birbasgançakly we köp basgançakly geçýär.



Surat 23. Gaýnaýan gatkakly guradyjy

1-wentilýator; 2-garyjy kamera; 3-guradyjy kamera; 4-gaz paýlaýjy gözenek; 5-ýmitlendiriji; 6- 7-ýygnaýjy; 8- siklon.

8. Mehaniki prosesler we apparatlar

1. Döwmek we ownatmak gaty maddalary mehaniki taýdan owratmak posesidir. Owratmak netijesinde işlenýän materialyň üst ýüzi ulalýar. Ownuk böleklere ýa-da tozga dörnüşe çenli kiçeldilen gaty materiallary ulanmaklyk, eremekligi, ýakmagy, himiki täsirleşmáni ýagny, gatnaşýan gaty maddanyň üst ýüzi náçe uly bolsa, şonça-da dürli prosesler çalt geçýär.

Házirki wagtda materiallary ownatmak üçin göwrümi boýunça 2 m^3 çenli bölekleri alyp bolýan şekli owradyjylardan başlap, bölejikleriň ölçegleri $0,1 \text{ mk}$ çenli bolan bölejiklere owradýan kolloid degirmenlerine çenli bolan dürli görnüşdäki maşynlar ulanylýar.

Owratmaklyk we üwemeklik ownatma derejesi bilen kesgitlenýär. Ol, materialyň uly bölekleriniň owratmazdan öňki diametriniň d_b , owratmadan soňky dimetrine d_a gatnaşygyny aňladýar:

$$i = d_b / d_a$$

Başlangyç we ahyrky iň uly ölçeglere baglylykda, ownatmaklygyň aşakdaky görnüşleri tapawutlandyrylýar:

Owratmaklyk	d_b , mm	d_a , mm	Owratma derejesi
Iri (döwme)	1500-150	250-40	2-6
Ortaça (döwme)	250-40	40-6	5-10
Ownuk (döwme)	26-3	6-1	10-50
Inçe (döwme)	10-1	$1-75 \cdot 10^{-3}$	~ 100
Aşa inçe (döwme)	12-0,075	$75 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-4}$	-

Iri we ortaça döwmede düzgün boýunça gury usul, ownuk we üwemeklik bolsa hem gury, hem öl (çyg) usulynda (suw gurşawynda) geçirilýär. Öl usulynda tozan emele gelmesiniň önüni alynýar we alynýan önümiň ölçegi gyra deň ölçegde alynýar. Şeýle hem önümiň çykarylması ýeňilleşýär.

Täsir edýän mehaniki güýji saýlap almaklyk materialyň portlygyna we berkligine bagly. Gysylanda gatylyk çäğine baglylykda materialar aşakdaky görnüşlere bölýärler:

	σ , kgg/sm ²	σ , Mn/m ²
Gaty (granit, diabaz we başgalar)	500- den ýokary	50- den ýokary
Orta gatylykly (hek daşy, daş duzy, antrasit we başgalar)	100-500	10-50
Ýumşak (kömür, toýun we başgalar)	100-den aşak	10-den aşak

Adatça materialy ownadanlarynda, dürli görnüşdäki güýçler bilelikde ulanylýar. Mysal üçin, gysmak we urmak, sürtmek we urmak.

Kiçeltmeklik esasy iki sany çyzgy boýunça ýerine ýetirilýär:

1. açyk sikl

2. ýapyk sikl

Birinji çyzgy boýunça, material derirmenden bir gezek geçýár, ýapyk siklde bolsa materialyň köp bölegi degirmenden birnäçe gezek geçýár. Sebábi, rugsat berilmeýán ölçegde bolan material degirmene gaýtarylyp berilýár. Bu bolsa döwürjiniň ýada degirmeniň ownadylan materialy ululyklary boýunça bölüjiler bilen birleşdirmek ýoly arkaly gazanylýar.

2. Ownatma prosesi köp mukdarda energiýany harçlamak bilen baglanyşykly. Şonuň üçin, başlangyç material ownatma prosesine berilmezden öň ölçegleri boýunça böleklere (klasa) bölýärler. Şeýlelikde, energiýanyň az harçlanmagyny, aşa owratmazlygy we ölçegleri boýunç gyradeň önümleri almaklygy gazanylýar.

Energiýanyň harçlanmasy ownatma prosesini hásiýetlendirýár. Ownatmaklyga harçlanýan energiýany, ownatma nazarýetinden kesgitlese bolýar. Házirki wagtda iki nazarýet bolup, ol aşakdakylardan ybarat:

Ownatmaklygyň görnüşleri

Ownatmaklygyň görnüşleri	Maşynlaryň görnüşleri
Iri döwme	Şekli döwürji Konusly döwürji
Ortaça döwme	Konusly döwürji Walkaly döwürji

Ownuk döwme	Walkaly döwüji Çekiçli döwüji Urujy-merkezden aýlanýan döwüji we gegirmen
Inçe döwme	Urujy-merkezden aýlanýan döwüji we degirmen Deprekli döwüji Rolikli-halkaly döwüji
Aşa inçe döwme	Silkeýji degirmenler we döwüji Akymly-silkeýji döwüji Kolloid degirmenleri

Rettinger tarapyndan hödürlenen üst nazarýeti, ownatmadaky iş, materialyň üstüniň bozulmagy boýunça molekulalaryň dartyлма güýjini ýeňip geçmek üçin harçlanýar.

Materialyň bölekleriniň udel üsti aşakdaky deňleme boýunça aňladylýar:

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

1874-nji ýylda W.L.Kirpiçew, soňra 1885-nji ýylda Kik tarapyndan hödürlenen göwrümleýin nazarýet, materialy bozmak üçin owratmada iş, deformasiýa harçlanýar. Munda iş çakli deformasiýany gazanmak üçin harçlanýar.

Guk kanunundan ugur alyp, materialy gysmada deformasiýa üçin harçlanýan işi aşakdaky gatnaşyk boýunça hasaplap bolýar:

$$A = \sigma_w^2 \Delta V / 2 E$$

bu ýerde ΔV – bozmadan öň deformasiýa netijesinde materialyň bölekleriniň göwrüminiň kiçelmegi, sm^3 ; E – materialyň çyýelik moduly, kg/sm^2 ; σ_w – gysylma, wagytlaýynça garşylyk, kg/sm^2 .

3. Iri ölçeglerde döwmeklikde, şekli we konusly döwüjiler ulanylýar. Bu döwüjilerde materiallary iki sany hereket edýän we hereket etmeýän şekleriň kömegi bilen gysmak arkaly ýerine ýetirilýär. Bularyň esasy aýratynlyklary olaryň ýönekeýligi, gurluşy boýunça ynamdarlygy we giňden ulanylmagy, hyzmat etmekde ykjamlylygy we ýeňil bolmagydyr.

Döwüji täsiriň yzygider häsiýeti we hereket edýän materialyň deňagramlylygynyň doly bolmanlygy, ses we titretmäni (wibrasiýa) berýär. Bu bolsa, ol apparatlaryň kemçiligine degişli.

Konus şekilli döwüjiler, içki hereket edýän we daşky hereket etmeýän döwüji konuslaryň biri-birine ýakynlaşmasy bilen ownatmaklyga esaslanandyr. Konus şekilli döwüjiler niýetlenişi boýunça iri, orta we ownuk döwüjilere bölünýärler. Konus şekilli döwüjiler, şekli döwüjiler bilen deňeşdirilende, ýokary öndürijiligi bilen tapawutlanýarlar.

Kemçiliklerine bolsa, çylşyrymly we gymmat gurluşlary, ýokary beýikligi, has çylşyrymly hyzmat etmesi degişlidir.

Orta we ownuk döwmeklik wally, urujy-merkezden aýlanýan maşynlarda amala aşyrylýar. Wallar çöýundan ýasalýar. Olaryň aýlaw tizlikleri 2 – 4,5 m/sek deň.

Senagatda wally döwüjiler wallarynyň sany boýunça bir- we köp wally bolup bilýärler.

4. Gaty materiallaryň tokgalarynyň ölçeg ululyklarynyň mehaniki ýol arkaly kiçeldilme prosesine *ownadyлма* diýilýär.

Materialyň iri tokgalarynyň uşadylmagyna *owradylma* diýip atlandyrylýar, ownuk-uşak tokgalarynyň ownadylmagyna bolsa *üweme* diýilýär.

Harç edilýän energiýanyň möçberi, maşynlaryň (owradyjlaryň) abatlama we çalt hatardan çykan şaýlaryny çalyşma bahalary boýunça – ownadylma in gymmat düşýän prosesleriň biridir. Şonuň üçin hem her uşadylan materialy synagdan geçirmelidir. Şundan ugur alyp, ownadylan materialyň her biri üçin döwlet standarty (TDS) bar. Meselem, eger-de material gaýtadan owradylan we döwlet standartyna laýyk gelmeýän bolsa, ýagny onuň owradylmagyna has köp energiýa harç edilse, onda bu önümiň özüne düşýän bahasy ýokarlanar.

Owradygy maşynlaryň işiniň esasy görkezijisi *owradylma derejesidir*. Owradylma derejesi – munuň özi başda alnan materialyň tokga bölekleriniň kese kesiginiň ölçegleriniň ol materialyň owradylandan soňky tokgalarynyň kese kesiginiň ölçegleriniň ululyklaryna bolan gatnaşygydyr.

Owradylmanyň hiline baha bermek üçin elekleýin seljerişi ulanyp, materialyň tokgalarynyň garyndysynyň d_{ort} ortaça diametri boýunça owradylma derejesini kesgitlemek kabul edilýär:

$$d_{ort} = d_1 \cdot x_1 + d_2 \cdot x_2 + d_3 \cdot x_3 / x_1 + x_2 + x_3 = \sum d_n \cdot x_n / 100 \quad (1)$$

bu ýerde $x_1, x_2, x_3 \dots$ - her fraksiýanyň massalaýyn prosenti ($\sum x = 100\%$)

d_1, d_2, d_3 – elekleýin seljerişiň aýratyn alnan fraksiýalarynyň zerileriniň (däneleriniň) ortaça ölçegleri, ýagny iki elegiň: berlen fraksiýanyň hemme zireleri içinden geçen in ýakyn ýokarky elegiň we şol fraksiýanyň zireleri saklanyp galan elegiň deşikleriniň ölçegleriniň ýarym jemi.

Owradylma prosesi köplenç birnäçe sapa geçirilýär, şunlukda onuň:

- 1) 200 mm-den 3 mm-e çenli – *gödek ownadylma* ýa-da *owradylma*,
- 2) 3 mm-den 0,1 mm-e çenli – *maýda ownadylma* ýa-da *üwelme* görnüşleri kabul edilen.

Ürgün materiallaryň tokgalarynyň ýa-da zireleriniň ölçegi boýunça bölünmegine *materiallaryň klassifikasiýasy* diýilýär.

1. Elekden geçirme – munuň özi mehaniki klassifikasiýadyr, eleklerde elegiň iç ýüzüniň deşiklerinden kesgitli bir ölçegden kiçi gelýän tokgalar geçýärler, galanlary bolsa, elegiň üst ýüzünde (içinde) galýarlar.
2. Gidrawliki klassifikasiýa – garyndylaryň suwda birmeňzeş deň çökme tizlikleri bolan zireleriň fraksiýalaryna (zirelerine) bölünmegidir.
3. Howa separasiýasynda garyndy howada birmeňzeş deň aşak gaçma

tizlikleri bolan zireleriň fraksiýalaryna bölünýär.

Elekden geçirme – bu klassifikasiýanyň has ähli taraplaýyn (uniwersial usulydyr). Ol tokgalary dürli (250 mm-den 1 mm-e çenli) irlikdäki materiallary bölmek üçin ulanylýar.

Klassifikasiýa goşmaça operasiýa hökmünde materialy owradylmaga deslapky (uşak materiallary aýyrmakda ýa-da biçak iri-uly materialy ikinji gezek ownadylmaga gaýtarmak üçin), şeýle hem özbaşdak operasiýa biçak iri-uly materialy ikinji gezek ownadylmaga gaýtarmak üçin), şeýle hem özbaşdak operasiýa hökmünde – kesgitli berlen zire düzümi bolan taýyn önümi almakda ulanylýar.

Klassifikasiýa elekleyin seljerişde, ýagny materialyň zireleyin düzümini kesgitlemekde giňden ulanylýar. Meselem, aýlanýan okly (wally) owradyjydan geçenden soň, owradylan kerpijiň 2 mm deşikli elekdäki galyndysy 20%-den köp

bolmaly däl. Elekleýin seljerişin geçirilmegi netijesinde deşikleriň giňligi 2 mm bolan elekde galan jemleýin galyndynyň 15%-digi kesgitlenildi. Berlen tehniki şertlere görä şol elekde galan galyndy 20%-den köp bolmaly däl, diýmek, owradyjynyň wallarynyň gurnalyşyny kanagatlanarly hasaplasa bolar. Eger-de elekdäki galyndy 20%-den köp bolan halatlarynda material uşagrak owradylar ýaly owradyjynyň wallaryň arasyny biraz daraltmaly bolardy. Tersine, elekdäki galyndy has az (meselem 10%-e çenli) bolsa onda materialyň zireleriniň ölçegleri onçakly kiçi bolmazlygy üçin we takmynan 2 mm-e laýyk bolar ýaly owradyjynyň wallarynyň arasyny biraz açmaly.

Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusisiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasy. “Türkmenistan” gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. А.Г. Касаткин. Процессы и аппараты химической технологии, М., Химия, 1973
11. А.Н.Плановский, . Процессы и аппараты химической технологии, М., Химия, 1987
12. К.Ф. Павлов, П.Г. Носков, А.А. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л., Химия, 1987

13. Ю.И. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии,(Указание по проектированию).М., Химия, 1987
14. Галперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии, М., Химия, 1981
15. Б.М.Рамм. Адсорбция газов, М., Химия, 1976
16. Т.І.Prožorina, В.Ў.Atamanow. Gidromehaniki ýylylyk we massaçalyşma prosesleri we apparaturalary(metodiki gollanma) Aşgabat, 1991

MAZMUNY

Giriş	7
1.Massa çalyşma prosesleri we apparatlary	10
1.1.Massa çalyşma prosesiniň maddy balansy.....	14
1.2.Massa geçirijileriň göwrümli koeffisiýenti.....	18
2.Absorbsiýa.....	22
2.1.Goýumly sütünler.....	30
3.Suwuklyklary gaýtadan kowmak.....	38
3.1Gaýtadan kowmanyň görnüşleri	42
3.2.Rektifikasiýa.....	45
4.Ekstraksiýa.....	54
5.Adsorbsiýa.....	59
6.Guratma.....	66
7.Çygly howanyň esasy görkezijileri.....	74
8.Mehaniki prosesler we apparatlar.....	83
Edebiýatlar.....	91