

**K.A. Saryýew, G.M. Gylyçdurdyýewa, A.J. Joraýew,
M.I. Gylyçdurdyýew**

TEHNOLOGIK PROSESLER WE ENJAMLAR

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrliги
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
«Ylym» neşirýaty
2019

Saryýew K.A. we başg.

S 22 Tehnologik prosesler we enjamlar. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Ylym, 2019. – 364 sah.

Bu okuw kitabynda himiýa önümçiliginiň tehnologik prosesleriniň maşynlarynyň we enjamlarynyň gurnamalary, işleýiş düzgünleri, ulanylýan ýerleri we olaryň berklige hem-de durnuklylyga hasaplanylýşynyň usullary beýan edilýär, şeýle-de tehnologik prosesleriň enjamlaryny gurnamagyň, bejermegiň usullary we olaryň özleşdirilen täze gurnamalary barada maglumatlar hem berilýär. Bu okuw kitaby ýokary okuw mekdepleriniň inžener-tehniki hünärlerinde, hususan-da «Awtomatika we tehniki ulgamlarda dolandyryş», «Senagat desgalarynyň we tehnologik toplumlaryň elektrik hereketlendirilişi hem-de awtomatikasy», «Ýylylyk elektrik stansiýalarynda suwuň we ýangyjyň tehnologiýasy», «Energetika pudagynyň ykdysadyýeti we dolandyrylyşy», şeýle-de nebit-gaz pudagyna degişli hünärlerde okaýan talyplar üçin niýetlenendir.

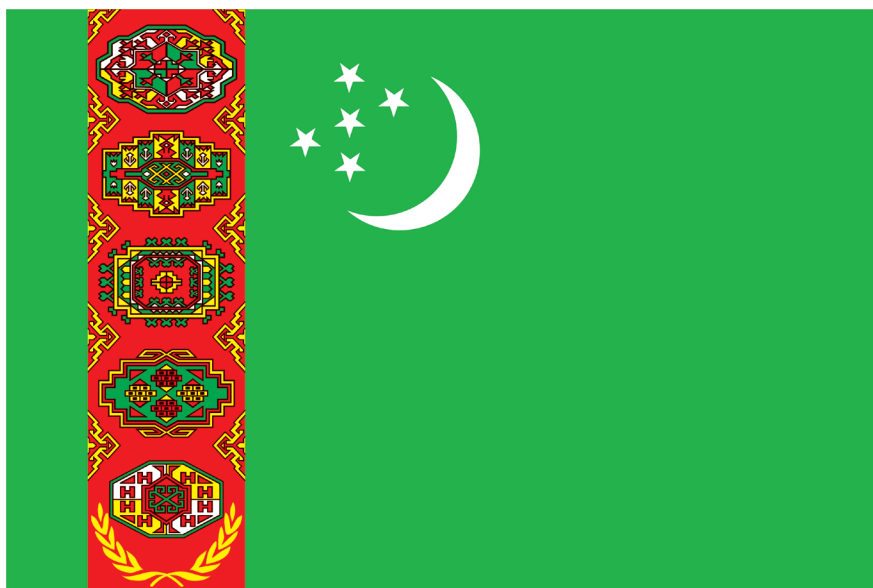
Şeýle hem bu kitapdan degişli orta hünär okuw mekdepleriniň talyplary hem okuw gollanmasy hökmünde peýdalanyp bilerler.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

Gaytalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaytalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow:

«Bilim we ylym Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwrüniň döredijilik güýjüniň binýadydyr. Hut şonuň üçin hem, Garaşsyz Watanymyzyň mundan beýläk-de gülläp ösmegi, durmuşymyzyň has-da gözelleşmegi, ylymly, bilimli, ukyply ýaşlara baglydyr. Özüňize bildirilýän ynamy ödemek, siziň mukaddes borjuňyz bolmalydyr».

GIRIŞ

Garaşsyz hem baky Bitarap Türkmenistan döwletimiz täze zamanda, bagtyýarlyk döwründe uly ösüşler ýoluna düşdi. Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň yglan eden «Döwlet adam üçindir!» diýen döwlet syýasaty bu gün sözüň doly manyсында halkyň, ýurduň bähbidinden ugur alýar. Her ulgamda gazanylýan beýik ýeňişler, ýetilýän sepgitler, guwandyrýjy netijeler Türkmenistany бүтін дүнйә мәлим едýär. Türkmen halky ýurt Baştutanymyzyň ýolbaşçylygynda ýurduň ykdysady, syýasy, medeni, ýaşayyş durmuşynda, bilim syýasatynda uly ösüşlere eýe bolýar.

Türkmenistanyň elektrik energetika pudagy – milli ykdysadyýetimiziň ileri tutulýan pudagydyr. Ýurdumyzda münlerçe kärhanalar her gün, her sagat elektrik energiýasyny peýdalanyp işleýärler, önüm öndürýärler, Türkmenistanyň gülläp ösmegi üçin öz goşantlaryny goşýarlar. Türkmen şäherlerinde we obalarynda her agşam millionlarça elektrik çyralary ýanýar, täsin ýagtylandyrylýan ak mermerli köşkleri, giň we ýagty köçeleri, jaýlarynyň sansyz-sajaksyz yşyklandyran aýnalary bolan türkmen paýtagtyna seretdigiňçe, seredesiň gelýär.

Ýurdumyzda ýylyň-ýyllyna täze-täze kärhanalar, stanoklar, şäher yşyklary barha köpeliýär. Sebäbi ykdysady ýokary göterilişde, Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň durmuşa geçirýän giň gerimli özgertmeleri Türkmenistanyň önünde täze mümkinçilikleri we sepgitleri açýar. Öz ýurdumyzyň we daşary ýurtdaky sarp edijileriň zerurlygyny üpjün etmek üçin energetikler hem döwrüň talabyny ödemäge taýýar. Sebäbi bu gün elektrik energiýasyna döredişiň we öňe gidişiň energiýasy diýmäge doly haklydyrys.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň nygtaýşy ýaly: «Bu gün türkmen elektrik energiýasy goňşy döwletlere – Türkiýä, Eýrana, Täjigistana, Owganystana barýar, biz hem, degişli taraplar ýaly, bu hyzmatdaşlygyň giňeldilmegine, täze energiýa bazarlaryna çykmaklyga gyzyklanmaklyk bilen garaýarys».

Türkmen energetika ulgamy bilen Merkezi Aziýanyň birleşen energetika ulgamynyň arasynda elektrik baglanyşygy bar. 220 kilowatlyk Balkanabat – Gonbat elektrik geçirijisi boýunça elektrik energiýasynyň eksporty başlanandan soň, Eýrana bolan energetika «köprüsi» işläp başlady. Hut şu geçiriji elektrik energiýasyny Türkiýä çykarmak üçin energetika geçelgesiniň bir bölümi boldy. 2004-nji ýylda türkmen elektrik energiýasyny Eýranyň demirgazyk-gündogar welaýatlaryna bermegi üpjün edýän elektrik geçirijisi işe girizildi.

Türkmenistan Owganystanyň uruşdan soňky dikeldiş prosesine işeňňir goşuldy. Biziň ýurdumyz bu döwlete elektrik energiýasyny ýeňillikli bahalar bilen bermekligi amala aşyrýar hem-de berilýän elektrik togunyň mukdaryny barha art-dyrýar. Türkmen energetikleri Owganystanyň demirgazyk we günorta-günbatar welaýatlarynda elektrik geçirijileriň 300 kilometrden gowragyny gurdular hem-de durkuny täzelediler, bu iş geljekde-de dowam etdiriler.

Türkmenistanyň Energetika we senagat ministrliginiň düzümine «Türkmenmaşyngurluşyk» konserni hem degişlidir. «Türkmenmaşyngurluşyk» konserni 1995-nji ýylda döredildi. Ol önümçiligiň ähli tapgyrlaryny – aýry-aýry şaýlardan taýýar önüme çenli üpjün etmäge ukyply ondan gowrak maşyngurluşyk zawodlaryny öz içine alýar. Baş wezipe – elektrik geçirijiler üçin metal sütünler, kiçi beketleriň girelgeleri (portallary), asma-hatar enjamlary ýaly energetika pudagy üçin zerur bolan önümleri öndürmek. Bar bolan kabel önümçiligi, simleriň we güýç kabelleriniň aýry-aýry kysymalaryny işläp çykarýar. Durmuşda ulanylýan elektrik armaturalarynyň dürli görnüşleri öndürilýär. Konserniň kärhanalarynda ilatyň sarp edýän harytlarynyň, gurluşyk enjamlarynyň, metal gurnamalaryň, durmuş taýdan hyzmat edýän hojalyklar üçin önümleriň önümçiligi özleşdirildi. Ýurduň nebit-gaz toplumu üçin geçiriji turbalarda nebit önümlerini ýyladyjylaryň, nebit guýulýan gurluşlaryň, buraw enjamlary üçin ätiýaçlyk şaýlaryň, buraw erginlerini taýýarlaýyş ulgamlaryň önümçiligi ýola goýuldy.

Türkmenistan dürli çig mala we önüm gorlaryna baý döwletdir. Türkmenistanyň dürli görnüşli organiki we mineral serişdelere baýdygy, ýurdumyzdaky himiýa we nebiti gaýtadan işleýän senagatlaryň döwletimiziň ýkdysadyýetiniň esasy pudaklary bolup durýandygy, tebigy gazy, ýody, bromy we dürli duzlary gazyp almak hem-de işläp çykarmak boýunça Türkmenistanyň dünýäde öňdäki orunlarda durýandygy şübhesizdir. Türkmenistan Watanymyzyň geljegi ýurdumyzyň kärhanalarynyň şu günki ýagdaýyna we işe goýberilýän täze tehnologiýalaryň ösüşine köp derejede baglydyr. Tehnologik kärhanalaryň ösüşi bolsa, onda işleýän we işlejek ýokary bi-

limli, häzirkı zaman ylmynyň we tehnıkasynyň ýeten sepgıterı derejesınde taýýarlanylan hünärmenlere berk bagly bolup durýar.

Hormatly Prezidentımyz şeýle hünärmen-inženerlerı ýetişdirmek we olaryň bilimleriniň dünýä ülnülerıne gabat gelmegı üçın taýsyz tagallalar we aladalar edýär. Olar üçın ähli zerur bolan aýratyn oňaýly şertlerı döredýär. Bu aladalara jogap edip, ýokary okuw mekdeplerıniň professor-mugallymlary öz işlerini täzeçe guramaga, geçılýän sapaklary täzeçe geçmäge çalyşýarlar. Geljekki hünärmen-inženerlerı taýýarlamakda kompýuter enjamlary we multimedia tagtalary bilen üpjün edilen okuw we tejribe otaglarynyň uly mümkinçiliklerini peýdalanmak bilen, tehnologik enjamlaryň gurnamalaryny, işleýiş düzgünlerini, sökülip-düzülüşini diňe bir çygyrlarda görkezmän, eýsem olarda geçýän tehnologik prosesini amala aşyrylyşyny, enjamyň hereketlenýän bölekleriniň işleýişini, enjamlaryň böleklerinde, şaýlarynda ýüze çykýan näsazlyklary, döwürlemek we hatardan çykamak ýagdaýlaryny görkezmege uly mümkinçilikler açyldy. Şonuň ýaly-da, mugallym multimedia tagtasy bilen işläninde, öňki tehnologiýalar bilen deňşirilende, täze tehnologiýalaryň artykmaç taraplaryny, enjamlarynyň gurnamalarynyň yetmezçiliklerini we artykmaçlyklaryny, söküpdüzülüşiniň çylşyrymlydygyny ýa-da ýönekeýdigini düşündirmäge doly mümkinçilik berýär. Geçilýän tema boýunça köp maglumatlary reňkli we hereketli şekiller görnüşinde bermek bolsa, talyplaryň okuwy üstünlikli özleşdirmegine uly ýardam berýär. Berlen okuw materiallaryny gaýtalamak we berkitmek üçın, talybyň ýazgy depderlerine, kitaplara we ýokary okuw mekdebinde şeýle-de kitaphanada bar bolan elektron ýazgylaryna göz gezdirmäge uly mümkinçiligi bardyr.

Geljekki hünärmen-inženerler diňe bir adaty ulanylýan enjamlar bilen tanyş bolmak bilen çäklenmän, eýsem häzirkı wagtda, şeýle-de geljekde ornaşdyryljak täze maşynlardyr enjamlar bilen tanyş bolmalydyrlar. Şol sebäpli, bu okuw kitabynda täze tehnıkanıň hem gurnamalary, tehniki häsiýetnamalary we olaryň netijeliligi barada maglumatlar berlendir.

Ýurdumyzyň tehnologik kärhanalarynyň geljegi barada aýdanymyzda, Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň täze ykdysady syýasatynda halk hojalygynyň senagat kärhanalaryny ösdürmege möhüm ähmiýet berilýär.

Türkmenistanda tebigy gazyň ägirt uly möçberde tapylmagy, geljekde täze kuwwatlykly azot dökünleriniň – karbamid öndürýän kärhanalaryň gurluşygyny alyp barmaga mümkinçilik berýär. Ýagny, 2005-nji ýylda Tejen şäherinde täze karbamid zawody işe girizildi. Türkmenistanyň oba hojalygynyň azot dökünlerine bolan isleglerini doly kanagatlandyrmak maksady bilen, 2014-nji ýylda Mary şäherinde bir ýylda 400 müň tonna ammiak we 640 müň tonna karbamid öndürýän zawodlaryň toplumu işe girizildi.

Türkmenistanda kaliý dökünleriniň önümçiligi üçın çig mal bolan gaty minerallaryň hem-de şerebeli erginleriň düzüminde kaliý duzlarynyň ägirt uly gorlary anyklanyldy. Kaliý hloridiniň we kaliý sulfatynyň önümçilikleri boýunça täze

kuwwatlyklaryň döredilmegi, Türkmenistana döküniň bu görnüşi bilen dünýä bazaryna çykмага mümkinçilik döreder. Häzirki wagtda Lebap welaýatynyň Garlyk kaliý duzlarynyň ýatagynda kuwwaty bir ýylda 1,4 mln tonna bolan kaliý döküni öndürýän täze dag magdan baýlaşdyryjy topluny guruldy.

Türkmenistan ýod-bromly ýerasty suwlaryň gorlary boýunça dünýäde öňdäki orny eýeleýär. Çig mal gorlarynyň mukdarlaryny göz önünde tutup, şeýle-de kärhanalaryň önümçilik potensialyny we dünýä bazarynyň isleglerini nazara alyp, ýakyn geljekde ýoduň önümçiligi artdyrylar. Ýod-brom önümleri tutuşlaýyn diýen ýaly eksporta ugradylýar.

Garabogazköl aýlagy natriý we magniý sulfatlarynyň hem-de hloridiniň möçberi we himiki düzümi boýunça agirt uly çeşme bolup durýar. Geljekde şu çig malyň esasynda kaliý sulfatynyň, magniý hloratynyň we oksidiniň, magniý metalyň, şeýle hem sintetik ýuwujy serişdeleriniň önümçiliklerini guramak göz önünde tutulýar.

Türkmenistanda geljegi uly bolan ugurlardan ýene-de biri himiýa, nebit we gaz himiýasy pudaklaryny senagat taýdan biri-biri bilen utgaşyklykda ösdürip boljakdygyna aýratyn ähmiýet berilýär. Organiki polimerleriň we beýleki himiki önümleriň, ýagny metanol, poliwinihlorid ýaly, şeýle-de karbamidoformaldegid, melaminofom-aldegid şepbikleri we olaryň esasynda dürli reňkleriň, ýelimleriň, gurluşyk we gurnama materiallaryň önümçiligi ýola goýlar. Tebigy gazyň we elektrik energiýanyň hasabyna içerki bazarlar hem-de eksport üçin öndüriljek bu önümler ykdysady taýdan peýdalydyr. Türkmenistanyň goňşy döwletlere çykamak üçin ulag ulgamlaryny giňeltmäge gönükdirilen deňiz, demir we asfalt ýollar, öndürilýän önümleriň eksportyny uly möçberde amala aşyrmaga mümkinçilik berer.

Şonuň esasynda «Tehnologik prosesler we enjamlar» dersi elektrik energetikanyň, nebit-gazyň, nebit himiýasynyň, maşyngurluşygynyň we ykdysadyýetiň beýleki pudaklarynyň tehnologik prosesleriniň fiziki-himiki esaslary bilen, şonuň ýaly-da prosesleri geçirmek üçin niýetlenen maşynlaryň we enjamlaryň işleýiş düzgünleri, gurnamalary we materiallary bilen ýokary okuw mekdepleriniň talyplaryny tanyşdyrmagy göz önünde tutýar. Şeýle-de, bu dersiň düzüminde täze tehnologiýalarda ulanylýan maşynlar, enjamlar we olaryň artykmaç taraplary bilen tanyşdyrylýar.

I BÖLÜM

TEHNOLOGİK PROSELER WE ENJAMLAR DERSİNİN NİYETLENİŞİ. UMUMY MAGLUMAT

1.1. Tehnologik prosesleri we enjamlary öwrenmegiň fizikanyň esasy kanunlary bilen baglanyşygy

Tehnologik prosesler fiziki we himiki prosesleriň dürli görnüşleri bilen baglanyşyklydyr. Ýöne bu prosesleriň köpüsi fizikanyň kanunlarynyň sany bilen çäklendirilýändigini bilen häsiýetlendirilýär. Tehnologik prosesleri we enjamlary öwrenmekde fizikanyň esasy kanunlaryny ulanmak «Tehnologik prosesler we enjamlar» dersiniň nazary esasy düzýändir, ýagny massanyň we energiýanyň saklanma kanunlaryna material we ýylylyk balanslar esaslanýandyr. Prosesiň köpüsi üçin prosesleriň deňagramlylyk şertini häsiýetlendirýän, şeýle-de, deňagramlylyk ýagdaýda bolmaýan ulgamlaryň üýtgemegini häsiýetlendirýän kanunlar örän wajyp täsir edýändir.

Material balansy. Massanyň saklanma kanunynyň esasynda işlenmäge berilýän maddanyň mukdary ($\Sigma G_{baş}$) işlenenden soň alynýan maddanyň mukdaryna (ΣG_{ah}) deňdir, ýagny berilýän madda çykyan madda deňdir. Muny material balansynyň deňlemesi görnüşinde aňladyp bolar:

$$\sum G_{baş} = \sum G_{ah}. \quad (1.1)$$

Döwürleýin prosesler üçin material balans bir operasiýa, üznüksiz prosesler üçin wagt birliginde (mysal üçin 1 sagat) düzülýändir.

Material balansyny bir enjam üçin, onuň bir bölegi üçin ýa-da enjamlaryň topary üçin düzüp bolýandyr. Şeýle-de, material işlenýän maddalaryň ählisi ýa-da komponentleriniň biri üçin hem düzmek mümkindir.

Suspenziýany süzmeklige mysalda seredeliň. Süzmekligiň netijesinde, çökündi we süzülen suwuklyk emele gelýär. Bu ýagdaýda işlenýän material iki komponentden düzülendir: gaty maddadan we suwuklykdan. Material balansynyň deňlemesini suspenziýanyň umumy mukdary üçin, ýa-da gaty madda üçin, ýa-da suwuklyk üçin düzmek mümkindir. Bu üç deňlemeden ikisi garaşly däldir. Ýagny suspenziýanyň umumy mukdary üçin material balansynyň deňlemesi gaty madda üçin we suwuklyk üçin material balanslarynyň deňlemeleriniň agzalarynyň goşulmagy bolýandyr.

Ýylylyk balans. Energiýanyň saklanma kanunyna baglylykda, prosese girizilýän energiýanyň mukdary prosesi geçirmegiň netijesinde alnan energiýanyň mukdaryna deňdir.

Energiýa prosesine gatnaşýan maddalar bilen prosese girizilip we çykarylyp ýa-da olardan aýratyn girizilip we çykarylyp bilner. Maddalar bilen girizilýän we

çykarylýan energiýa şol maddalaryň içki potensial we kinetik energiýalaryndan düzülýändir.

Prosesden aýratyn girizilýän we çykarylýan energiýa aşakdakylar degişlidir:

a) diwaryň üsti bilen ýa-da elektrik togy bilen enjamy gyzdyrmak üçin berilýän ýylylyk;

b) sorujyda ýa-da kompressorda harçlanýan mehaniki iş, şeýle-de, enjamdan daşky gurşawa ýitýän ýylylyk.

Deňagramlylyk şerti. Islendik proses deňagramly ýagdaýyna barýança geçýändir. Mysal üçin, ýylylyk has gyzgyn jisimden gyzgynlygy pes jisime iki jisimiň hem temperaturasy deňleşýänçä geçýändir. Suwda eredilýän duz, ergin goýalýança ereýär. Şeýle mysallary köp möçberde geçirmek mümkindir. Deňagramlylyk şerti prosesiniň ýagdaýyny häsiýetlendirýär we berlen prosesiniň geçýän çäginde görkezýär.

Deňagramlylyk şerti dürli kanunlar bilen aňladylýar. Oňa termodinamikanyň ikinji kanuny we ulgamyň dürli fazalarynda komponentiň konsentrasiýalarynyň arasyndaky baglanyşygy häsiýetlendirýän kanunlar degişlidir.

1.2. Enjamlary hasaplamagyň umumy usullary

Tehnologik prosesleriň taslamalary ýerine ýetirilende, *döwlet standarty* (TDS) bilen ylylaşylan birkysmy taslamalary, şeýle hem taslama instituty tarapyndan işlenip taýýarlanýan taslamalary ulanmak maslahat berilýär. Tehnologik prosesiniň dolandyrylyş ulgamlarynyň taslanylyşy, degişli obýektleriň (kärhanalaryň, sehleriň, önümçilikleriň we beýlekileriň) tehnologik bölekleriniň taslamasy işlenip taýýarlanýanda düzülen tehniki ýumuşlaryň esasynda alnyp barylýar.

Taslama üçin tehniki ýumuşlar indiki berlenleri özünde saklamalydyr:

– taslamanyň meselesi;
– taslama üçin esas;
– önümçilik jaýynyň ýangyn we partlama toparlaryny görkezmek bilen, obýektiň atlandyrylyşy;

– enjamlaryň häsiýetnamalaryny we turbalaryň içki diametrini, diwarynyň galyňlygyny hem-de materialyny görkezmek bilen, tehnologik shemalar;

– tehnologik enjamlaryň, geçiriji turbalaryň, dolandyrylyş germewleriň we pultlaryň ýerleşdirilişini görkezmek bilen, önümçilik jaýlarynyň çyzgylary;

– onuň bilen bilelikde oturdylýan awtomatlaşdyryşyň serişdeleri, görkezilen tehnologik enjamlaryň çyzgylary;

– degişli turbalaryň diametrlerini, basyşlary, sarp edilmeleri, temperaturalary, çyglylyklary, naprýaženiýeleri görkezmek bilen, suw, howa we elektroöpjünçiligiň shemalary;

– işe goýberiji enjamlaryň kysymyny görkezmek bilen, elektroherketlendirijileriň dolandyrylyş shemalary;

– taslamanyň hasaplamasyny geçirmek üçin indiki parametrlar berilmelidir: öndürililik, işiň kadasy, harçlanýan möçberler, işiň kadaly şertleri, çig malyň we alynýan önümleriň poslama we zäherleýji häsiýetleri, şeýle-de, tehnologik proses üçin tehniki howpsuzlyk düzgünleriniň talaplary;

– tehnologik prosesiniň taslanylyşy baradaky görkezmeleri özünde saklaýan ylmy-barlaglaryň we tejribe-gurnamaçylyk işleriň netijeleri.

Islendik maşyny ýa-da enjamy ýasamak, ony taslamakdan başlanýar. Tehnologik maşyny ýa-da enjamy taslamak, öz içine olaryň tehnologik we mehaniki hasaplamalaryny alýandyr.

Tehnologik hasaplama. Bu hasaplama enjamyň amatly iş kadalaryny üpjün etmek üçin onuň esasy ölçeglerini kesgitlemekden ybaratdyr. Munuň üçin prosesi amala aşyrmakda zerur bolan işlenilýän materiallaryň massalaýyn akymy we energetiki çykdajylary kesgitlenilmelidir.

Kinetikanuň kanunlarynyň analiziniň esasynda, enjamyň iň pes ölçegleri prosesiniň amatly şertleriniň üsti bilen tapylýar. Mysal üçin, ýylylyk çalşyýy enjamlar taslananda, ýylylyk çalyşma üstüniň dürli ölçeglerinde, ýylylyk çalşyýy önümleriň hereketiniň degişli tizliklerine baglylykda berilýän ýylylygyň möçberini deň derejede üpjün edip bolýar. Bu tizlikler näçe uly bolsa, talap edilýän ýylylyk çalyşma üst şonça kiçidir, ýöne tizligiň ulalmagynyň netijesinde döreyän gidrawlik garşylygy ýeňip geçmek üçin harçlanýan energiýa, şonça-da ulalýandyr. Şonuň üçin hem taslamada az çykdajylar bilen işiň has netijeli şertlerini saýlamak mümkin bolar ýaly, hasaplamalar birnäçe usullarda geçirilýändir.

Enjamyň tehnologik hasaplama kesgitlenen yzygiderlilikde geçirilýändir. Ilki bilen massanyň we energiýanyň saklanma kanunynyň esasynda material we ýylylyk balanslar düzülýär. Massanyň saklanma kanunundan material balansynyň deňlemesi çykarylýar:

$$\sum G_{baş} = \sum G_{ah} + \sum G_{d.ýt} \quad (1.2)$$

Bu ýerde:

$G_{baş}$ – materilyň başlangyç massasy;

G_{ah} – materilyň ahyrky massasy;

$G_{d.ýt}$ – maddanyň dikeldilmeyän ýitgileri.

Üznüksiz prosesleriň material balansy, wagt birligi üçin düzülýär, döwürleýin prosesler üçin bolsa, bir operasiýa üçin düzülýändir.

Energiýanyň saklanma kanunyna degişlilikde, ýylylyk balansynyň deňlemesi gelip çykýar:

$$\sum Q_{baş} = \sum Q_{ah} + \sum Q_{ýt} \quad (1.3)$$

Bu ýerde:

$Q_{baş}$ – başlangyç ýylylyk;

Q_{ah} – önüm bilen enjamdan çykýan ýylylyk;

$Q_{ýit}$ – daşky gurşawa gidýän ýitgiler.

Başlangyç ýylylyk öz içine şulary alýar: başlangyç maddalar bilen berilýän ýylylyk; fiziki ýa-da himiki öwrülişikleriň ýylylygy. Eger-de prosesde ýylylyk bölünip çykýan bolsa, onda ýylylyk netijelik položitel hasap edilýär, eger-de prosesin dowamynda ýylylyk siňdirilýän bolsa onda, ol otrisatel hasap edilýär.

Material we ýylylyk balanslar köplenç, shemalar ýa-da tablisalar görnüşinde düzülýär, bu ýerde berilýän we çykýan materiallaryň hemmesi görkezilýändir. Çylşyrymly enjamlaryň material we ýylylyk balanslary, enjamyň aýratyn bölekleri üçin düzülendir.

Material we ýylylyk balanslar düzülenden soň, enjamyň kesgitleýji ölçeglerini kesgitlemek üçin enjamda geçýän prosesin *hereket güýji* we tizligi kesgitlenilýär.

Mälim bolşy ýaly, islendik proses, ulgam deňagramlylyk ýagdaýyna gelýänçä geçýär. Mysal üçin, dürli temperaturaly iki jisim galtaşanda, iki jisimiň temperaturasy deňleşýänçä, ýagny deňagramlylyk ýagdaýa gelýänçä, proses dowam eder. Ýylylyk çalşygy jisimleriň temperaturalarynyň tapawudy ýylylyk çalyşma prosesin *hereket güýjüdir*. Bu tapawut näçe uly bolsa, ulgamyň ýagdaýy deňagramlylyk ýagdaýyna gabat gelýän şertlerden şonça-da uly tapawut eder we proses şonça-da netijeli geçýändir. Şeýlelikde, ulgamyň deňagramlylyk ýagdaýdan tapawut edýän derejesi prosesin *hereket güýji* bolup durýandyr.

Islendik enjam hasaplanylanda, işçi we deňagramlylyk ululyklaryny häsiýetlendirýän ululyklary hasaba almak bilen, prosesin *hereket güýjüni* kesgitlemek hökmandyr. Enjamyň ölçegleriniň, prosesin hereket güýjüniň we onuň tizliginiň arabaglanyşygyny aşakdaky deňlemede aňladyp bolýar:

$$M/F \cdot \tau = k \cdot \Delta. \quad (1.4)$$

Bu ýerde:

M – geçirilýän maddanyň ýa-da ýylylygyň möçberi;

F – geçirilýän maddanyň ýa-da ýylylygyň geçme üsti (meýdany);

τ – geçirmegiň amala aşyrylýan wagty;

Δ – prosesin hereket güýji;

k – prosesin tizligini häsiýetlendirýän proporsionallyk koeffisiýenti (geçirilen tejribeleriň netijesinden ýa-da hasplamak bilen kesgitlenilýär).

(1.3)-nji deňlemeden prosesi üpjün etjek enjamyň işçi üsti kesgitlenilýär (deňlemedäki beýleki ululyklaryň berlen ýagdaýlarynda). Şeýle-de, bu deňlemeden enjamyň işçi göwrimini (V) hem kesgitlep bolar, ýagny $F = a \cdot V$ (bu ýerde a – enjamyň göwrüm birligindäki meýdany). Enjamdaky önümiň wagat birliginde berlen göwrümünde (V_{sek}) we önümiň enjamdaky çyzyklaýyn hereketiniň tizliginde (ω) enjamyň kese kesiginiň meýdanyny (S) tapyp bolar:

$$S = V_{\text{sek}} / \omega. \quad (1.5)$$

Kese kesiginiň meýdanynyň bahasyny tapyp, enjamyň kesiginiň formasyndan onuň kese kesiginiň ölçegleri kesgitlenilýär. Silindrik enjamlar üçin diametr şu formula boýunça tapylýar:

$$D = 2\sqrt{S / \pi}. \quad (1.6)$$

Enjamyň beýikligi ýa-da uzynlygy aşakdaky gatnaşykdan kesgitlenilýär:

$$H = V/S. \quad (1.7)$$

Bu ýerde:

V – enjamyň işçi göwrümi;

S – enjamyň kese kesiginiň meýdany;

H – enjamyň beýikligi.

Enjamyň hasaplama beýikligi (uzynlygy) enjamda ýerleşdirilýän gurluşlaryň ölçeglerini, bejeriş işlerini geçirmegiň amatlylyk şertlerini we ulanylyşda enjama hyzmat etmegiň amatlylyk şertlerini göz önünde tutup takyklanylýandyr:

Döwürleýin täsirli enjamlaryň tehnologik hasaplama geçiriliende, her takt-dan oň prosesi taýýarlamagyň wagty, ýagny ýüklemek, düşürmek, ýuwmak we beýleki kömekçi işlere sarp edilýän wagt göz önünde tutulmalydyr.

Döwürleýin täsirli enjamlaryň işçi göwrümi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$V = V_{\text{sek}} \cdot \tau \cdot k/24 \cdot \varphi. \quad (1.8)$$

Bu ýerde:

V_{sek} – berlen proses üçin niýetlenen enjamyň ýa-da enjamlaryň toparynyň bir gije-gündiziň dowamyndaky öndürilijligi;

τ – niýetlenen prosesde we ähli kömekçi operasiýalardan düzülen tehnologik traktyň wagty;

k – öndürilijligiň ätiýaçlyk koeffisiýenti;

φ – enjamyň dolma koeffisiýenti.

Öndürilijligiň ätiýaçlyk koeffisiýenti (k), enjamyň bejerişde duran wagty, sazlanlyş wagty we beýlekileri hasaba alýandyr we 1,1 ÷ 1,15 aralykda kabul edilýändir.

Enjamyň dolma koeffisiýenti (φ) adaty 0,4 ÷ 0,9 aralykda kabul edilýär we onuň aşaky çägi garyşdyryjyly enjamlar, şeýle-de maýdajyk gaty bölejikli köpürjikli enjamlar üçin kabul edilýär, ýokarky çägi bolsa, içindäki önümiň üst ýüzi asuda saklanýan enjamlar üçin kabul edilýändir.

Eger-de hasaplama işçi göwrüm (V) uly çyksa, onda bir enjamyň göwrümini (V_a) kabul edip, proses üçin ýeterlik bir kysymly enjamlaryň gerek bolan sany (n) kesgitlenilýär:

$$n = V/V_a. \quad (1.9)$$

Enjamyň göwrümi belenilende, silindrik enjamlaryň we gaplaryň 200 m³-a çenli göwrümleriniň deňişli TDS tarapyndan göz önünde tutulandygyny hasaba almalydyr (1 m³-dan başlanýar). 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200.

Enjamyň oňaýly göwrümi hasaplanylanda, gapaklaryň, lükalaryň, ştuserleriň şeýle-de, goraýjy futerowkanyň içki göwrümleri hasaba alynmaýar.

Gazgolderler, nebit önümleri üçin niýetlenen göwrümler, sütün kysymly enjamlar, ýylylyk çalşyjylar we käbir beýleki enjamlar üçin ýokarda görkezilen göwrümleriň kada setiri hökmany dälendir.

Enjamyň göwrümini bilip, onuň ölçeglerini kesgitlemek kyn dälendir. Munuň üçin kese kesigiň meýdany berilýär we enjamyň beýikligi (uzynlygy) kesgitlenilýär ýa-da beýikligi (uzynlygy) berlip, kese kesigiň meýdany kesgitlenilýär we soňra enjamyň diametrini kesgitläp bolýar.

Tehnologik hasaplamagyň netijesinde, enjamyň ölçegleri bilen birlikde maşynyň ýa-da enjamyň taslamasyny geçirip bolmaýan ululyklary bolan, ýylylyk kadasy, ýylylyk göterijileriň harçlanmasy talap edilýän kuwwat we beýleki ululyklary kesgitlenilýär ýa-da berilýär.

Mehaniki hasaplama. Tehnologik maşynlaryň we enjamlaryň indiki gurluşlarynda we şaýlarynda mehaniki hasaplama geçirilýändir: hereketlendirijiniň elementlerinde (reduktorlarda, zynjyrlý we çekili geçirijilerde); işçi organlarynda (garyşdyryjylarda, oklarda, porşenlerde, silindrlerde); işçi organlaryň elementlerinde (wallarda, dişli tigirlerde, şkiwlerde, podşipniklerde, şponkalarda).

Tehnologik enjamlaryň indiki esasy elementlerinde mehaniki hasaplama geçirilýändir, ýagny gabaralar, düýpler, gabaradaky ötüklü berkidijiler, turba gözenekleri, «tarekalar», flanesli we hyrly birleşmeler, berkidiji şaýlar, enjamlaryň diregleri, garyşdyryjy gurluşlar we olaryň hereketlendirijileri.

Tehnologik enjamlar ulanylyş döwründe olaryň atmosfera, içki we daşky baýşlaryň, şeýle-de, wakuum astynda işlemegi mümkindir. Şonuň ýaly-da, açyk meýdançada oturdylyan enjamlara ýeliň ýa-da seýsmiki täsirleriň bolmagy mümkindir.

Hasaplama enjamlara bilelikde (kompleks) täsir edýän ýüklenmeleri hasaba almak bilen, berklige geçirilýän hasaplamasyny enjamyň ulanylyşda has amatsyz ýagdaýynda geçirilmelidir. Şeýle-de, hasaplama enjama berkidilýän meýdançalaryň, merduwanlaryň we beýleki kömekçi enjamlaryň massasyny we ýüklenme täsirini hasaba almalydyr. Enjamyň gabarasynyň diwarlarynda poslama garşy goraýjy örtükler (rezin, plastmassa, metal materialdan bolan goraýjy gatlak we beýlekiler) bar bolsa, olar mehaniki hasaplama hasaba alynýan dälendir.

Taslamada enjamyň gurnalşy standart enjamlaryň düzüminden saýlanylmaý we ulanylmalý bolsa, hökmany barlag hasaplamasyny geçirmelidir. Barlag ha-

saplamany geçirmegiň maksady – enjamyň saklap biljek rugsat berilýän basyşyny kesgitlemekden ýa-da ondaky ýüze çykyan dartgynlyklary rugsat berilýän dartgynlyklar bilen deňşirmekden ýa-da rugsat berilýän ätiýaçlyk berkligi bilen deňşirmekden ybaratdyr.

Içki basyşyň täsirinde işleýän *tekiz silindr görnüşli gabaralar* (1.1-nji surat). Bu gabalaryň diwarynyň hasaplama galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_h = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - p} \quad (1.10)$$

Bu ýerde:

p – işçi basyş;

MPa; D – gabaraň içki diametri, m;

σ – gabaranyň materialy üçin hasaplama temperaturadaky rugsat berilýän dartgynlyk, MPa.

$$[\sigma] = \sigma^* \cdot \eta \quad (1.11)$$

Bu ýerde:

σ^* – hasaplama temperaturadaky kada laýyk rugsat berilýän dartgynlyk.

$$\sigma^* = \min \left\{ \begin{array}{l} \sigma_a / n_a \\ \sigma_b / n_b \end{array} \right\} \quad (1.12)$$

Bu ýerde:

σ_a – gabaranyň materialynyň hasaplama temperaturadaky akyjlyk çäginin iň pes bahasy;

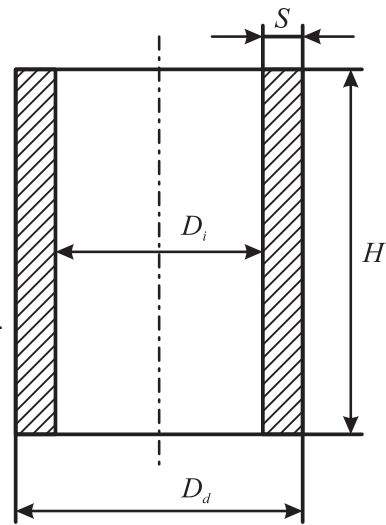
σ_b – materialyň hasaplama temperaturadaky berklik çäginin iň pes bahasy;

n_a we n_b – akyjlyk we berklik çäkleri boýunça ätiýaçlyk koeffisiýentleri:

$n_a = 1,5$; $n_b = 2,4$ (uly basyşda işleýän galyň diwarly gabara üçin $n_b = 2,6$);

φ – kebşirlenen sepiň koeffisiýenti, ýagny ma-

terialyň kebşirlenen sepiň, esasy materialyň berkligi bilen deňşirilendäki berkligini häsiýetlendirýän koeffisiýent. Silindr görnüşli we güberçek düýpleriň dikligine kebşirlenen sepi üçin aşakdaky ýaly kabul edilýär: uglerodly, pes legirlenen marganesli, hromolibdenwanadili polatlar üçin $\varphi = 1$; hromolibdenwanadili we ýokary hromly polatlar üçin $\varphi = 0,8$; köp gatlakly enjamlarda gatlaklarynyň sany 7-ä deň bolsa ýa-da 7-den köp bolan ýagdaýynda, $\varphi = 1$; η – düzediş koeffisiýenti. Bu koeffisiýent ýuka diwarly enjamlar üçin enjamyň gabarasynyň ýasalysyna



1.1-nji surat.
Tekiz silindr görnüşli gabara

baglylykda alynýar. Galyň diwarly enjamlar açin enjamyň içinden geçýän önüminiň häsýetine baglylykda alynýar. Eger-de önüm howpsuz we zähersiz bolsa, onda $\eta = 1$; eger-de hiç hili maglumat berilmese, onda $\eta = 0,9$.

Silindr görnüşli köp gatlakly gabaraň diwarynyň galyňlygy aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$[\sigma] = \frac{[\sigma]_1 \cdot S_1 + [\sigma]_2 \cdot S_2 + \dots + [\sigma]_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}. \quad (1.13)$$

Bu ýerde:

$[\sigma]_1; [\sigma]_2; \dots [\sigma]_n$ – hasaplanýan temperaturada köp gatlakly gabaranyň 1-nji; 2-nji we n -nji gatlaklarynyň materiallary üçin rugsat berilýän dartgynlylyk. $S_1; S_2 \dots S_n$ – gatlaklaryň sany.

Onda diwaryň ýerine ýetirilýän galyňlygy bolar:

$$S \geq S_n + C. \quad (1.14)$$

Bu ýerde: C – enjamyň içinden geçýän önüminiň enjamyň gabarasynyň materialyna edýän himiki we mehaniki täsirini göz önünde tutmak bilen, hasaplanylýan galyňlyga goşulýan goşmaça goşulma. Bu parametr aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$C = C_1 + C_2 + C_3. \quad (1.15)$$

Bu ýerde C_1 – poslamanyň täsirinde gabaranyň galyňlygynyň ýitgisini sazlamak üçin goşulýan goşmaça goşulma, ýagny önümiň materiala edýän himiki täsiridir.

$$C_1 = \Pi \cdot \tau_m + C_e. \quad (1.16)$$

Bu ýerde C_e – poslamanyň täsiriniň öwezini dolmak üçin goşulýan goşmaça goşulma, ýagny önümiň materiala edýän mehaniki täsiridir. C_e – aşakdaky ýagdaýlarda göz önünde tutulmalydyr:

a) önümiň enjamdaky tizligi täsirli bolan ýagdaýynda, ýagny suwuk önümler üçin 20 m/sek-dan ýokary – gaz halyndaky önümler üçin 100 m/sek-dan ýokary bolanda;

b) hereket edýän önümiň düzüminde abraziw gaty bölejikler bar bolan ýagdaýynda;

ç) önümiň şaýa urguly, zarply täsir edýän ýagdaýynda.

Π – poslamanyň tizligi: $\Pi \leq 0,1$ mm/ýyl; τ_m – enjamyň gulluk möhleti:

10÷20 ýyl (häzirki döwürde 20 ýyldan hem köp bolmagy mümkindir);

C_2 – tehnologik operasiýalary (ştoplama, egreltme we ş.m.), gurnamak işleri we beýleki ýagdaýlary göz önünde tutýan goşmaça goşulma, mm;

C_3 – ölçegi standarta çenli tegeklelemek üçin goşulýan goşmaça goşulma, mm.

Güberçek düýpler. Ellips, ýarymsfera we torosfera şekilli düýpler güberçek düýplere deňşlidirler. Hasaplama formulalar indiki şertler üçin kabul edilendir: ellips şekilli düýpler üçin

$$0,002 \leq \frac{S_1 - C}{D} \leq 0,1; \quad 0,2 \leq \frac{H}{D} \leq 0,5. \quad (1.17)$$

ýarymsfera şekilli düýpler üçin

$$0,002 \leq \frac{S_1 - C}{D} \leq 0,1. \quad (1.18)$$

Toroşar şekilli düýpler üçin R , D_1 we r_1 baglanyşyga baglylykda, düýpleriň indiki kysymlary kabul edilendir:

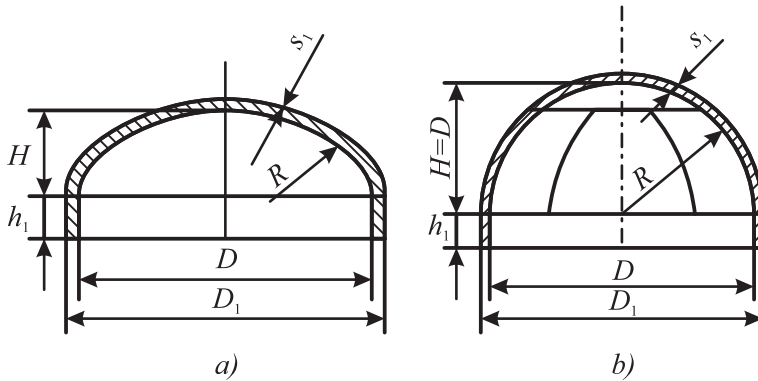
A kysym	$R \approx D_1$	$r_1 \geq 0,95 \cdot D_1$
B kysym	$R \approx 0,9 \cdot D_1$	$r_1 \geq 0,170 \cdot D_1$
Ç kysym	$R \approx 0,8 \cdot D_1$	$r_1 \geq 0,150 \cdot D_1$

Ellips we ýarymsfera şekilli düýpler (1.2-nji a we b suratlar). Bu düýpleriň diwarynyň hasaplanýan galyňlygy aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$S_{1h} = \frac{p \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - 0,5 \cdot p}. \quad (1.19)$$

Düýpleriň diwarynyň ýerine ýetirilýän galyňlygy bolar:

$$S_1 \geq S_{1h} + C. \quad (1.20)$$



1.2-nji surat. Güberçek düýpleriň görnüşleri:
a – ellips şekilli düýp; b – ýarymsfera şekilli düýp

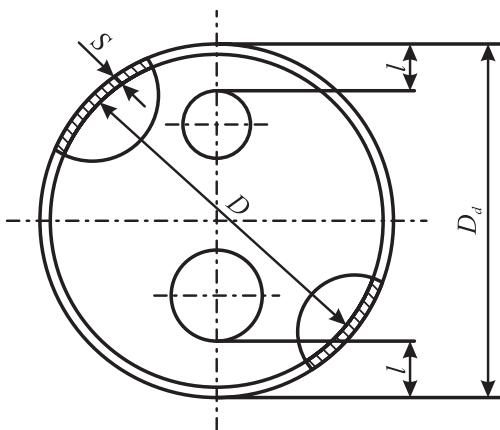
Düýpleriň rugsat berilýän içki basyşy indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$[p] = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (S_1 - C)}{R + 0,5 \cdot (S_1 - C)}. \quad (1.21)$$

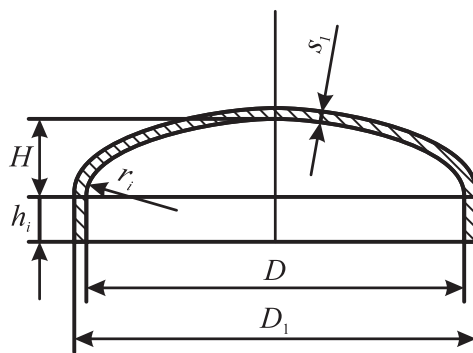
Düybüň depesinde egrimiň radiusy: $R = D^2/4 \cdot H$, bu ýerde ellips şekilli düýpler üçin – $H = 0,25 \cdot D$, $R = D$; ýarymsfera şekilli düýpler üçin – $H = 0,5 \cdot D$, $R = 0,5 \cdot D$.

Eger-de düybüň bortlanan silindr böleginiň uzynlygy ellips şekilli düýp üçin $h_1 > 0,8 \cdot \sqrt{D \cdot (S_1 - C)}$, ýa-da ýarym şar şekilli düýp üçin $h_1 > 0,3 \cdot \sqrt{D \cdot (S_1 - C)}$, bolsa, onda düybüň diwarynyň galyňlygy gabaranyň diwarynyň galyňlygyndan kiçi bolmaly däldir.

Güberçek düýplerde ötükler ýerleşdirilende, düybüň gyrasyndan (erňeginden) ötüge çenli aralyk (1.3-nji surat) indiki şerti kanagatlandyrmalydyr: düybüň diwarynyň galyňlygy 10 mm-den kiçi bolan ýagdaýynda $l \geq 0,1 \cdot D_1$ düybüň diwarynyň galyňlygy $s \geq 10$ mm bolanda, $l \geq 0,09 \cdot D_d + C$ bolmalydyr.



1.3-nji surat. Güberçek düýplerde ötüklereň ýerleşdirilişi



1.4-nji surat. Torosferik düýp

Ellips şekilli düýpler öz şekilleriniň tygşytlylygy we ulanylyşda ygtybarlylygynyň ýokarylygy sebäpli, basyşy 10 MPa çenli bolan we wakuum astynda işleýän enjamlarda has giňden ulanylýandyr. Ellips şekilli düýpler iki – güberçek we bortlanan silindrli böleklerden durýar.

Toroşar şekilli düýpler (1.4-nji surat). Bu düybüň gyraky zolagynyň diwarynyň galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_{1h} = \frac{p \cdot D_1 \cdot \beta_1}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]} \quad (1.22)$$

Ýerine ýetirilýän galyňlygy bolar:

$$S_1 \geq S_{1h} + C \quad (1.23)$$

Kebşirilenip ýasalan düýplerde, düybüň merkezi zolagynyň diwarynyň galyňlygy aşakdaky formula boýunça goşmaça barlanylmaladyr:

$$S_{1h} = \frac{p \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p}. \quad (1.24)$$

Ýerine ýetirilýän galyňlygy bolar:

$$S_1 \geq S_{1h} + C. \quad (1.25)$$

Rugsat berilýän basyş gyraky zolagyň berklik şertine baglylykda, indiki formula boýunça kesgitlenilýändir:

$$[p] = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (S_1 - C)}{D_1 \cdot \beta_2}. \quad (1.26)$$

Kebşirlenip ýasalan düýplerde, düýbün merkezi zolagynyň berklik şertine baglylykda, rugsat berilýän basyş aşakdaky formula boýunça goşmaça barlanylmalydyr:

$$[p] = \frac{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] \cdot (S_1 - C)}{R + (S_1 - C)}. \quad (1.27)$$

Bu ýerde: β_1 we β_2 koeffisiýentleri 1.5-nji suratdaky grafikler ýa-da aşakdaky formulalar boýunça kesgitläp bolýar:

$$A \text{ kysym} \quad \beta_2 = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,25 \\ 0,25 \left(\sqrt[3]{\frac{D_1}{S_1 - C}} + 1,0 \right) \end{array} \right\}. \quad (1.28)$$

$$B \text{ kysym} \quad \beta_2 = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,0; \\ 0,12 \left(\sqrt[3]{\frac{D_1}{S_1 - C}} + 3,75 \right) \end{array} \right\}. \quad (1.29)$$

$$Ç \text{ kysym} \quad \beta_2 = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,9; \\ 0,12 \left(\sqrt[3]{\frac{D_1}{S_1 - C}} + 3,2 \right) \end{array} \right\}. \quad (1.30)$$

Eger-de düýbün bortlanan silindr böleginiň uzynlygy $h_1 > 0,8 \cdot \sqrt{D \cdot (S_1 - C)}$ bolsa, onda düýbün silindr böleginiň diwarynyň galyňlygy gabarasynyň diwarynyň galyňlygyndan kiçi bolmaly däldir.

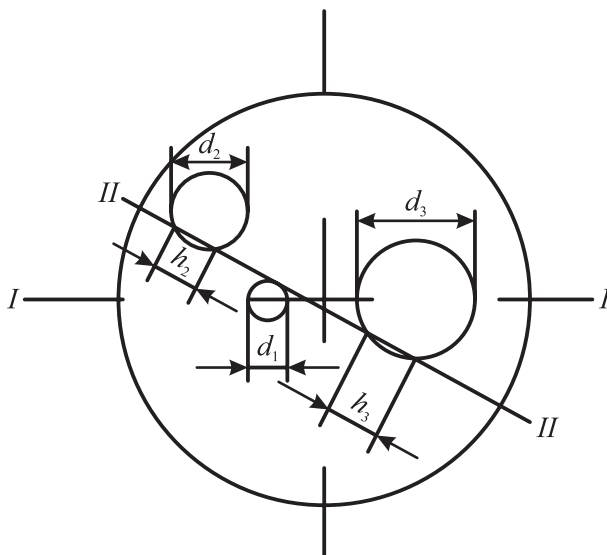
Tekiz tegelek düýpler (gapaklar). Bu düýpler (gapaklar) tegelek plastinalar bolmak bilen, gabarada kebşirlenip birleşdirilýändir. Tekiz düýpleriň we gapaklaryň

käbir gurnamalary we olaryň gabara bilen birleşdirilişi 1-nji tablisada görkezilendir. Berklik tarapdan seredilende, ýokarda görkezilen düýplere (gapaklara) garanynda görkezijisi pesdir. Şol sebäpli hem tekiz düýpler (gapaklar) adatça, atmosfera basyşynda ýa-da onçakly uly bolmadyk basyşlarda ulanylýandyr. Uly diametrli düýpler (gapaklar), eger-de zerur bolsa, onda gatylyk elementleri (ramalar) bilen berkidilýändir. Ramalar diametre ugurdaş edip kebşirlenilýär.

Tekiz düýpleriň (gapaklaryň) diwarynyň galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_{1h} = K \cdot K_0 \cdot D_h \sqrt{\frac{p}{[\sigma] \cdot \varphi}}. \quad (1.31)$$

Bu ýerde: D_h – hasaplama diametr, adatça $D_h = D$; K – koeffisiýent düýpleriň (gapaklaryň) gurnamasyna we onuň gabara bilen birleşdirilişine baglylykda, 1-nji tablisadan saýlanylýar. Düýpleriň (gapaklaryň) beýleki gurnamalary üçin K koeffisiýentiň bahasy TDS 14249 berilýändir.



1.5-nji surat. Tekiz düýplerde (gapaklarda) ötükleriň ýerleşdirilişi

Bir ötükli düýbüň (gapagyň) ötükler bilen gowşadylmak koeffisiýenti (K_0) indiki formula boýunça kesgitlenilýär (gapakda (düýpde) ötükleriň ýerleşdirilişi 1.5-nji suratda görkezilendir):

$$K_0 = \sqrt{1 + d / D_h + (d / D_h)^2}, \quad (1.32)$$

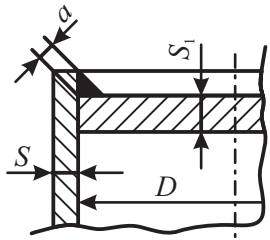
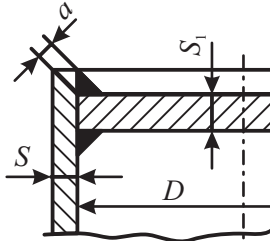
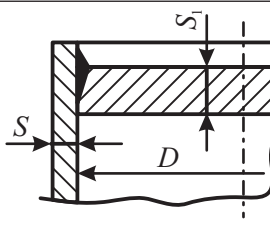
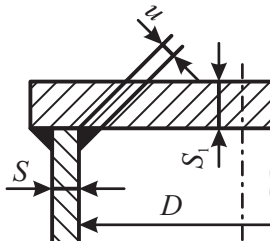
birnäçe ötügi bar bolan düýpler (gapaklar) üçin:

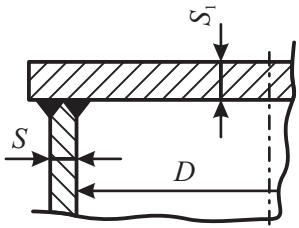
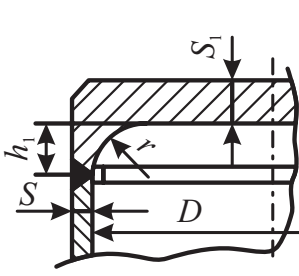
$$K_0 = \sqrt{\frac{1 - \sum (d_i / D_h)^3}{1 - \sum (d_i / D_h)}}, \quad (1.33)$$

bu ýerde: $d_i = \max \left\{ \begin{matrix} (d_1 + d_2) \\ (b_1 + b_2) \end{matrix} \right\}$. Düyýpde (gapakda) ötük bolmadyk ýagdaýynda onda $K_0 = 1$.

1.1-nji tablisa

Hasaplanýan D_h -niň we K koeffisiýentiň bahalary

Ky-symy	Çyzgysy	Düyýbün we gapagyň berkleniş şerti	K
1	2	3	4
1		$a \geq 1,7 \cdot S$	0,53
2		$a \geq 0,85 \cdot S$ $D_h = D$	50
3		$\frac{S - C}{S_1 - S} \leq 0,25$ $\frac{S - C}{S_1 - S} \geq 0,25$	0,45 0,41
4		$a \geq 0,85 \cdot S$ $D_h = D$	0,50

1	2	3	4
5		$\frac{S-C}{S_1-S} < 0,5$ $\frac{S-C}{S_1-S} \geq 0,5$	<p>0,41</p> <p>0,41</p>
6		$\max \left\{ \frac{S}{0,25 \cdot S_1} \right\} \leq r \leq$ $\leq \left\{ \frac{S_1}{0,1 \cdot D} \right\}$ $h_1 \geq r$ $D_h = D - 2 \cdot r$	$K = \max \left\{ 0,41 \cdot \left(1 - 0,23 \frac{S-C}{S_1-C} \right), 0,3 \right\}$

Tekiz düýpler (gapaklar) üçin rugsat berilýän basyş aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$[p] = \left(\frac{(S_1 - C)}{K \cdot K_0 \cdot D_h} \right)^2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi. \quad (1.34)$$

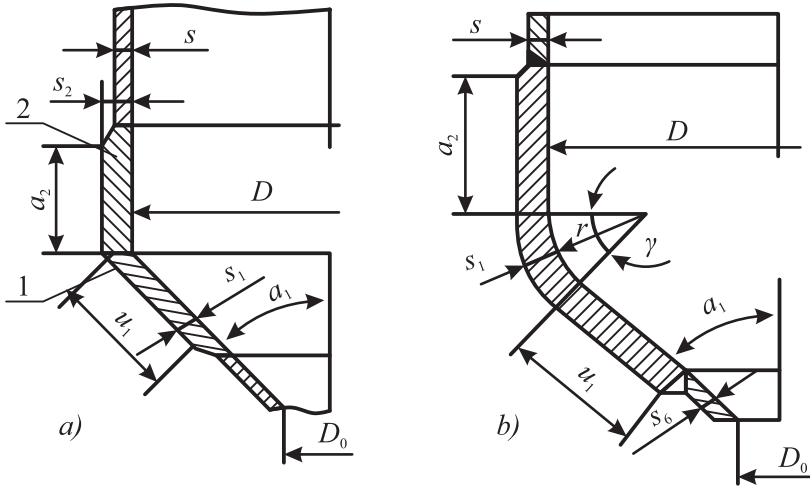
Tekiz düýpler (gapaklar) hasaplamak üçin ýokarda getirilen formulalar diňe indiki şert ýerine ýetirilse, kabul edilmelidir. $(S_1 - C) / D_h \leq 0,11$. Eger-de şert ýerine ýetirilmese, onda (1.33)-nji formula boýunça alnan bahany düzediş koeffisiýentine (K_h) köpeltmelidir:

$$K_h = \frac{2,2}{1 + \sqrt{1 + (6 \cdot S_1 - C / D_h)^2}}. \quad (1.35)$$

Konus şekilli düýpler. Konus şekilli düýpler kesik konus bolmak bilen, onuň uly tarapy gabaranyň silindr bölegine kebşirlenip birleşdirilýändir. Bu düýpler adatça, dik oturdylyan gaplarda we enjamlarda ulanylýar we onuň aşaky kiçi böleginden ürgün ýa-da şepbeşik materiallar çykarylýar. Şeýle-de, konus şekilli geçirijiler dürli diametrdäki gabalary birleşdirmekte hem ulanylýandyr.

Gurnalyşy boýunça konus şekilli düýpler bortlanmadyk we bortlanan toroidal geçirijili ýasalýar (1.6-njy a we b suratlar). Toroidal geçirijili düýpler geçiş zolagynda döreyän dartgynlylygyň az konsentrasiýasyny üpjün edýändir, şonuň üçin

hem 0,07 MPa basyşdan uly basyşlarda işleýän enjamlarda diňe toroidal geçirijili konus şekilli düýpler ulanylýandyr. Standart goýberilýän düýpleriň depe burçy $2\alpha_1$ deňdir.



1.6-njy surat. Konus şekilli düýpler:

a – bortlanmadyk; b – toroidal geçirijili. 1 – konus; 2 – gabaranyň silindr bölegi

İçki = 60, 90, 120 we 140 deňdir.

İçki basyşyň täsirinde işleýän konus şekilli düýpleriň diwarynyň galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_{k.h} = \frac{p \cdot D_k}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - p} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \quad (1.36)$$

Bu ýerde:

D_k – konusyň uly boleginiň diametri, m. Toroidal geçirijisiz düýpler üçin:

$$D_k = D - 1,4 \cdot a_1, \quad (1.37)$$

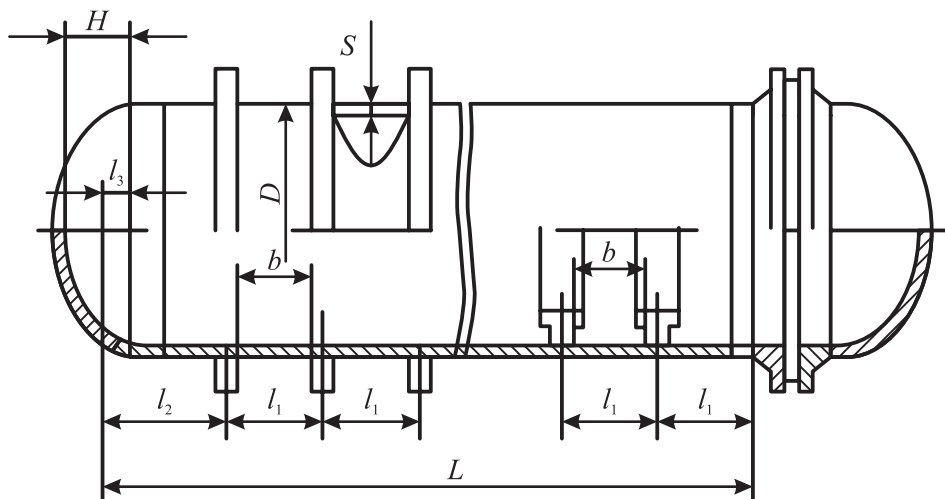
toroidal geçirijili düýpler üçin:

$$D_k = D - 2 [r (1 - \cos \alpha_1) + 0,7 \cdot \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1]. \quad (1.38)$$

Konus şekilli düýbün diwarynyň galyňlygy bilen diametriniň arasyndaky baglanyşyk $0,001 \leq S_1 \cdot \cos \alpha_1 / D \leq 0,05$ aralykda bolanda, berlen hasaplamalar kabul edilýändir. Bu şert $2\alpha_1 > 70^\circ$ bolan düýpler üçin hökmany dälendir.

Berklik halkaly (ramaly) gabaralar (1.7-nji surat). Köp ýagdaýlarda enjamyň esasy elementi bolup duran gabaranyň berkligini üpjün etmek üçin gabaranyň

diwarynyň galyňlygyny ulaltmak maksadalaýyk bolmaýar. Şol sebäpli, enjamlaryň gabarany berklik halkalary (ramalar) bilen berkitmek has amatly bolýar we netijede, enjamyň massasy azalýar hem-de bahasy arzan düşýär.



1.7-nji surat. Ramalar bilen berkidilen silindrik gabara

Ramalar adatça, profil materiallardan (gönüburçlukdan, şwellerden, burçlukdan) ýasalýar we gabaranyň daş ýa-da iç ýüzünden guşak görnüşinde oturdylýar. Ramany gabaranyň poslamanyň täsiriniň az düşýän tarapyndan oturtmak has amatly hem maksadalaýykdyr. Ramalary gabara kebşirmek arkaly oturdýarlar.

Gabarany ramalar bilen berkitmegiň hökmanylygyny kesgitlemek üçin, aşakdaky koeffisiýentden peýdalanýlar:

$$K_4 = \frac{p \cdot (D + S - C)}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - C)}. \quad (1.39)$$

Eger-de $K_4 \leq 0$ bolsa, onda ramalary oturtmagyň geregi bolmaýar.

$0 < K_4 < 2 \cdot \varphi_g / \varphi - 1$ aralykda bolsa, onda iki ramanyň aralygy (b) we ramanyň kese kesiginiň meýdany (A_k) indiki formulalar bilen kesgitlenilýär:

$$b \leq \sqrt{D(S - C) \left[\frac{2}{K} - \frac{\varphi_{dik}}{\varphi_{hal}} \left(1 + \frac{1}{K} \right) \right]}. \quad (1.40)$$

$$A_k \geq l_1 \cdot (S - C) \cdot \frac{[\sigma] \cdot \varphi_{dik}}{[\sigma]_g \cdot \varphi_{hal}} \cdot K. \quad (1.41)$$

1.3. Ölçeğleriň ulgamlary

Tehnologik prosesleriň maşynlary we enjamlary hasaplanylýanda, fiziki ulyklaryň ölçeg birliginiň üç sany esasy ulgamlary ulanylýandyr: fiziki, tehniki we Halkara (SI).

Fiziki we Halkara ulgamlarynda esasy birlikler hökmünde uzynlygyň, wagtyň we massanyň, tehniki ulgamda – uzynlygyň, wagtyň we güýjüň birlikleri kabul edilendir. Esasy birlikleriň ölçegleri gysgaldylyp alynýar we indiki harplar bilen belgilenýär: uzynlygyň ölçegi – $[L]$, wagtyňky – $[T]$, massanyňky – $[M]$, güýjüňki – $[P]$.

Birlikleriň fiziki ulgamynda uzynlygyň birligi santimetr (sm), wagtyň birligi sekund (s) we massanyňky gramm (g) kabul edilendir. Bu ýerde massanyň birligi, bir kub metr suwuň $t = 40^{\circ}\text{C}$ temperaturadaky massasy alnandyr; Halkara ulgamy-na deňişlilikde – metr (m), sekund (s) we kilogramm (kg) kabul edilendir.

Dinamikanyň esasy deňlemesinden görnüşi ýaly, güýjüň ölçeg birligi:

$$P = m \cdot a. \quad (1.42)$$

Bu ýerde:

P – güýç;

m – massa;

a – tizlenme. Onda

$$[P] = \frac{[M] \cdot [L]}{[T^2]} \text{ bolar.} \quad (1.43)$$

Fiziki ulgamda güýjüň birligi hökmünde 1 g massa, 1 sm/s^2 deň bolan tizlenme bilen täsir edýän güýç alnandyr. Bu güýç *dina* diýlip atlandyrylýandyr we 1 dina = $\text{g} \cdot \text{sm/s}^2$ deňdir.

Halkara ulgamynda hem güýjüň birligi 1 kg massa 1 m/s^2 deň bolan tizlenme bilen täsir edýän güýç alynýandyr, oňa nýuton (N) diýilýär we 1 N = $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ deňdir.

Birlikleriň tehniki ulgamynda esasy birlikler indikiler bolup durýandyr: uzynlygyň ölçegi – metr (m), wagtyň ölçegi – sekunt (s), güýjüň ölçeg birligi – nýuton (N). Güýjüň birligi 1 dm^3 distillirlenen suwuň $t = 40^{\circ}\text{C}$ temperaturadaky agramy alynýandyr. (1.1)-nji deňlemeden görnüşi ýaly, massanyň ölçegi aşakdaky aňlatma boýunça kesgitlenilýär:

$$[M] = \frac{[P] \cdot [T^2]}{[L]}. \quad (1.44)$$

Bu ýerde massanyň birligi hökmünde 1 kgg güýjüň täsirinde 1 m/s² tizlenmäniň kabul edýän massasy alynýandyr. Bu birlige, köplenç, massanyň tehniki birligi (mtb) diýilýär.

Fiziki, Halkara we tehniki ulgamlaryň arasynda birnäçe baglanyşyk bardyr we bu baglanyşyklar hasaplamalarda berlenleri bir ulgamdan beýleki ulgama geçmeklige kömek edýär.

Eger-de massany $m = 1 \text{ kg}$ we tizlenmäni $a = 981 \text{ sm/s}^2$ (agyrylyk güýjüniň tizlenmesi) diýip kabul etsek, onda aşakdaka deň bolan güýji alarys:

– fiziki ulgamda $P = 1 \text{ g} \cdot 981 \text{ sm/s}^2 = 981 \text{ dina}$;

– Halkara ulgamynda $P = 0,001 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,00981 \text{ N}$.

Başga tarapdan bu güýç tehniki ulgamda 0,001 kgg deň bolan bir kub santimetr suwuň agramy bolup durýar. Bu ýerden alarys:

$$1 \text{ N} = 100\,000 \text{ dina} = 0,102 \text{ kg/N};$$

$$1 \text{ dina} = 1/100\,000 \text{ N} = 1/981\,000 \text{ kg/N}.$$

$$1 \text{ kg/N} = 981\,000 \text{ dina} = 9,81 \text{ N}.$$

Şuňa baglylykda, massanyň birlikleri bilen baglanyşygyny dürli ulgamlarda tapmak mümkindir:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 1/9,811 \text{ kg/N} \cdot \text{s}^2 \text{ (mtb)}.$$

Onluk kratnyý we paý birlikleri öwürmek üçin ulanylýan köpeldijiler we goşulmalar hem-de olaryň atlandyrylyşy 1.2-nji tablisada görkezilendir.

1.2-nji tablica

Köpeldiji	Sözün öňüne goşulma	Belgilenişi	
		Türkmençe	Halkara
10 ¹²	ra	T	T
10 ⁹	ga	G	G
10 ⁶	ga	M	M
10 ³	lo	k	k
10 ²	kto	g	h
10 ¹	ka	da	da
10 ⁻¹	si	d	d
10 ⁻²	nti	s	s
10 ⁻³	lli	m	m
10 ⁻⁶	kro	mk	
10 ⁻⁹	no	n	
10 ⁻¹²	ko	p	p

II BÖLÜM

MEHANIKI PROSESLER WE ENJAMLAR.

GATY MATERIALLARY GÖÇÜRMEK WE MAÝDALAMAK

2.1. Gaty materiallar barada maglumat

Häzirki wagtda gündelik durmuş we halk hojalygynyň pudaklary üçin gerek bolan köp maddalar we materiallar gazylyp alynýan peýdaly baýlyklaryň esasynda öndürilýär. Peýdaly baýlyklar mineral we organiki bolýarlar. Mineral maddalara magdanlar, suwlar, duzlar, kömür, metallar we beýlekiler degişlidir. Organiki tebigy baýlyklara nebit, tebigy gaz, ösümlük, haýwan önümleri we başgalar degişlidir.

Enjam ýagdaýy boýunça peýdaly baýlyklar gaz, suwuk we gaty halynda bolýarlar. Gaz halyndaky maddalara tebigy gaz, H_2S , CO_2 , inert gazlary degişlidir. Suwuk maddalara nebit, duzlaryň suwly erginleri degişli bolup durýar. Gaty maddalara bolsa magdanlar, kömür duzlary, dag jynslary we başgalar degişlidir. Peýdaly düzüminiň mukdary boýunça peýdaly baýlyklar garylyp, baý kompleks bolýarlar.

Peýdaly baýlyklaryň içinde gaty baýlyklar mineral çig mallaryň arasynda iň köp ulanylýany we öňden gelýänidir. Olara kömür, dag-magdan senagaty, tebigy duzlar we beýlekiler degişlidir. Halk hojalygynyň senagat önümlerine, meselem, mineral dökünlere, metallara we beýlekilere bolan islegiň barha artmagy, gaty baýlyklaryň ulanylyşyny has-da artdyrýar. Şonuň üçin hem soňky wagtda diňe baý däl-de, eýsem, düzümi boýunça garyp gaty baýlyklar hem senagat taýdan ulanylýar.

Tebigy magdanlar diňe bir peýdaly, ýagny arassa, sap bir maddadan däl-de, eýsem, köp maddalaryň goşundysy hökmünde duş gelýärler. Köp halatda şu wagta çenli şol magdanlardan diňe bir mineral alnyp, beýlekileri «guýruk» hökmünde zyňylýar. Meselem, selestin magdany 20% $SrSO_4$ -den we 80% dolomitden durýar. Şonuň üçin ondan selestini ($SrSO_4$) çykaryp alyp, dolomiti ($CaO_3 MgCO_3$) bolsa zyňýarlar. Şu ýerde selestin esasy mineral, dolomit bolsa «guýruk» bolup çykyş edýär.

Ýöne, häzirki döwrüň talaplarynyň biri bolan «guýrukly» hem rejeli, mümkin bolsa, esasy mineral hökmünde ulanmagy talap edýär. Meselem, dolomit zyňyndysy, aýna önümçiliginde esasy goşundy bolup hyzmat edýär.

2.2. Türkmenistanyň gazylyp alynýan dag-magdan baýlyklary we olaryň özleşdirilişi

Mälim bolşy ýaly, Türkmenistan dürli mineral çig mallara, tebigy gaza, nebite we beýleki gazylyp alynýan maddalara baýdyr. Bu baýlyklar, esasan, Garabogazköl aýlagynda, Hazaryň, Balkanabadyň ýerasty ýod-brom suwlarynda, Magdanly-

Köýtendag magdan känlerinde, gaz, nebit ýataklarynda we beýleki ýerlerde jemlendir. 2.1-nji tablisada şol tebigy baýlyklaryň ýerleşýän ýerleri görkezilendir.

2.1-nji tablisa

Çig mallaryň görnüşleri we olaryň ýerleşýän ýerleri

Çig mallaryň görnüşleri	Olaryň ýerleşýän ýerleri
Nebit	Günbatar – Türkmenistan, Hazar, Gumdag, Goturdepe, Barsagelmez, Ekerem we başgalar
Tebigy gaz we gazkondensat	Gündogar-Demirgazyk, Gündogar–Günorta Türkmenisean, Gazojak, Naýyp, Kükürtli, Baýramaly, Şatlyk, Döwletabat we başgalar
Natriý, kaliý, magniý, kalsiý, tebigy duzlar, seýrek duş gelýän elementler: litiý, bor, stronsiý we başgalar	Garabogazköl aýlagy, Magdanly–Köýtendag sebiti
Ýod, brom	Hazar, Boýadag, Gögerendag ýerasty suwlary, nebit we gaz bilen çykýan ugurdaş suwlar
Kükürt	Magdanly
Selestin, bentonitler, seolitler	Magdanly, Oglanly, Birata, Bathyz
Hek daşy, dolomit, gips we beýleki gurluşyk materiallary	Günbatar Türkmenistan, Magdanly–Köýtendag sebiti we başgalar

Häzirki wagtda nebitiň, gazyň, himiki çig mallar bolan tebigy duzlaryň, ýod-brom suwlarynyň we beýlekileriň senagat taýdan ulanylyşy barha artýar. Käbir gaz ýataklaryndan alynýan tebigy gazyň düzüminde bar bolan agyr uglewodorodlar, metanyň gomologlary, gaz kondensaty, kükürtwodorod, inert duzlary, plastmassa önümlerini we beýleki maddalary almak üçin gymmatly himiýa çig maly bolup hyzmat edýär. Kaliý we natriý duzlarynyň, selestiniň, nahar duzunyň, bentonitleriň, seolitleriň, hek daşynyň, dolomitiň, aýna, sement çig mallarynyň we beýlekileriň ägirt uly gorrlygy gözlenip tapylandyr. Garabogazköl aýlagynyň we Magdanly–Köýtendag sebitiniň we ýod-brom suwlarynyň düzüminde gabat gelýän gymmatbaha elementler bolan litiniň, boruň, stronsiniň we beýlekileriň hem geljegi uludyr. Şol maddalaryň esasynda halk hojalygy üçin derwaýys gerek bolan ýangyç önümleri, mineral dökünler, kislotalar, aşgarlar, kaustik we kalsiýnirlenen sodalar, plastmassa önümleri, derman, farmasewtik önümler, boýaglar, reňkler, sintetik kir ýuwuýjy maddalar we beýlekiler alynýar.

Türkmenistan Watanymyz Garaşsyz bolany bäri, mümkin boldugyça, tas ähli himiki önümleri ýerli çig mallaryň esasynda öndürmeklik maksat edilip goýulýar. Munuň üçin häzirki wagtda öňki bar bolan kärhanalar giňeldilýär, täzedan enjamlaşdyrylýar we täze senagat ojaklary döredilýär.

Muňa mysal edip, senagat kärhanalarynyň käbirini agzap geçmek maksadalaýykdyr. «*Türkmenmineral*» önümçilik birleşigi. Bu kärhana Türkmenistanyň iň baýry kärhanalarynyň biridir. Kärhana Magdanly–Köýtendag sebitiniň daş-magdan çig mallaryny gazyp almak we gaýtadan işlemek üçin ýörite niýetlenendir. Ýerli önümçilik 1933-nji ýyldan soň, ýagny Magdanly ýataklaryna barlaga gelen ylmy-gözlegçiler toparynyň kükürt magdanlarynyň ägirt uly ätiýaçlyk gurlarynyň bardygyny we onuň geljegi uly bolan senagat ähmiýetine eýe bolup biljekdigini anyklanlaryndan soň, ýola goýuldy. 1934-nji ýylyň 25-nji sentýabrynda agramy 6 tonna barabar bolan kükürdiň ilkinji synag tapgyry alyndy we Magdanlynyň kükürt önümçilik toplumu döredildi. 1967-nji ýylda zawodyň hünärmenleriniň kömegi bilen, kükürdi ýer astynda eredip almagyň usuly önümçilige ornaşdyryldy. Şeýlelikde, zawod döwletiniň ýokary hil nyşanyna eýe bolan arassa (99,98 göterim) kükürdi almagy başardy.

1973-nji ýylda kärhanada gips daşynyň önümçiligi ýola goýuldy. Häzirki wagtda birleşikde önümleriň şu aşakdaky görnüşleri öndürilýär: üwelen kükürt; gips daşy; örtülýän plitalar; gurluşyk we lukmançylyk gipsi; «gýuşa» diwar daşy; kalsiý karbidi; senagat üçin nahar duzy; iýmlik duzy; mekdep heki; hek uny; gurluşyk heki; hlorly hek; selestin konsentraty; agyrlaşdyryjy selestin; gurluşyk işleri we demir ýol üçin niýetlenen çagyl; ýuwan çäge.

Kaliý dökünleri zawody. Türkmen alymlary Köýtendagyň çäklerindäki duz ýataklaryny ylmy taýdan öwrendiler we seljerdiler. Olar onlarça inedördül kilometr meýdany tutýar. Duzly ýataklaryň esasyalarynyň biri hem Garlyk meýdançasdyr. Ol Kelif demir ýol menzilinden 25 kilometr töweregi demirgazykda, Magdanly şäheriniň 45 kilometr çemesi günorta-gündogarynda ýerleşýär. Onda ýerasty baýlyklar 180÷1000 metr çuňlukda ýerleşýär. Şu ýerde we golaýdaky Garabil ýatagynda kaliý duzlarynyň uly gurlary bar. Bu baýlyklary özleşdirmek, olary halkymyzyň bähbitlerine we ýurdumyzyň okgunly ösüşlerini çaltlandyrmaga gönükdirmek döwlet Baştutanymyzyň uns merkezinde durýar. Köýtendag etrabynyň Garlyk obasynda sement zawoduny, Garlyk kaliý duzlarynyň ýatagynda kaliý dökünlerini öndürmek boýunça dag magdanlaryny baýlaşdyryjy iri toplumu gurmak barada hormatly Prezidentimiziň kabul eden kararlary munuň aýdyň mysalydyr.

Türkmenistanyň we Belarus döwletiniň Prezidentleriniň gatnaşmalarynda Garlykda dag magdanlaryny baýlaşdyryjy iri toplумыň düýbi tutuldy. Ol kuwatlylygy boýunça Merkezi Aziýada iň iri toplum bolar. Bu ýerde ýylda 1,4 million tonna önüm öndüriler. Geljekde kaliý zawodunyň kuwatlylygyny 2,8 million tonna ýetirmek göz önünde tutulýar.

«Guwlyduz» kombinaty. Bu kärhana indi bir asyrdan gowrak wagtdan bäri halk hojalygynyň dürli pudaklaryny tehniki duz bilen, ilaty ýodlanan nahar duzy bilen yzygiderli üpjün edip gelýär. Kombinatyň önümi diňe Türkmenistanyň isleglerini

kanagatlandyrmak bilen çäklenmän, eýsem önümiň köp bölegi goňşy ýurtlara ýerlemek üçin satuwa çykarylýar. Kombinatnyň önümçilik kuwwatlylygy bir ýylda 680 müň tonna duza barabardyr.

1966-njy ýylda nahar duzuny kaliý ýodaty bilen baýlaşdyrmagyň tehnologiýasy işlenip düzüldi we önümçilige ornaşdyryldy. Häzirki döwürde önümçilik kombinatynyň ähli öndürýän nahar duzy ýodlaşdyrylýar. Türkmenistan ilaty ýodlaşdyrylan ýokary hilli nahar duzy bilen üpjün edýän dünýäde ýeke-täk döwletdir. «Guwlyduz» kombinatynyň öndürýän ýodlaşdyrylan nahar duzy 2005-nji ýylda Halkara Saglygy Goraýyş Guramasynyň (UNISEF) sertifikatyna mynasyp boldy. Ýodlaşdyrylan duza dünýäde isleg örän uludyr, çünki ýodlaşdyrylan duz adamyň galkan şekilli mäsiniň, nerw we immun ulgamlarynyň kadaly işlemegi üçin zerurdyr.

«Guwlyduz» kombinatynyň çig mal binýady bolup, Türkmenbaşy şäherinden 40 kilometr demirgazykda Hazar deňziniň kenaryndaky Guwly kölüniň duzy hyzmat edýär. Bu Türkmenistanyň iň iri kánleriniň biridir. Bu kániň duzy Türkmenistanyň beýleki duz kánlerinden özüniň aýratynlyklary we täsinlikleri bilen tapawutlanýandyr. Arassalygy we beýleki amatlyklary bolan bu kániň duzuny ýylyň dowamynda deslapky baýlaşdyrmazdan, ibermäge mümkinçilik bar.

Şu günki günde kombinatnyň önünde ylmyň we tehnologiýanyň gazananlary esasynda önümçiligi giňeltmek we gaýtadan gurnamak, duzdan dürli harytlyk önümleri dünýä bazarlaryna çykarmak ýaly wezipeler durýar.

2.3. Gaty materiallary göçürmek, maýdalamak

Gaty jisimiň böleklerine ýüki ýüklemegiň netijesinde maýdalamak prosesi amala aşyrylýar. Ýüklenmegiň täsirinde berklik çäginde ýeňip geçýän howply içki dartgynlyklaryň ýüze çykmagyna getirýär. Materialdaky dartgynlylygy mehaniki ýüklemegiň netijesinde, temperaturanyň, ultrasesiň yrgyldylarynyň we beýlekileriň täsirinde döredip bolýandyr. Häzirki döwrüň önümçiliklerinde gaty materialy maýdalamagyň has giňden ýaýrany – mehaniki usuldyr.

Maýdalamak öz gezeginde owratmak we üwemege bölünýändir. Bu maksatlar üçin niýetlenen maşynlara bolsa owradyjylar we degirmenler diýilýär.

Maýdalamaga tebigy materiallar, ýarymfabrikatlar we harytlyk önüm sezewar edilýändir. Bir ýagdaýda maýdalamak bilen gaty jynsyň içinden bütewi önümiň üsti açylýar, başga ýagdaýda fazalaryň galtaşma üsti ulalýar.

Tehnologik prosesde maýdalamagyň ähli görnüşleri ulanylýar, ýagny has iri böleklerden (250÷300 mm) başlap, kolloid böleklere çenli (bölejikleriň ölçegi mikrometre çenli) ulanylýandyr.

Önümiň ahyrky bölejikleriniň ölçeglerine baglylykda, maýdalamagyň görnüşleri 2.2-nji tablisada görkezilýändir.

Maýdalama prosesiniň toparlara bölünişi

Maýdalamagyň görnüşleri	Maýdalama çenli bölekleriň ölçegi, dbaş, mm	Maýdalamadan soň bölekleriň ölçegi, dahyr, mm
Iri		
Iri	1000	250
Ortaça	250	20
Maýda	20	1÷5
Üwelen		
Gödek	1÷5	0,1÷0,4
Ortaça	0,1÷0,4	0,005÷0,015
Inçe	0,1÷0,4	0,001÷0,005
Kolloid	< 0,1	< 0,01

Bölegiň maýdalama çenli bolan ölçeginiň, maýdalamadan soňky ölçegine bolan gatnaşygyna maýdalamagyň derejesi diýilýär. Maýdalamagyň derejesi çyzyklaýyna (i) we göwrümleýine (d) bölünýär.

$$I = d_{baş} / d_{ahyr} \quad (2.1)$$

$$I = v_{baş} / v_{ahyr} \quad (2.2)$$

Bu ýerde:

d – bölegiň diametri, m;

v – bölegiň göwrümi, m³.

Materialy maýdalamagyň netijeliligini ýokarlandyrmak we harçlanmalary azaltmak maksady bilen, düzgün bolşy ýaly, maýdalamak birnäçe döwürde geçirilýär. Netijede, maýdalamak prosesini zygiderlilikde birnäçe maýdalaýjy maşynlarda amala aşyrmak maksadalaýyk bolýar. Her bir aýratyn maýdalaýjy maşyn umumy prosesiniň bir bölegini ýerine ýetirýär. Muňa maýdalamagyň döwri diýilýär.

Maýdalamagyň döwürleriniň sany maýdalamagyň talap edilýän derejesi bilen kesgitlenilýär. Mysal üçin, eger-de başlangyç materialyň düzüminde ölçegi 1200 mm-e çenli bolan bölekler bar bolsa, alynmaly önümiň düzüminde bölekleriň ölçegi 40 mm-e çenli bolmaly bolsa, onda maýdalamagyň umumy derejesi $i = 1200/40 = 300$ bolar.

Owradyjy enjamlaryň köp görnüşi üçin maýdalama derejesi 5÷50-den geçmeýär. Şol sebäpli, $i_0 = 300$ üpjün edmek üçin owratmagyň birnäçe döwrüni hökmany ulanmaly bolýar, mysal üçin: $i_1 = 5$, $i_2 = 6$, $i_3 = 10$. Onda $i_0 = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = 5 \cdot 6 \cdot 10 = 300$ ýagny maýdalamagyň azyndan üç döwri talap edilýändir. Ýöne maýdalamagyň döwürleriniň köpeldilmegi, materialyň täzedan maýdalanmagyna eltýär we ulanylyş üçin çykdajylaryň köpelmegine getirýär.

Energoçykdajylar, maýdalamagyň elementlerine düşýän ýüklenmeler we önümiň hili materialyň fiziki-mehaniki häsiýetlerine, ýagny gaty materiallaryň berkligine, portlugyna, gatylygyna, maýyşgaklygyna, abraziwligine we dykzylygyna baglydyr.

Bölejikleriň ölçegine baglylykda, mysal üçin, ortaça (ekwiwalent) diametrine (d) baglylykda, gaty material indiki ýagdaýlarda bolup bilýändir: tokga-tokga ($d > 10$ mm); iri däneli (2 mm $< d < 10$ mm); maýda däneli ($0,5$ mm $< d < 2$ mm); külke görnüşli ($0,05$ mm $< d < 0,5$ mm); tozan görnüşli ($d < 0,05$ mm).

Gaty bölejikli ýarymdispers goşunda baha bermek üçin indiki häsiýetnamalar ulanylýandyr:

- a) bölejikleriň iň uly (d_{\max}) we iň kiçi (d_{\min}) diametrleri;
- b) özgerme aralygy (dürlü görnüşliligi) – $R = d_{\max}/d_{\min}$;
- ç) bölejikleriň ortaça diametri – d ;
- d) düzüminiň digirliligi (granulometriki düzüm);
- e) bölejikleriň udel üsti – S_u .

Gaty materialyň bölejikleri dogry däl görnüşde bolýar, şonuň üçin olaryň ölçegi diýlip, göwrümi boýunça bölejige ekwiwalent şaryň diametrine düşünilýär:

$$d_v = \sqrt[3]{6 \cdot V / \pi}, \quad (2.3)$$

ýa-da udel üsti boýunça:

$$d_s = \frac{6 \cdot V}{F}, \quad (2.4)$$

bu ýerde: V – bölejigiň göwrümi, m^3 ; F – bölejigiň üst meýdany, m^2 .

Gaty materialyň fiziki häsiýetlerine dykzylygy, çyglylygy, çyg çekijiligi, ereme temperaturasy we ýanmagy, ýaryлма we ýangyn howplulygy degişlidir.

Ürgün gaty materiallaryň mehaniki häsiýetlerine tebigy ýapgytlylyk burçy – α ; süýşmeklige bolan başlangyç garşylygy – τ_0 ; içki sürtülme burçy – φ ; içki sürtülme koeffisiýenti – f ; daşky sürtülme koeffisiýenti – $f_{daş}$; gapdal basyşy – ξ ; akjylyk koeffisiýenti – K_{ak} ; deformasiýanyň moduly we başgalar degişlidir.

Käbir materiallaryň fiziki-mehaniki häsiýetleri 2.3-nji tablisada görkezilendir.

2.3-nji tablisa

Käbir materiallaryň fiziki-mehaniki häsiýetleri

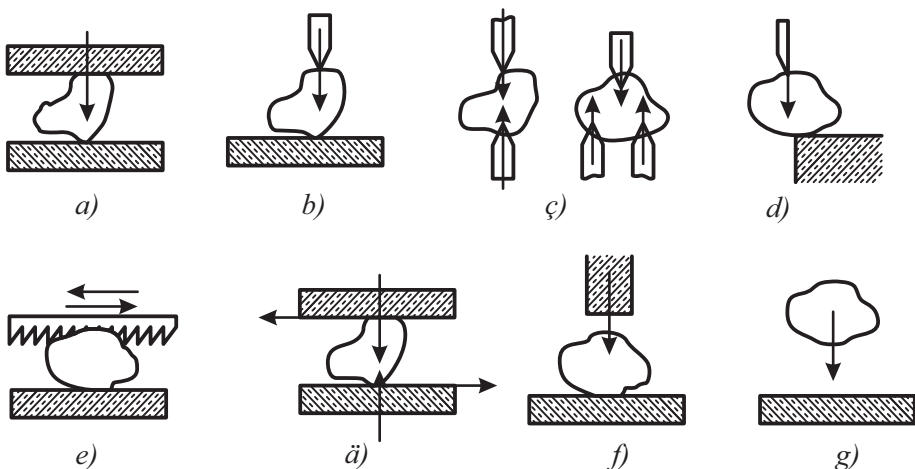
Material	Gysylmada berklik çägi, MPa	Maýşgaklyk moduly, $F \cdot 10^{-4}$, MPa	Dykzylygy, kg/m^3	
			hakyky	ürgün
1	2	3	4	5
Antrasit	9-a çenli	0,7	1600	800 ÷ 950
Apatit	80 ÷ 150	3	1500	1000

2.3-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5
Bazalt	150÷500	5,62 ÷ 9,73	2400÷3100	1800
Beton	5÷35	–	1600÷2000	–
Granit	5÷210	3÷6,14	2690	1900
Gips	9÷10	–	2690÷2780	1050÷1600
3÷9% çyglylykly toýun	2,6	–	1800÷2000	1600
20÷25% çyglylykly toýun	0,2÷0,6	–	2000	1700
Ýakylan toýun	6÷13	–	1800÷2600	–
Diabaz	120÷370	6,12÷7,9	2080÷3080	1900
Dolomit	15÷54	–	2330÷2840	1600
Gaty (berk) hek	200÷300	3,5÷5	3100	1600÷2000
Orta berklikdäki hek	60÷200	3,5÷5	2630	1500÷2000
Ýumşak hek	40÷60	3,5	–	1400
Kalsit	–	5,8÷9	–	–
Kwarsit	245÷345	–	2630÷2660	–
Kwars	80÷145	7,8÷10,3	2640	1500
Bişen kerpîç	7,5÷30	1	1600÷2500	1300
Silikat kerpiji	7,5÷15	–	1700÷1800	1400
Keramika	7,5÷30	–	2300÷2500	–
Korund	–	–	3900÷4000	–
Mel	0,2÷20	–	2500	900÷1200
Ýumşak mergel	12÷30	–	1900	1200÷2500
Dykyz mergel	50÷100	–	–	1200÷1500
Magnezit	32÷120	–	2850÷2970	–
Mermer	55÷250	5,65÷7	2600÷2840	1700÷2500
Nitrofoska	30÷90	–	2000÷2200	1100÷1300
Toýunly gumdaş	50÷100	3,4÷5	2280÷2700	1400÷2000
Daş kömür	2÷29	0,7÷6	1400÷1800	–
Hromit magdany	21÷93	–	3300÷3800	–
Tokga şamot	20÷150	–	2000÷2450	–
Domna pejiniň şlagy	150	–	2750	1500

2.3.1. Maýdalamagyň usullary

Maýdalamagyň usullaryny saýlamak, ilki bilen maýdalanýan materialyň mehaniki berkligine we materialyň ölçeglerine hem-de maýdalama derejesine baglydyr. 2.1-nji suratda görkezilen usullar boýunça:



2.1-nji surat. Gaty materialy maýdalamagyň görnüşleri:

a – mynjyratmak; b – döwmek; ç – döwüp bölmek; d – kesmek; e – byçgylap bölmek; ä – sürtüp bölmek; f – yük bilen urup bölmek; g – erkin urgy bilen bölmek

a) *Mynjyratmak.* Ýüküň täsiri astynda jisim tutuş göwrümi boýunça üýtgeýär. Haçan-da jisimiň içki dartgynlygy, gysylma bolan berklik çäginden geçse, jisim pytraýandyr we dürli ölçeglerdäki hem-de görnüşdäki bölejikler emele gelýändir.

b) *Döwmek.* Uly bolmadyk ýüklenmäniň ýyganan (toplanan) ýerlerinde jisim pytraýar. Ölçegleri we şekili birmeňzeş bölejikler emele gelýär, yöne şekilleri hemişe deň bolmaýar. Bu usulda bölejikleriň iriligini sazlap bolýandyr.

ç) *Döwüp bölmek.* Jisim egrediji ýükleriň täsirinde pytraýar. Bölejikleriň ölçegleri we şekili döwmek usulyndaky ýaly birmeňzeş bolýar.

d) *Kesmek.* Bu usulda jisim bellenilen ölçegler we şekiller boýunça böleklere bölünýär. Prosesi doly dolandyryp bolýandyr.

e) *Byçgylap bölmek.* Alynýan netije edil kesip bölmege meňzeşdir.

ä) *Sürtüp bölmek.* Jisim gysyjy, dartyjy we kesiji güýçleriň täsirinde maýdalanylýar.

Netijede, maýda külke görnüşli önüm alynýar.

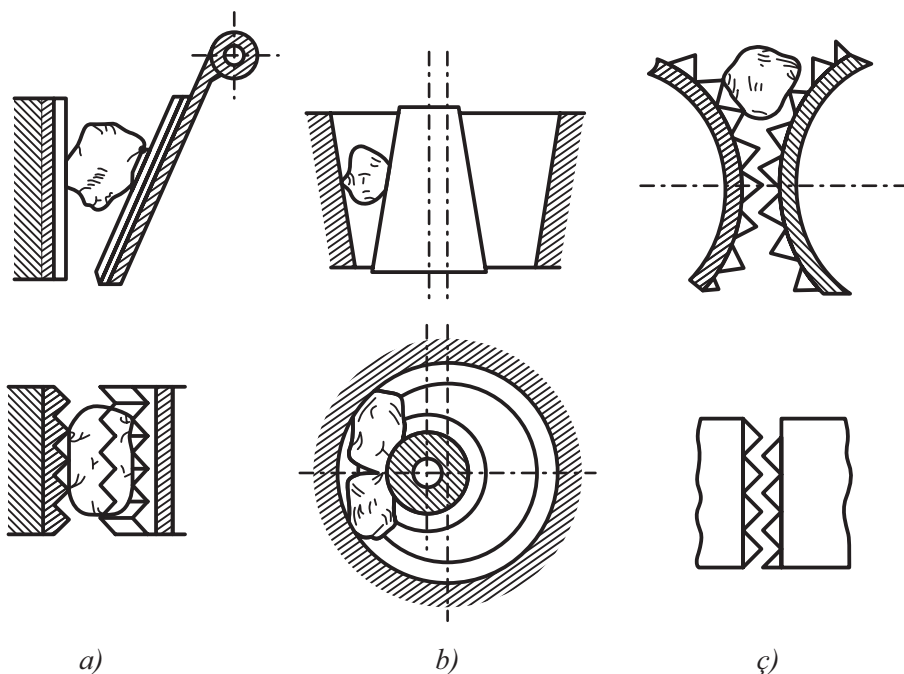
f, g) *Ýük bilen urup we erkin urgy bilen bölmek.* Dinamiki ýüklenmegiň täsirinde jisim böleklere bölünýär.

Gaty materiallary maýdalamak üçin dürli ölçeglerdäki owradyjylaryň we degirmenleriň köp kysymlary ulanylýandyr. Ýöne has kämilleşen maşynyň gurnamasyny taslamak dowam etdirilýändir. Bu, esasanam, ýokary derejede maýdalamakda zerur bolup durýandyr. Ölçegleri 100 mkm-den kiçi bölejikleri almak üçin 20÷30 kWt·sag/t energiýa harçlanýar, maşynyň sürtülip iýilmeginiň netijesinde, metalyň ýitgisi takmynan 1 kg/t-e deňdir. Bölejikleriň ölçegi 10 mkm-den kiçi bolan önümi almak üçin harçlanýan energiýa 150 kWt·sag/t-e çenli ulalar we muňa baglylykda, metalyň ýitgisi hem köpeler.

Maýdalaýjylary aşakdaky esasy toparlara bölmek bolýar:

- a) pytradyjy we döwüji täsirli;
- b) mynjyradyjy täsirli;
- ç) sürtüji-mynjyradyjy täsirli;
- d) urguly täsirli;
- e) urguly-sürtüji täsirli;
- ä) kolloid maýdalaýjylar.

Pytradyjy we döwüji täsirli maýdalaýjylara äňli (2.2-nji a surat we 2.4-nji a, b suratlar), konusly (2.2-nji b surat we 2.5-nji surat) we oklagy dişli (2.2-nji ç surat) owradyjylar degişlidir.



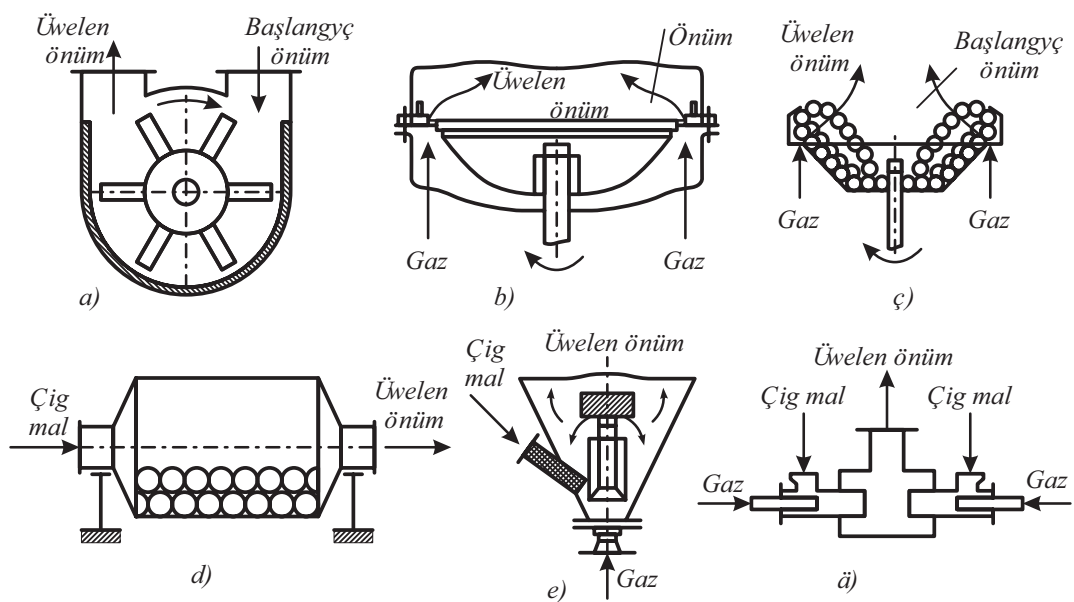
2.2-nji surat. Pytradyjy we döwüji täsirli owradyjylaryň shemalary:

a – äňli owradyjy; b – konusly owradyjy; ç – oklawy dişli owradyjy

Mynjyradyjy täsirli maýdalaýjylara oklagy tekiz we halkalaýyn tigrçekli (kese we dik) degirmenler degişlidir.

Sürtüji-mynjyradyjy täsirli maýdalaýjylara degirmen daşly, tigrli, tekizleýjisi «tarelka» görnüşli, şarlary halkalaýyn ýerleşdirilen, monjukly (hünjüli) degirmenler degişlidir.

Urguly täsirli maýdalaýjylara çekiçli degirmenler, dezintegratolar we dismembratolar, merkezden daşlaşýan degirmenler, baraban görnüşli we gaz akymly degirmenler degişlidir (2.3-nji surat).



2.3-nji surat. Urguly täsirli maýdalaýjylaryň shemalary:

a – çekiçli; b – merkezden daşlaşýan; ç – merkezden daşlaşýan şarly;
d – baraban görnüşli; e – pnevmatik; ä – gaz akymly

Dezintegrator (lat. *integer* – bitewi diýen manyny berýän söz) – uşak maýdalamak üçin niýetlenen maşyn.

Urguly-sürtüji täsirli maýdalaýjylara sandyradýjyly, planetar we gidroskopik degirmenler degişlidir,

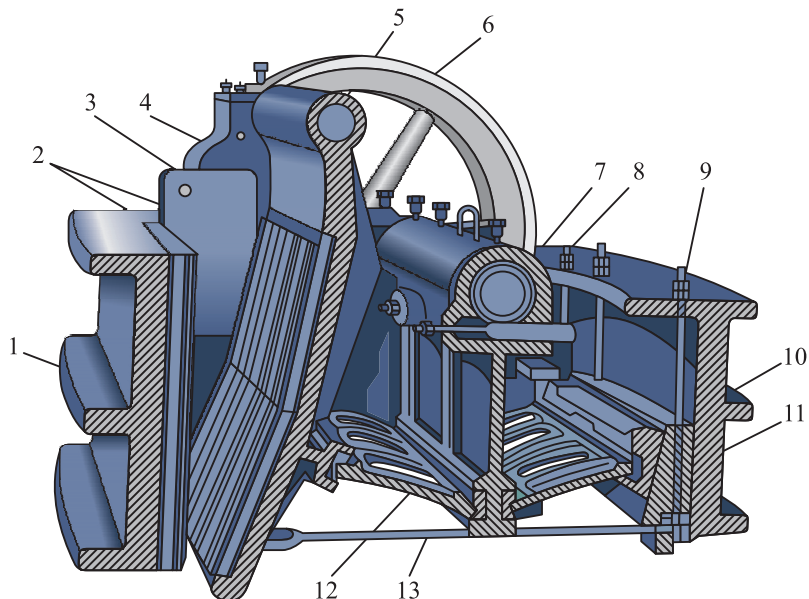
Kolloid maýdalaýjylara konusly, kawitasion, yrgyldyly-kawitasion degirmenler we reaktronlar degişlidir.

2.4. Maýdalaýjy enjamlar

Äňli owradyjylar (2.4-nji a, b suratlar). Bu maşynlar halk hojalygynyň köp pudaklarynda dürli materiallary iri we orta maýdalamak üçin niýetlenendir we ähli görnüşdäki materiallary owratmaga ukyplydyr. Äňli owradyjylaryň işi elementleri bolup iki sany äň hyzmat edýär (2.4-nji ç suratlar), ýagny hereket etmeýän (1) we hallan atýan (2) äňler. Äňler biri-birine ýakynlaşanda, material owranýar, biri-birinden daşlaşanda bolsa, owradylan material äňiň aşaky ýşyndan dökülýär.

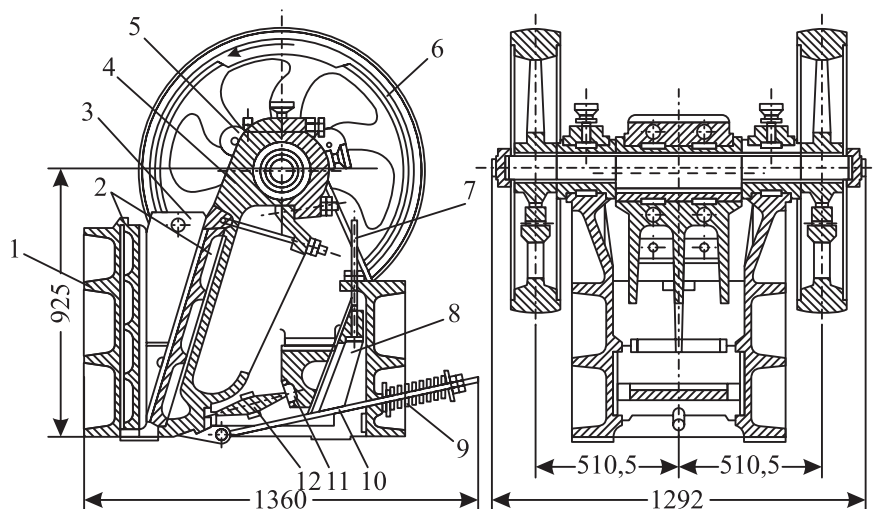
Äňleri ýönekeý hallan atýan owradyjylarda (2.5-nji a surat) äňler (1) okda (2) sallanylyp goýulýandyr. Şatunyň (4) we direg plitalarynyň üsti bilen merkezi walyň (3) berýän hereketi boýunça äňler töweregiň dugasy boýunça hallan atma hereketde bolýarlar. Äňler ýakynlaşanda, material owradylýar, äňler biri-birinden daşlaşanlarynda bolsa, maýdalanan material aşak düşýär we bölekleriň ölçegi çykyş ýşyndan

kiçi bolsa, kaneradan çykarylýar. Soňra bu proses gaýtalanýar. Bu maşynda material mynjyratmagyň, döwmegiň we pytratmagyň täsirinde maýdalanylýar, sebäbi ýanlaryň ikisinde hem ýüzi бүдүр-сүдүр edilen plitalar oturdylandyr.



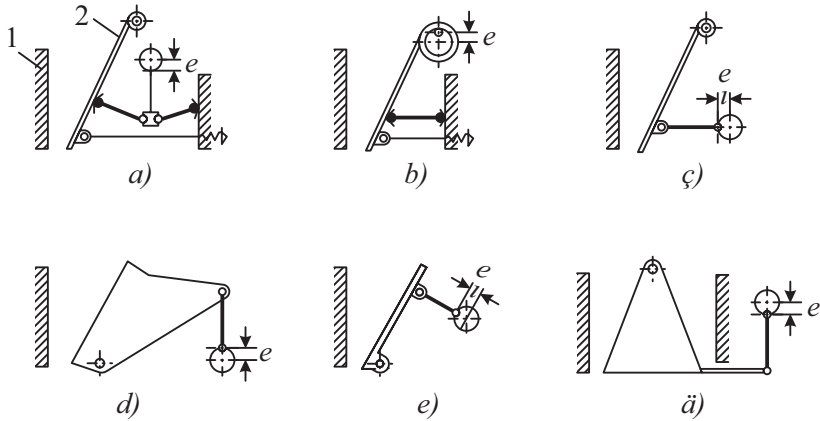
2.4-nji a surat. Äňleri yönekeý hallan atýan owradyjy:

- 1 – stanina; 2 – plitalar; 3 – söýeg pahnalary; 4 – hereket edýän äň; 5 – äňiň hallan atma oky; 6 – çarh; 7 – merkezi wal; 8 – şatun; 9 – galdyrylýan wint; 10 – hereket edýän pahna; 11 – direg pahnasy; 12 – gysyjy plitalar; 13 – dartyjy



2.4-nji b surat. Hereket edýän äňleri merkezleşdirilen walda oturdylan owradyjy:

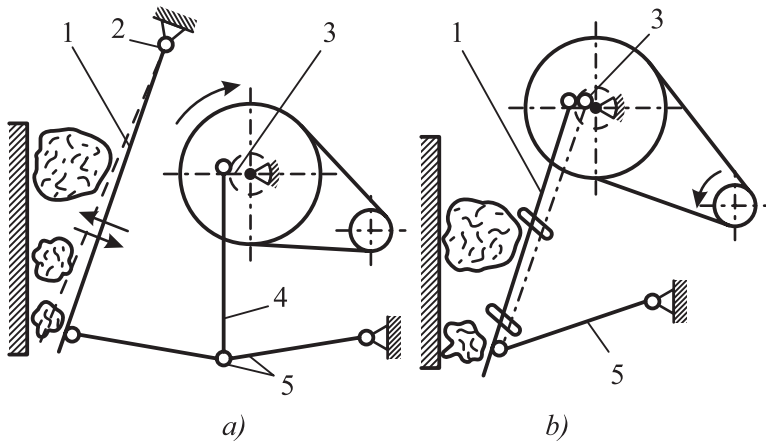
- 1 – stanina; 2 – plitalar; 3 – söýeg pahnalary; 4 – hereket edýän äň; 5 – eksentrikli wal; 6 – uly çarh; 7 – galdyryjy wint; 8 – hereket edýän pahna; 9 – çekilýän pružin; 10 – dartyjy; 11 – direg pahnasy; 12 – gysyjy plita



2.4-nji ç surat. Hereket edýän äňiň asylyşynyň we hereketlendirilişiniň shemasy:

a – ýokardan asylyş we dik şatunly; b – eksmerkezli walda ýokardan asylyş; ç – ýokardan asylyş we kese şatunly; d – aşakdan asylyş we dik şatunly; e – aşakdan asylyş we kese şatunly; ä – ikitaraplaýyn äňiň ýokardan asylyşy we dik şatunly ekssentrisitet

Äňleri çylşyrymly hereketli owradyjylarda ryçagly mehanizmiň has ýönekeý shemasy 2.5-nji b suratda görkezilendir. Owradyjynyň hereketli ýany (1) bolup durýan şatun (4) gönümel eksmerkezli wala (3) birleşdirilendir. Äňiň aşaky bölegi direg plitalaryna (5) söýelýändir. Äňler ellipsiň şekilindäki geçip giden yz boýunça çylşyrymly hereketi ýerine ýetirýär. Munuň netijesinde bolsa, material mynjyradylmagyň we sürtülmegiň täsirinde owradylýar.



2.5-nji surat. Äňli owradyjylaryň prinsipial shemalary.

a – äňleri ýönekeý hereketli; b – äňleri çylşyrymly hereketli: 1 – äňler; 2 – ok; 3 – eksmerkezli wal; 4 – şatun; 5 – direg plitalary

Äňleri ýönekeý hereketli owradyjylaryň düýpli kemçiligi, owradyjy kamaraňyň ýokarky böleginde gysylma hereketiniň haýal bolýanlygydyr. Äňleri çylşy-

rymly hereketli owradyjylarda bolsa, owradyjy plitalaryň düýpli iýilmegidir. Ýöne aňleri çylşyrymly hereketli owradyjylaryň gurnalyşy has ýönekeý we metal az harçlanýandyr.

Äňli owradyjylaryň esasy ululykly, olaryň ululygy, ýagny ini we uzynlygydyr ($B \times L$). Önümçilikde ulanylýan maýdalaýjylar indiki ölçeglerde bolýandyr:

$B \times L$ (mm) : 160 × 25, 250 × 400, 250 × 900, 400 × 900, 600 × 900, 900 × 1200.

Konusly owradyjylar (2.6-njy surat) maýdalamagyň hemme tapgyrlarynda ulanylmak bilen, diňe bir iriligi boýunça dürli görnüşli materiallary işlemek bilen çäklenmän, eýsem fiziki-mehaniki häsiýetleri dürli materiallary işlemekde hem giňden ulanylýandyr. Owradyjynyň işçi jisimi bolup, hereket etmeýän konus hyzmat edýändir. Bu konusyň içinde bolsa hereket edýän owradyjy konus ýerleşdirilendir. Munuň oky hereket etmeýän konusyň okuna γ burç boýunça gysardylandyr. Konuslaryň aralygy bolsa owradylma kamerasyny emele getirýändir. Material kamera berlende, owradyjy konus materialyň bölekleriniň pytrap we böleklere bölünip towlanmagyny üpjün edýär.

Konusly owradyjylar niýetlenişi boýunça aşakdakylara bölünýärler:

- a) iri owradyjylar, maýdalama derejesi $i = 5 \div 8$ aralykda;
- b) orta owradyjylar;
- ç) uşak owradyjylar, $i = 20 \div 50$ aralykda.

Iri owradyjynyň esasy ululygy, onuň kabul ediji ötüginiň inidir. Önümçilikde ulanylýan konusly owradyjylaryň kabul ediji ötüginiň ini indiki ölçeglerde bolýandyr: 500, 900, 1200 we 1500 mm. Orta we uşak owradyjylaryň esasy ululygy olaryň hereket edýän konusynyň aşaky düýbünüň diametridir. Onuň ölçegi 600, 900, 1200, 1750 we 2200 mm-e deňdir.

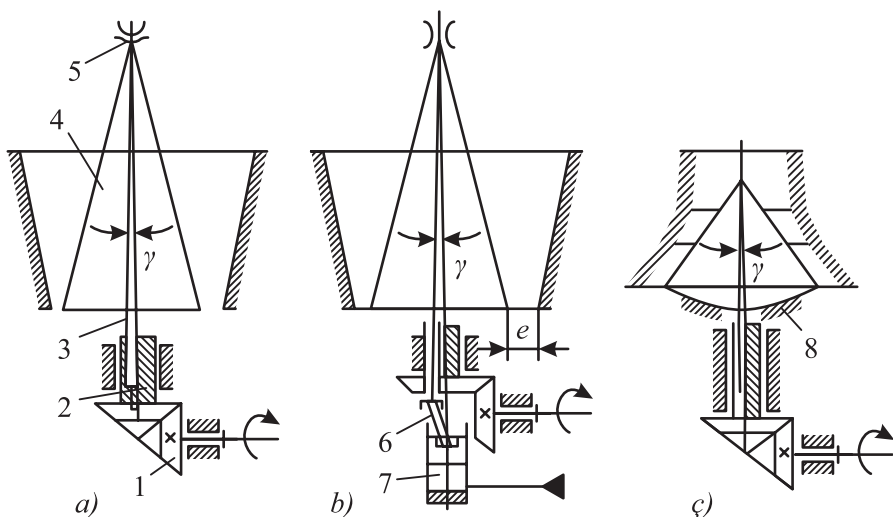
Owradyjy konusyň walynyň söýeniş usuly boýunça konusly owradyjylar aşakdakylara bölünýärler (*2.6-njy surat*):

- 1) waly asylan owradyjylar (*2.6-njy a surat*);
- 2) diregi soky daşly owradyjylar (*2.6-njy b surat*);
- 3) waly konusly owradyjylar (*2.6-njy ç surat*).

Waly asylan owradyjylarda owradyjy konusyň (4) waly (3) diregde (5) ok bilen asylýandyr. Bu direg oky boýunça we radial täsir edýän ýüklenmeleri özüne kabul edýändir. Walyň aşaky uýy eksmerkezde (2) ýerleşdirilendir, onuň diregleri hem owradyjy konusyň radial ýüklenmelerini özüne kabul edýändir.

Eksmerkeze aýlanma hereket konus görnüşli dişli geçirijiniň (1) üsti bilen amala aşyrylýandyr.

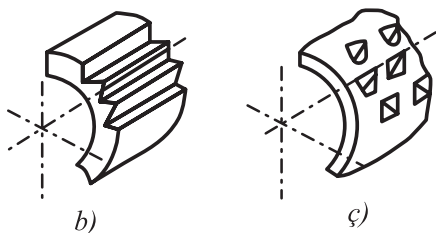
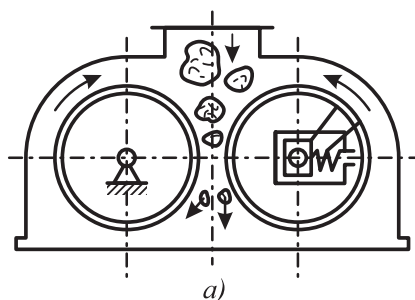
Diregi soky daşly owradyjylarda owradyjy konusyň ok boýunça ýüklenmesi soky daşyna (6) berilýär we soňra gidrosilindriň plunžerine (7) geçýär. Bu plunžer suwuklygyň basyşy bilen sazlanýlar. Muňa baglylykda, çykyş ysşynyň (e) inini sazlamak mümkinçiligi bolýar.



2.6-njy surat. Konusly owradyjylaryň shemalary.

a – waly asylan; b – sokusy diregli; ç – konus waly; 1 – dişli geçirme; 2 – eksmerkezli; 3 – wal; 4 – owradyjy konus; 5 – direg; 6 – soky diregi; 7 – gidrosilindr; 8 – sferiki daban; e – çykyş yşsynyň ini

Owradyjy konus has ýapyk görnüşde bolýar. Bu maşynlarda ok boýunça täsir edýän ýüklenme şarly daban (8) bilen, radial ýüklenme bolsa, eksmerkezliň diregi bilen kabul edilýär.



2.7-nji surat. Oklawly maýdalaýjynyň shemasy: a – iş prosesi, tekiz oklagly;

b – бүдүр-сүдүр oklagly;

ç – dişli oklagly

Konusly owradyjylaryň öndürjiligi äňli owradyjylardan ýokarydyr (deňşdirme parametrlerde), ýagny äňler süýşende, çykyş ötüginiň meýdany üýtgeýändir, konusly owradyjylarda bolsa ol üýtgemän, diňe owratma kamerasynda hereket edýän konusyň ýagdaýy üýtgeýändir. Owradyjy konusyň togalanmagy hem owratma kamerasynyň gowy dolmagyna we bölekleriň gowy tutulmagyna ýardam berýändir.

Oklagly owradyjylar (2.7-nji surat). Bu maşynlar ýokary we orta berklikli, şeýle-de maýyşgak we port materiallary maýdalamakda giňden ulanylýandyr. Bu maşynlarda materialy maýdalamak prosesi ugurdaş ýerleşdirilen we biri-biriniň garşysyna aýlawly hereket edýän oklaglaryň arasyndaky gysylýan kamerada (boşlukda) materialyň böleklerini üzüksiz çekip almak bilen amala aşyrylýandyr.

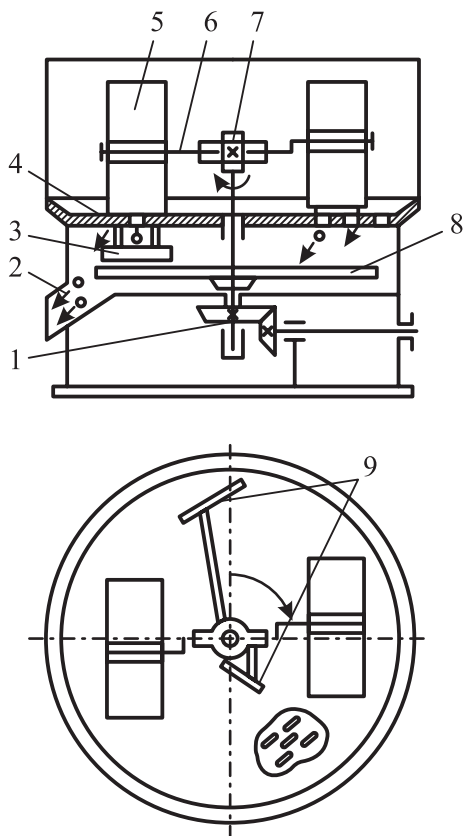
Bu maşynlaryň oklaglarynyň sany bir, iki, üç we dört bolup bilýändir. Oklaglarynyň üst ýüzüniň görnüşi boýunça owradyjylar tekiz (2.7-nji a surat), бүdür-sүdür (2.7-nji b surat) we dişli oklawly bolýandyr. Oklawly tekiz we бүdür-sүdür üstli owradyjylar adatyça, orta berklikdäki materiallary owratmak üçin, oklawly dişli owradyjylar bolsa berkligi pes materiallary owratmak üçin niýetlenendir. Alynýan önümiň bölekleriniň ölçegi oklawlaryň aralygynyň ýşyna we işçi organlaryň üst ýüzüniň kysymyna baglydyr.

Oklawly owradyjylaryň esasy ýetmezçilikleri şulardan ybaratdyr:

1) berkligi berk we abraziw materiallar işlenilende, oklawlaryň üst ýüzüniň intensiw we endigan däl iýilmegi;

2) udel öndürijiliginiň pesligi.

Oklawly owradyjylaryň giňden ulanylmagy şeýle düşündirilýär, ýagny olarda ýelmeşýän ýa-da düzümünde ýelmeşip biljek goşundylar bar bolan materiallary işläp boljak mümkinçiligi ýokarydyr. Owradyjylaryň iş döwründe oklawlaryň üst ýüzüne ýelmeşen material kesiji gyrgyçlar bilen kesilip aýrylýandyr.



2.8-nji surat. Süýbekli degirmen:

1 – wal; 2 – düşüriji lotok; 3,9 – gyrgyçlar; 4 – düýp; 5 – tekizleýji tigr; 6 – itekleýji; 7 – sapfa; 8 – «tarelka»

Oklagly owradyjylar oklawlarynyň diametri (D) we uzynlygy (L) bilen häsiýetlendirilýär. Gysylma berkliginiň çägi 350 MPa çenli bolan materiallary orta we uşak, gury we çygly owratmak üçin oklawlarynyň üst ýüzi tekiz bolan iki oklawly owradyjylar; gysylma berkliginiň çägi 250 MPa çenli bolan materiallary owratmak üçin, oklawynyň üst ýüzi бүдүр-сүдүр bolan iki oklawly owradyjylar; koksý uşak owratmak üçin üst ýüzi tekiz bolan dört oklawly owradyjylar niýetlenilýändir.

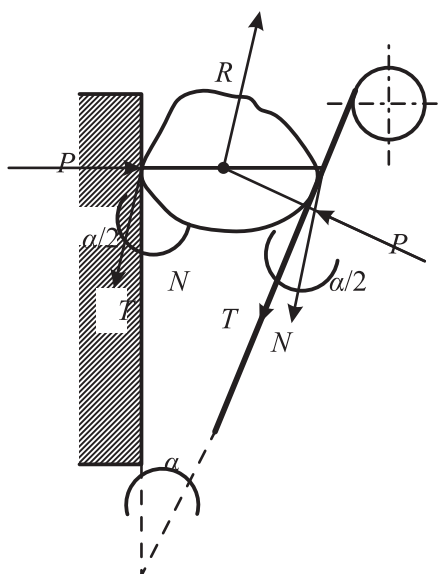
Tigirli degirmenler (2.8-nji surat). Bu maşynlar materialy uşak (bölejikleriň ahyrky ölçegi 3÷8 mm) owratmakda we heki, toýuny we beýleki materiallary gödek (0,2÷0,5 mm) üwemek üçin niýetlenendir. Bulardan başga-da, bu maşynlar materialy sürtüp owratmakda, birmeňzeş etmekde, dykzlandyrmakda we suwuny aýyrmakda hem ulanylýandyr.

Tigirli degirmenlerde agyr agramly tigirler degirmeniň düýbüne ýygnanan materialyň üstünden geçmek bilen, materialy mynjyratmak we sürtmek arkaly maýdalaýar. Materialy maýdalamak gury we çygly usulda amala aşyrylýar. Tigirli degirmeniň tigirleriniň diametri (D) we ini (b) onuň esasy ululykdyr. Çygly üwemekte indiki ölçegdäki tigirli degirmenler ulanylýandyr: $D \times b$ (1200 × 300÷1800 × 550 mm).

Bularyň tigirleriniň agramy 2÷7 t aralykdadyr. Gury üwemekte ulanylýan degirmenleriň ölçegi:

$$D \times b \text{ (600} \times \text{200} \div \text{1800} \times \text{450 mm).$$

Tigirli degirmenleriň çanaklary hereket etmeýän we hereket edýän görnüşde ýasalýar. Çanaklary hereket edmeýän degirmenlerde agyr agramly tigirler aýlanyp durýarlar.



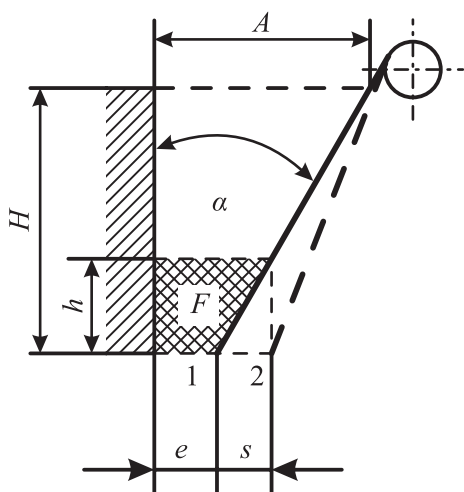
2.9-njy surat. Materiala täsir edýän güýçleriň shemasy

Çygly üwemek usuly üçin niýetlenen degirmen 2.8-nji suratda görkezilendir. Dik wal (1) aýlananda, itekleýjide (6) podşipniklerde oturdylan tigirler (5) düýbüň (4) üstünde aýlanýarlar we şol bir wagtda öz okunyň daşyndan hem aýlanýandyr. Düýpdäki materialyň gatlagynyň galyňlygyna baglylykda, tigirleriň erkin aşak ýa-da ýokaryk hereket etmegi we owanmaýan materiallary ýeňip geçmek üçin, sapfada (7) şarnirli berkidilen tirsekli wal ýardam berýändir. Tigirler köp meýdany tutar ýaly, düýbüň merkezinden dürli radiuslarda ýerleşdirilýändir. Düýpde ölçegleri $6 \times 30 \div 12 \times 40$ mm bolan süýnmek şekilli ötükli plitalar ýerleşdirilip goýulýar. Maýdalanan material düýpdäki ötüklere aşak basylýar we aýlanýan «tarelka» (8) baryp düşýär, ol ýerden bolsa gyrgyçlaryň (3) kömegi bilen düşüriji lotoga (2) zyňylýar. Maşynyň çanagynyň içki gyrasyny we ýüzüni ýelmeşen materialdan arassalamak üçin walda (1) gyrgyçlar (9) berkidilýändir.

Bulardan başga-da, tigirleri ýokarsyndan hereketlendirilýän, aýlanýan çanakly, tigirleri pružinaly ýa-da tigirleri pnevmatik gysyjyly owradyjylar ulanylýandyr.

2.4.1. Äňli owradyjynyň tehnologik hasaplamasy

Äňli owradyjyda materiala täsir edýän güýçleriň shemasy 2.9-njy suratda görkezilendir. Berlen: G – öndürililik, t/sag; d_b – materialyň başlangyç iriligi, m; d_{ah} – materialyň ahyrky iriligi, m; ρ_m – materialyň ürgünlilik dykzlygy, kg/m^3 . Kesgitlemeli: φ – tutma burçuny; hereket edýän ýanyň hallan atma sanyny we n – hereketlendiriji walyň aýlaw sanyny, maýdalaýjynyň «äňiniň» ölçeglerini, maýdalaýjynyň harçlaýan kuwwatyny.



2.10-njy surat. Äňniň hallan atma sanyny kesgitlemek üçin shema

Itekleyji güýç indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$R = 2 \cdot \pi \cdot \sin\alpha/2. \quad (2.5)$$

Bu güýç P we N güýçleriň deň täsir edijisi bolup durýar, ýagny P we N sürtülme T güýjüň oka proyeksiýalarydyr. Onda:

$$N = T \cdot \cos\alpha/2. \quad (2.6)$$

Materialyň böleginiň agramy göz önünde tutulmaýar. Onda sürtülme güýç bolar:

$$T = f \cdot P, \quad (2.7)$$

bu ýerde: f – sürtülme koeffisiýenti; bu ýerden

$$N = f \cdot P \cdot \cos\alpha/2. \quad (2.8)$$

Bölekler owradyjynyň kamerasynda aşakdaky şert boýunça galyp bilerler:

$$2 \cdot N \geq R \quad \text{ýa-da} \quad 2 \cdot f \cdot P \cdot \cos\alpha/2 \geq 2 \cdot P \cdot \sin\alpha/2, \quad (2.9)$$

bu ýerde:

$$f \geq \operatorname{tg}\alpha/2, \quad (2.10)$$

bu ýerde: φ – sürtülme burçy, onda:

$$\operatorname{tg}\varphi \geq \operatorname{tg}\alpha/2 \quad \text{ýa-da} \quad \alpha \leq 2 \cdot \varphi. \quad (2.11)$$

Netijede, owradyjynyň tutma burçy, materialyň maýdalaýjynyň äňlerine sürtülme burçunyň iki essesinden uly bolmaly däldir. Haçan-da $\alpha < 2 \cdot \varphi$ bolanda, materialyň maýdalanma derejesi kiçelýändir.

Sürtülme burçy geçirilýän synaglaryň netijesinde kesgitlenilýär we magdanlaryň köpüsi üçin $15 \div 25^\circ$ aralykdadyr.

Owradyjynyň hereket edýän ýanynyň hallan atma sanyny we hereketlendiriji walyň aýlaw sanyny kesgitleýäris:

Äňniň bir gezek hallan atmasynda owradyjynyň kamerasyndan erkin gaçýan materialyň göwrümii takmynan F bölege deň bolar (2.10-njy surat). Munuň üçin äňniň 1-nji ýagdaýdan 2-nji ýagdaýa geçme wagty (τ_1) materialyň h beýiklikden aşak gaçma wagtyna (τ_2) deň bolmalydyr.

Äňniň minutda doly Z hallan atmagy bolar:

$$\tau_1 = 30/Z, \quad \tau_2^2 = 2 \cdot h/g, \quad (2.12)$$

$$\tau_1 = \tau_2 \text{ diýip alýarys: } 2 \cdot h/g = 900/Z^2; \quad Z = 30 \sqrt{g/2 \cdot h}. \quad (2.13)$$

Äňň heraket edýän wagtynda α burç az üýtgeýändir, onda

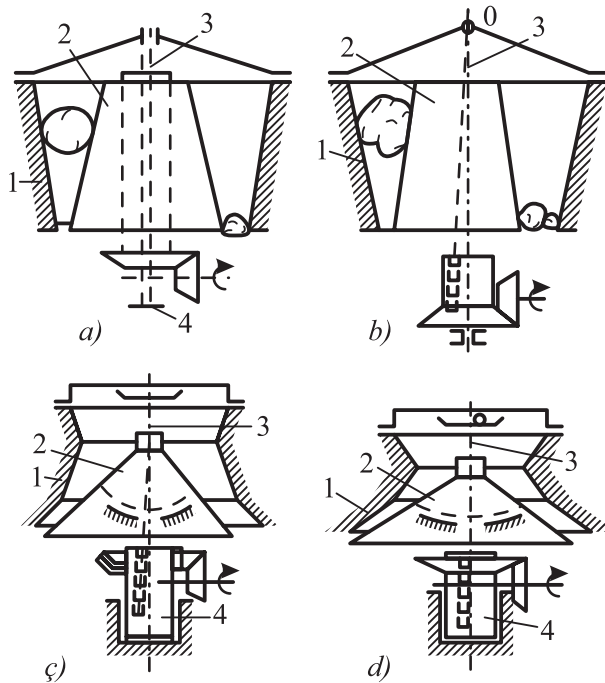
$$h = S / \operatorname{tg} \alpha; \quad Z = 30 \sqrt{g \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2 \cdot S} \quad \text{ýa-da} \quad Z = 66,5 \sqrt{\operatorname{tg} \alpha / S}. \quad (2.14)$$

Adatça, S -iň bahasy $5 \div 30$ mm aralykda alynýar. Kiçi bahalar kiçi owradyjylar üçin, uly bahalar bolsa uly owradyjylar üçindir. Materialyň çykýan böleginiň (e) ölçegi aşakdaky formula bagly saýlanylýar:

$$e < d_{ah} \leq e + S. \quad (2.15)$$

2.4.2. Konusly owradyjynyň tehnologik hasaplamaşy

Hasaplama üçin berlenleri 2.4.1-nji bölümdäki berlenleri kabul edýäris. Konusly owradyjylaryň shemalary 2.11-nji suratda, konusa täsir edýän güýçleriň shemasy bolsa 2.12-nji suratda görkezilendir.



2.11-nji surat. Konusly owradyjylaryň shemalary:

a, b – iri bölekde owratmak üçin; c – orta bölekde owratmak üçin;

d – ak bölekde owratmak üçin: 1 – daşky konus; 2 – içki konus; 3 – ok; 4 – silindr

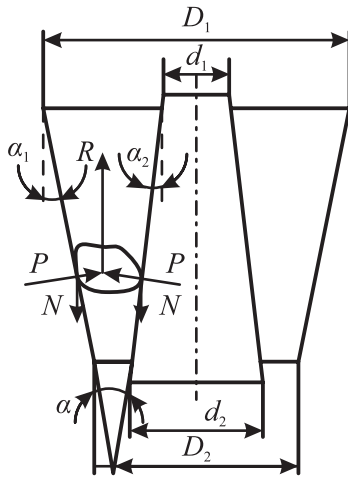
Tutma burçy $\alpha \leq 2\varphi$. Konusyň aýlaw sany bolar:

$$n = 47 \sqrt{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2 / r}. \quad (2.16)$$

bu ýerde: α_1 we α_2 – gradusda aňladylýan burçlar; r – eksmerkezleşdirilen ($5 \div 20$ mm). Merkezleşdirilen jisimiň aňrybaş deformasiýasyna baglydyr, ýagny $2r \geq \Delta l$.

Owradyjynyň öndürijiligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$G = \frac{188,4 \cdot \mu \cdot \rho_{\text{yük}} (D_2 - d_{\text{yş}}) d_{\text{yş}} \cdot S \cdot n}{\text{tg}\alpha_1 + \text{tg}\alpha_2} \quad (2.17)$$



2.12-nji surat.

Konusa täsir edýän güýçleriň shemasy

Onda:

bu ýerde: μ – materialyň ýumşadylma derejesi; $\rho_{\text{yük}}$ – ýüklenýän materialyň dykzlygy, km/m^3 ; D_1 – daşky konusyň uly diametri, m; D_2 – daşky konusyň kiçi diametri, m; d_1 – içki konusyň kiçi diametri, m; d_2 – içki konusyň uly diametri, m; n – konusyň aýlaw sany, aýl/min; G – owradyjynyň öndürijiligi, kg/sag; konuslaryň aralygyndaky yş, m;

$$d_{\text{yş}} = D_2 - d_2/2 \quad (2.18)$$

$$d_2 = D_2 - (2 \cdot e + 2 \cdot r) \quad (2.19)$$

$$d_2 \approx D_2 - 2 \cdot d_k \quad (2.20)$$

$$D_1 = d_1 + 2,2 \cdot d_{\text{baş}} \quad (2.21)$$

Owradyjynyň işçi böleginiň beýikligi:

$$H = D_1 - D_2/2\text{tg}\alpha_2 = d_2 - d_1/2\text{tg}\alpha_2 \quad (2.22)$$

$$d_1 = d_2 - (D_1 - D_2) \text{tg}\alpha_2/\text{tg}\alpha_1 \quad (2.23)$$

Harçlanýan kuwwaty kesgitlemek. Owradyjynyň PTK-sy onuň öndürijiligine we ölçeglerine baglydyr. PTK konuslaryň ölçeglerine baglylykda, $0,2 \div 0,7$ aralykda üýtgäp durýandyr. Owradyjy näçe uly bolsa, onuň PTK-sy şonça uludyr.

Deslapky hasaplama üçin aşakdaky formulany peýdalanmak bolar:

$$N_{dw} = 85 \cdot D_2^2 \quad (2.24)$$

Bu formula boýunça alynýan netijeler katalogdaky bahalara ýakyn bolýandyr.

2.4.3. Oklagly owradyjynyň tehnologik hasaplama

Hasaplama üçin berlenler ýokardaky berlenlerdir. Kesgitlemeli: α tutma burçuny, oklawlaryň geometrik ölçeglerini, oklawlaryň aýlanma tizligini, harçlanýan kuwwaty.

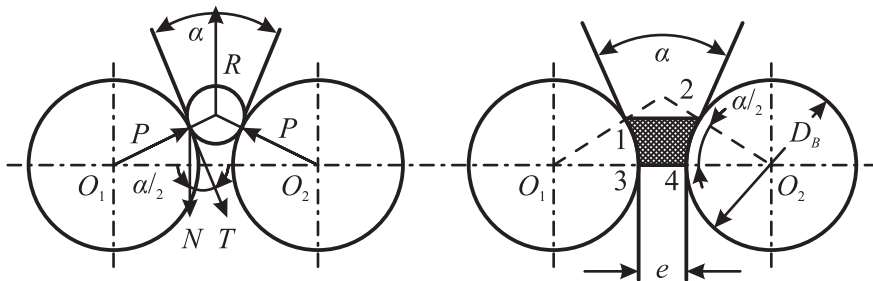
Öň bellenişi ýaly, $\alpha \leq 2\varphi$ klawlaryň ölçegleri güýçleriň tasir ediş geometriýasynda kesgitlenilýändir. 2.13-nji suratdan görnüşi ýaly:

$$D_{okl}/2 + e/2 = (D_{okl}/2 + d_{yük}/2) \cos\alpha/2. \quad (2.25)$$

Bu ýerde:

D_{okl} – oklawyň daşky diametri, m; e – oklaglaryň aralygy, m; $d_{yük}$ – yüklenýän materialyň bölekleriniň ortaça diametri, m. Onda (2.19)-nji formuladan oklawlaryň diametri bolar:

$$D_{kol} = d_{baş} \cos\alpha/2 - e/1 - \cos\alpha/2. \quad (2.26)$$



2.13-nji surat. Oklagly owradyjyda täsir edýän güýçleriň shemasy

Haçan-da $f = 0,3$ bolanda, ýagny $\varphi \approx 17^\circ$ we $e = d_{baş}/4$ ($i = 4$), $D_{okl} = 21 \cdot d_{baş}$. Oklawlaryň aralygy berilýän materialyň iriligi boýunça sazlanylýar. Oklawlaryň ini bolsa owradyjynyň öndüriligi boýunça kesgitlenilýär, m:

$$B = \frac{G}{188,4 \cdot \mu \cdot \rho_{ürg} \cdot d_k \cdot n}. \quad (2.27)$$

Materialy ýumşatma derejesiniň μ bahasy e -niň bahasyna baglydyr we eger-de onuň 25-den 6,5-e çenli üýtgemeginde μ 0,1-den 0,3-e çenli üýtgeýändir.

Oklaglaryň aýlanma tizligi aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$n = 10 \sqrt{\frac{[\sigma] \cdot f \cdot \alpha}{E \cdot \rho \cdot g \cdot D_{okl} (d_{baş} - d_{ah})}}. \quad (2.28)$$

Bu ýerde: E – oklaglaryň materialynyň maýyşgaklyk moduly, MPa;

$[\sigma]$ – rugsat berilýän dartgynlylyk, MPa.

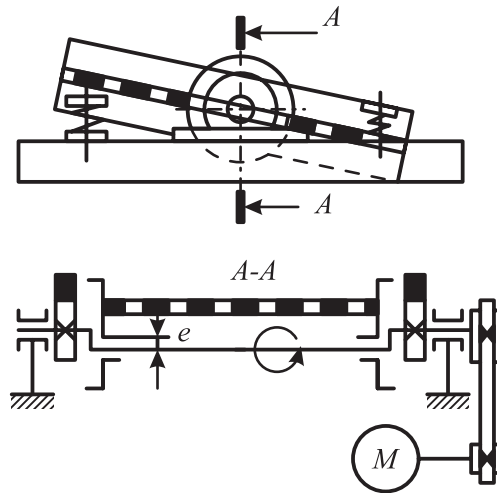
Harçlanýan kuwwat bolar, Wt:

$$H = 13,7 \cdot 10^{-8} \frac{[\sigma]^2 \cdot G \cdot 1gi}{\eta \cdot E \cdot \rho \cdot g}. \quad (2.29)$$

Owradyjynyň PTK-sy $0,32 \div 0,38$ aralykdadyr.

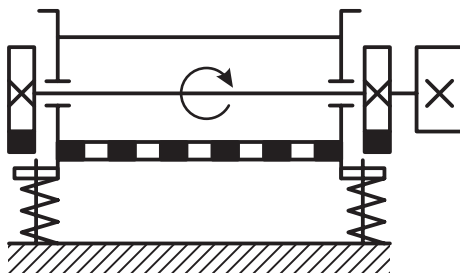
2.5. Häzirki döwrüň täze tehnologiýalarynyň maýdalaýjy enjamlary we olaryň aýratynlyklary

Häzirki döwrüň täze tehnologiýalarynda özleriniň ulanylyş hiliniň ýokarylygy sebäpli, önümçiligiň dürli pudaklarynda giňden ulanylýan enjamlaryň biri hem sandyraýan maşyn eleklerdir (grohotlar). Bu maşyn elekler inersion we eksmerkezli (girasion) bolýarlar.



2.14-nji surat. Eksmerkezli (girasion) maşyn elegiň shemasy

Eksmerkezli (girasion) maşyn elekler (2.14-nji surat) elekli gap bolmak bilen, olar dik tekizlikde töwerekleýin yrgyldyny ýerine ýetirýär. Bu ýagdaýda elek walyň doly aýlawynda öz-özüne ugurdaş ýagdaýda saklanýar. Düşýäni merkezden daşlaşýan inersiýa güýjüniň täsirinden boşatmak maksady bilen, walda debalanslar oturdylýar. Bu maşyn elekler iri bölekli materiallary görnüşlere bölmek üçin ulanylýarlar. Soňky wagtlarda bu maşyn elekler has ýönekeý gurnamaly inersion maşyn eleklerde çalyşýarlar. Töwerek boýunça yrgyldyly ýapgyt inersion



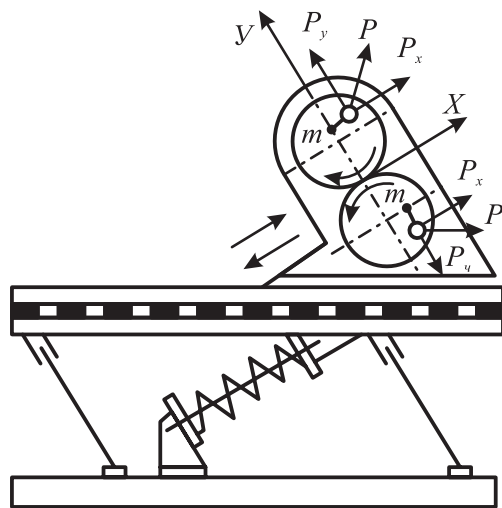
2.15-nji surat. Töwerekleýin yrgyldyly maşyn elegiň shemasy

maşyn elekler we ugrukdyrylýan yrgyldyly kese maşyn elekler has giňden ýaýrandyrlar.

Töwerekleýin yrgyldyly maşyn eleklerde (2.15-nji surat) elekli gap fundamente oturdylýar ýa-da pružinli amortizatorlarda asylýar. Debalanslaryň aýlanmagynda ýüze çykýan merkezden daşlaşýan güýçler gabyň töwerekleýin yrgyldysyna ýakyn yrgyldyny döredýärler. Yrgyldynyň amplitudasy sandyradyjynyň (wibratoryň) merkezden

daşlaşýan güýjüne, amortizatorlaryň gatylygyna we maşyn elegine düşýän ýüklenmä baglydyr.

Ugrukdyrylýan yrgyldyly kese oturdylýan inersion maşyn eleginiň gurnawlary çylşyrymlydyr (2.16-njy surat). Olaryň esasy ýetmezçiligi, meňzeşliginiň çylşyrymlylygydyr. Ýöne olaryň beýikliginiň pesligi, olary göçürilýän maýdalaýjy görnüşlere bölüji gurluşlarda ulanmaklyga uly mümkinçilik berýär.

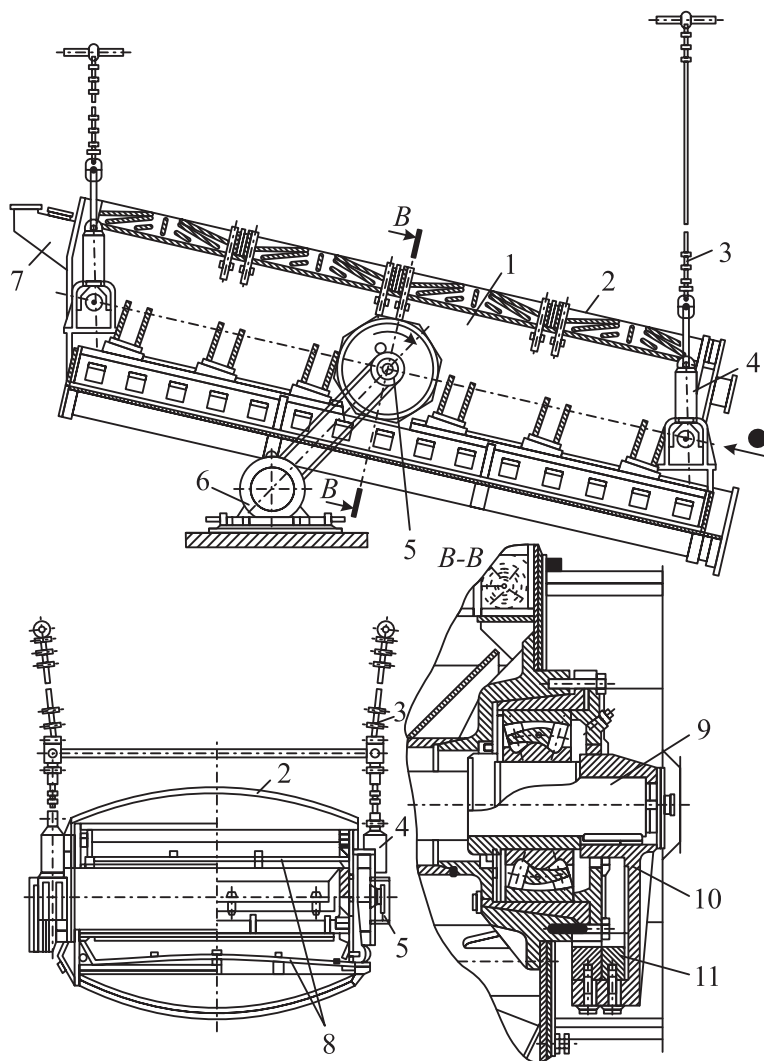


2.16-njy surat. Ugrukdyrylýan yrgyldyly maşyn elegiň shemasy

2.17-nji suratda töwerekleýin yrgyldyly inersion maşyn elegiň gurnalyşy görkezilendir. Iki hatar (ýarus) oturdylan elekler (8) walyň (9) kömegi bilen yrgyldyly herekete getirilýär. Walyň ujunda sazlanýlýan ýükli (11) balanssyzlyklar (10) oturdylýar. Gap (1) amortizatorlaryň üsti bilen metal gurnawda dartgýçlar (3) bilen asylýar. Berilýän material üsti tozandan goraýjy gapak (2) bilen ýapylan ganow (7) boýunça eleklerge berilýär. Sandyradyjy mehanizm aýratyn oturdylan elektrik hereketlendirijiden (6) çekili geçirijiniň (5) üsti bilen herekete getirilýär. Çekileriň sürtülmesini we elektrik hereketlendirijiniň walyna sandyramanyň geçmegini peseltmek üçin sandyradyjynyň walyna şkiw eksmerkez bilen oturdylýar.

Kaskadly-grawitasion klassifikator (2.18-nji surat) baýlaşdyryjy enjam bolmak bilen, howa akymynda külke görnüşli we maýda irilikdäki materiallary iriligi ýa-da dykzlygy (bölejikleriniň ölçegleri deň bolan) boýunça bölmek üçin niýetlenen enjamdyr.

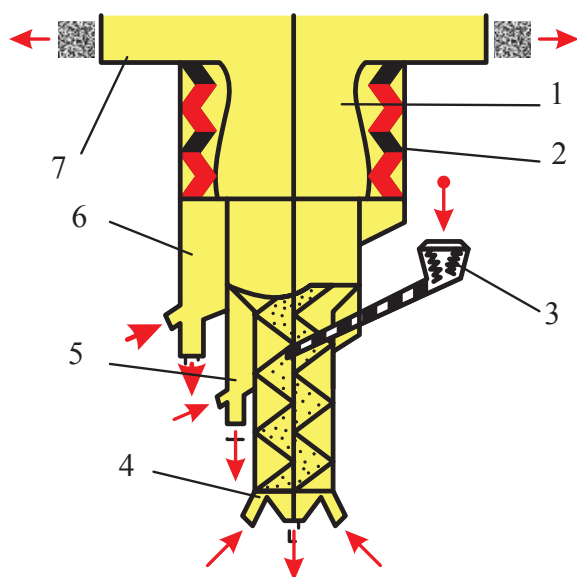
Tehniki häsiýetnamasy: öndüriligi 1÷50 t/sag töweregi bolýar; berilýän bölejikleriň iriligi 5 mm-e çenli; enjamyň gabara ölçegleri: ini 800 mm-den, uzynlygy 700 mm-den, beýikligi 2400 mm-den; massasy 0,3 t-dan başlanýar.



2.17-nji surat. Töwerekleýin yrgyldyly inersion maşyn elek:

1 – gap; 2 – gapak; 3 – dartgyçlar; 4 – ýük ýitiriji; 5 – çekili geçiriji;
6 – elektrik hereketlendiriji; 7 – ýüklenýän ganaw; 8 – elek; 9 – wal; 10 – debalans; 11 – ýük

Klassifikatoryň özünde oturdylan elektrik togy bilen iýmitlendiriji ýokdur, ýöne klassifikatoruň işlemegi üçin howaly geçiriji (howa bilen daşýjy) we aspiration ulgamlar hökmanydyr. Bulary guramak üçin göçüriji wentilýator, aýlawly çökdüriji (siklon), «yeňli» süzgüçler ulanylýandyr. Şonuň ýaly-da, başlangyç materialy bermeklik we toparlara bölünen önümleri aýyrmaklyk hökmany üpjün edilmelidir. Bu topluma tutuşlaýyn bellenilen kuwwat 15÷120 kWt aralykdadyr. Ulanylmaly ýerleri: külke (poroşok) görnüşli we maýdalanan materiallary iriligi boýunça bölmek üçin niýetlenendir.



2.18-nji surat. Kaskadly-grawitasion klassifikator:

1 – enjamyň ýokarky bölegi; 2 – tozanly garyndy; 3 – toplaýjy; 4 – iri materialyň çykymy; 5, 6 – has maýda materialyň çykymy; 7 – tozanly fraksiýanyň çykymy

Materialy iriligi ýa-da dykzlygy boýunça bölmekde howaly usulyny ulanmak üçin şu aşakdaky şertiň ýerine ýetirilmegi hökmanydyr: materialyň aňrybaş çyglylygynyň 1÷2%-den geçmezligi hökmanydyr, bolmasa, materialyň däneleri özara ýelmeşýärler we olaryň bölünmekligi kynlaşýar. Materiallaryň adatça, çyglylygy 2÷4% bolup durýar, suw bilen doýgunlaşan materialyňky bolsa 8% we ondan hem ýokary bolup durýar, şonuň üçin hem howa bilen işleýän klassifikatory ulanmazdan ozal, materialy guratmak talap edilýär. Bu bolsa baýlaşdyrma sarp ediljek çyk-dajylaryň köpelmegine düýpli täsir edýär we baýlaşdyrmanyň tehnologiýasynda materialy guratmak talap edilýän ýagdaýlarynda howaly klassifikatory ulanmaklyk, ykdysady tarapdan maksadalaýyk däldir.

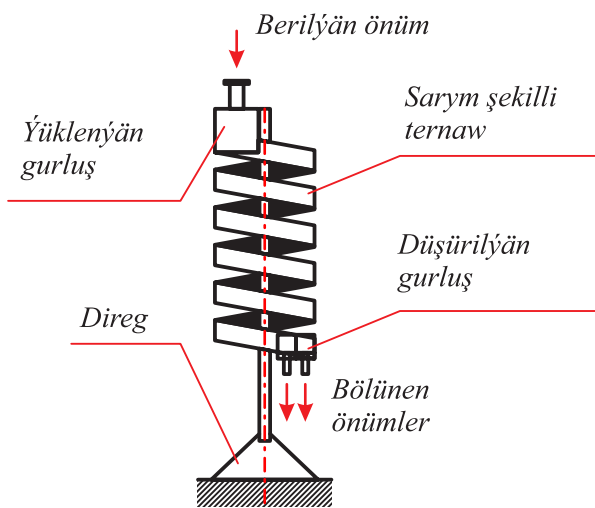
Bu ýagdaýlarda adaty maşyn elekleri (grohotlary) ulanmak ýa-da olaryň kämilleşdirilen, netijeliligi ýokary bolan görnüşlerini ulanmak has amatly bolup durýar (bölünme araçägi 2 mm-den ýokary we bölünme araçägi 2 mm-den kiçi).

Enjamyň işleýiş düzgüni:

Baýlaşdyrylýan material ýüklenýän bunkere (3) berilýär, ol ýerden bolsa, aşagyndan howa bilen üflemeýän şahta barýar. Iri we agyr material aşaky çykyma (4) düşýär, howaly-tozanly garyndy bolsa (maýda we ýeňil garyndyly material), ýokarky çykyma (7) barýar. Bu ýeriniň göwrüminiň uly bolanlygy sebäpli, howaly-tozanly akymyň tizligi peselýär, şol sebäpli, garyndydan materialyň böleginiň aşaky çykyma (5) gaçmagyna eltýär. Soňra, şonuň ýaly ýene-de bir aşaky çykym (6) bardyr, bu ýerde hem edil 5-nji çykymdaky ýagdaýa meňzeş bölünme ýagdaýy

gaýtalanýar. Şeýlelikde, klassifikatoruň ýokarky böleginde (1) tozanly fraksiýanyň maýda şahtalara (2) bölünmegi we ondan galan tozanly bölegiň (7) gapdalky patrubkadan tozan tutujylara tarap üflenmegi bolup geçýär, has iri bölekler bolsa aşakdaky çykyma düşürilýär.

Burumly separator (2.19-njy surat) öz gezeginde materialy kiçi galyňlykda ýapgyt, batsyz akym bilen ugrukdyrmak esasynda bölmek üçin niýetlenilen enjam bolup durýar. Burumly separatorlar dik okly spiral görnüşinde bolup, ýapgyt oturdylan, gozganmaýan tekiz ternawdan ybaratdyr. Ternawyň ýokarky böleginden pulpa ýüklenilýär we ol agyrylyk güýjüniň täsirinde ternawyň dürli çuňlukdaky kesigi boýunça ýukajyk akym görnüşinde aşaklygyna tarap akýar. Akymyň hereketinde dänelere täsir edýän adaty gravitasiýa we gidrodinamiki güýçlerden başga-da, merkezden daşlaşýan güýçler hem ýüze çykýar. Agyr minerallar ternawyň içki araçäginde toplanýarlar, ýeňil minerallar bolsa daşky araçäginde. Burumly separatorlaryň ternawynyň kese kesigi, töwregiň ýa-da sündürilen ellipsiň $\frac{1}{4}$ bölegine deňdir.



2.19-njy surat. Burumly separatoruň shemasy

Ternawyň ahyrynda akyp barýan dürli önümlü akymy iki bölege bölýän pyçaklar ýerleşýär.

Burumly separatorlarda iriligi $0,1 \div 1,5$ mm bolan material has netijeli baýlaşdyrylýar. Däneleriniň iriligi $0,1 \div 1,5$ mm bolan material erbet baýlaşdyrylýar. Burumly separatorlarda hem edil beýleki enjamlardaky ýaly, materialy dykzlygy boýunça bölmeklik, suwly gurşawda amala aşyrylýar. Enjam berilýän önümiň däneleriniň iriligi boýunça toparlara bölmäniň inine örän duýgur bolýar we şol sebäpli, köp toparlara bölünmedik materiallardan gowy netje alyp bolýar, bu bolsa enjam taslananda, göz önünde tutulýar.

Burum şekilli ternawda akymyň hereketiniň aýratynlygy şundan ybaratdyr, ýagny burum şekilli ternawda hereket edýän mineral dänä birwagtyň özünde ululygy we ugry boýunça dürli güçler täsir edýär. Olaryň deň täsir edijisi, dänäniň hereketiniň geçip giden yzyna we onuň akymyň kese kesimindäki ýagdaýyna görä kesgitlenilýär.

Däneleriň ýapgyt göni akymlarda özlerini alyp, baryşlaryndan tapawutlykda, aýlawly akymda däneler biri-birine baglylykda, diňe bir ternawyň ugryna hereket etmän, eýsem dikligine hem hereketde bolýarlar. Netijede, uly tizligi bolan ýeňil däneler akymyň düýbüne ýygnanýan agyr däneleriň gatlagyny ozup geçmek bilen çäklenmän, eýsem merkezden daşlaşýan uly güýçleriň we dik aýlawyň täsirinde ternawda önümleriň burumly aýlawyny emele getirmek bilen süýşýärler.

Däneleriň ternawyň kese kesigi boýunça tizligi suwuň tizliginden känbir tapawut etmeýär. Mineralyň däneleriniň irilik faktory dykyzlyk faktorundan tapawutlykda, burumly separatorlar üçin düýpli täsir edýärler. Minerallaryň ählisiniň maýda toparlary iri toparlara garanynda, ternawda köp wagt saklanýarlar.

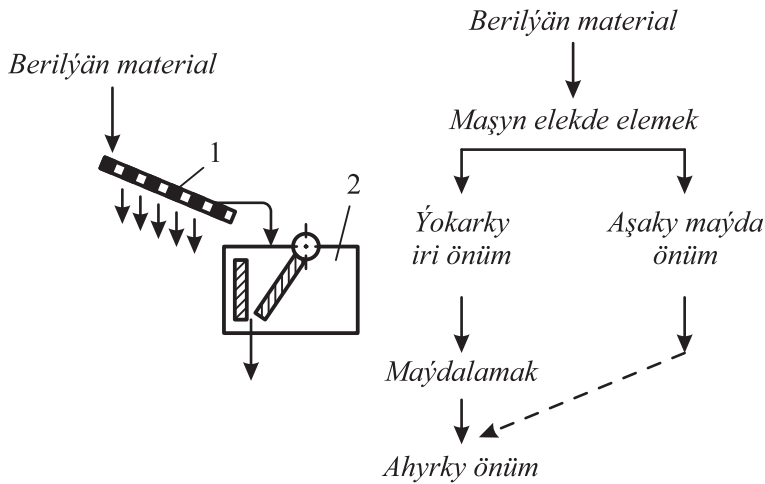
Separatoryň esasy gurnalyş ululygy bolup, wintli ternawyň diametridir. Bu bolsa enjamyň ölçeglerini, onuň massasyny we öndürilijisini kesgitleýän ululyk bolup durýandyr. Separatoryň diametrini saýlamak, onuň gaty mineral boýunça öndürilijine, bölünýän minerallaryň iriligine we dykyzlygyna bagly bolup durýandyr. Separatoryň diametriniň ulaldylmagy bilen, onda bölünýän däneleriň netijeliligi ýokarlanýar. Kiçi ölçegdäki separatorlarda maýda däneleri ýüze çykarmak örän netijeli bolup durýar.

2.6. Maýdalamagyň shemalary

Maýdalamak we uşatmak işleri energiýanyň köp harçlanmagyny talap edýär. Şonuň üçin hem bu prosesleri geçirmegiň shemalary saýlananda, indiki garaýyşdan ugur almalydyr: «Artykmaç hiç zady maýdalamaly däl», ýagny her bir maýdalaýjy enjamda geçirilýän maýdalama işlerinden ozal iriligi (maýdalygy) boýunça deňölçegli maýda bölejikleri bölüp aýyrmakdyr. Munuň esasynda maýdalamak üçin harçlanýan energiýany azaltmak mümkindir (enjamyň öz bahasy ýokarlanýan hem bolsa).

Maýdalamagy açyk we ýapyk aýlanyşykda geçirmek mümkindir. Ýapyk aýlanyşyga «aýlanyşykly ýüklemek» hem diýilýär.

Açyk aýlanyşykda materialyň bölekleri degirmenden diňe bir gezek geçirilýär we degirmene gaýtarylyp berilmeýär. Eger-de ahyrky alynmaly önümiň takyk ölçegleri hökmany däl bolsa, onda adatça, açyk aýlanyşykda iri we orta maýdalama geçirilýändir. Başlangyç materialda maýda bölejikler bar bolsa, onda materialy maşyn eleklerden (grohotlardan) geçirýärler (2.20-nji surat).

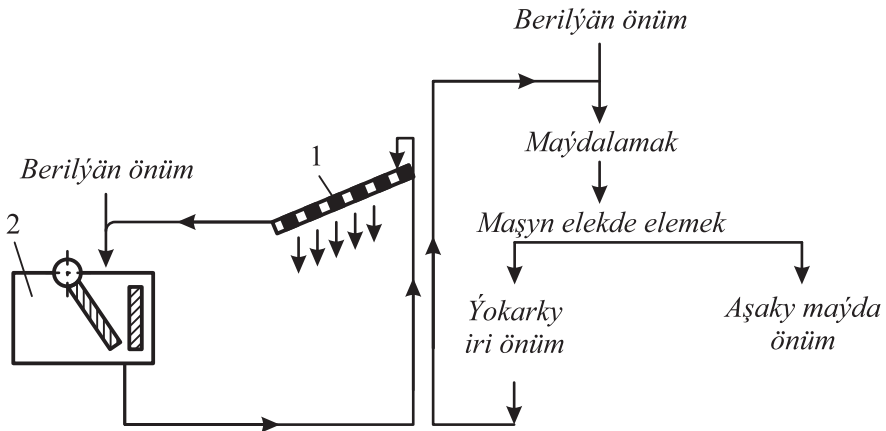


2.20-nji surat. Bir tapgyrda maýdalamagyň shemasy:

1 – maşyn elek (grohot); 2 – maýdalaýjy

Maýdalama ýapyk aýlanyşykda geçirilende, degirmen bilen bilelikde maşyn elek ýa-da klassifikator hem işledilýär. Olaryň kömegi bilen has iri önüm üzüksiz ýagdaýda gaýtadan maýdalamak maksady bilen, degirmene ýa-da maýdalaýja gaýtarylyp berilýär (2.21-nji surat).

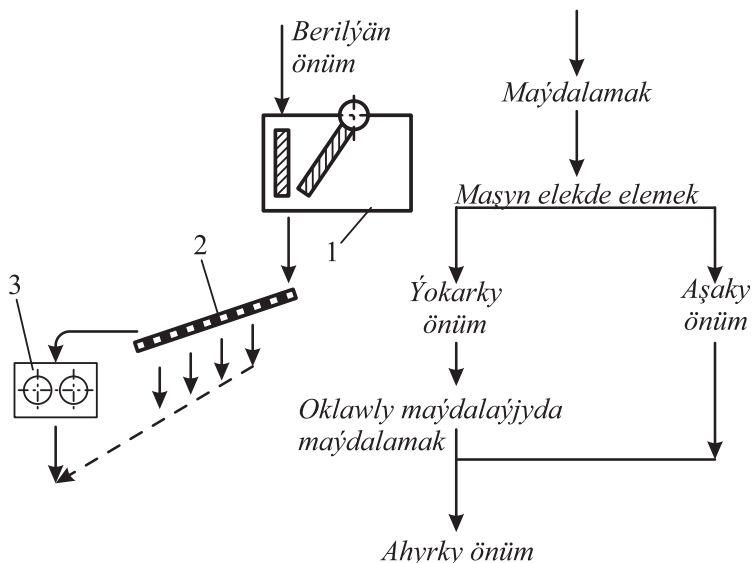
2.20-nji we 2.21-nji suratlarda bir tapgyrda maýdalamagyň has ýönekeý shemalary görkezilendir.



2.21-nji surat. Bir tapgyrda maýdalamagyň shemasy:

1 – maşyn elek (grohot); 2 – maýdalaýjy

Iki tapgyrda maýdalamagyň shemasy 2.22-nji suratda görkezilýär. Bu shemada material ähli maýdalaýjydan soň maşyn elege berilýär, soňra bolsa oklawly maýdalaýja ugradylýar. Bu shema boýunça iriligi deňölçegli maýdalananan önümi almak mümkindir.



2.22-nji surat. Iki tapgyrda maýdalamagyň shemasy:
 1 – maýdalaýjy; 2 – maşyn elek; 3 – degirmen

Ýapyk aýlanyşykda («aýlanyşykly ýükleme») gaýtadan maýdalanmaga berilýän materialyň möçberi başlangyç materialyň agramynyň 300÷600%-ni düzýändir.

Ýapyk aýlanyşykda maýdalamagyň «aýlanyşykly ýüklenmeginiň» bahasyny aşakdaky formula boýunça kesgitläp bolýandyr:

$$x = a/\eta - r, \quad (2.30)$$

bu ýerde: a – başlangyç materialda iri bölekleriň agramynyň paýy; η – maşyn elegiň ýokarky önümünde iri fraksiýanyň möçberi (maşyn elegiň PTK-sy); r – maýdalanýan önümde berlen ölçegden has iriräk bölekleriň agramynyň paýy (äňli we konusly maýdalaýjylar üçin $r = 0,7$, oklawly maýdalaýjylar üçin $r = 0,7 \div 0,8$ aralykdadyr).

2.7. Materiallaryň toparlara bölünişi

Ürgün materiallary bölekleriniň ýa-da däneleriniň ölçegleri boýunça bölmeklige *klassifikasiýa* diýilýär. Klassifikasiýa ýoly bilen ürgün garyndy bölekleriniň ýa-da däneleriniň kesgitli çäklenen ölçegleri boýunça toparlara ýa-da fraksiýalara bölünýär.

Materiallary toparlara bölmekligiň üç görnüşi ulanylýandyr:

a) *elemek* – eleklerde toparlara bölmek, ýagny maşyn elegiň işçi üstüniň ötüklere kesgitlenen ölçegden kiçi bolan bölekler geçip, galan bölekler elegiň üstünde saklanýarlar we ol ýerden aýrylýarlar;

b) *gidrawlik bölmek* – däneleri meňzeş tizlik bilen suwda aşaklygyna gaçýan garyndyny gatlaklara (fraksiýalara) bölmek;

ç) *pneumatik bölmek* – däneleri meñzeş tizlik bilen howada aşaklygyna gaçýan garyndyny toparlara (fraksiýalara) bölmek.

Bularyň içinden has giňden ulanylýany elemekdir. Bu usul dürli irilikdäki materiallary toparlara bölmek boýunça has köpugurly (unwersal) usuldyr (ölçegleri $1 \div 250$ mm irilikde). Gidrawlik we pneumatik usullarda diňe iriligi 2 mm-den kiçi bolan däneleri bölmek mümkindir.

Toparlara bölmek, kömekçi amal hökmünde ulanylýar, ýagny materialy maýdalamazdan ozal, onuň düzüminden has maýda bölejikleri aýyrmak ýa-da has iri materialy gaýtadan maýdalamaga gaýtaryp bermek üçin niýetlenendir. Şeýle-de, berlen däneli düzümden taýýar önümi almak üçin (başgaça, muňa görnüşlere bölmek hem diýilýär) niýetlenendir.

Maşyn eleklerde ürgün materiallary ikiden köp toparlara bölmekde elekleriň ýerleşdirilişi uly rol oýanaýar. Toparlara bölmegiň üç shemasyny tapawutlandyryşlar (2.14-nji a, b, ç suratlar):

- a) maýda topardan iri topar bölmek;
- b) iri topardan maýda topar bölmek;
- ç) kombinirlenen shemada bölmek.

Maýda topardan iri topara bölmegiň shemasynda (2.14-nji a surat) elekler bir tekizlikde yzygider ýerleşdirilýär. Başlangyç berilýän material ilki bilen ötükleri maýda ölçegli elege düşýär, soňra bolsa iri ötükli elege geçýär (özükleriň ölçegi $b_1 < b_2 < b_3$).

Bu shemanyň esasy artykmaçlygy, elekler gözegçilik etmegiň we bejeriş işlerini geçirmegiň mümkinçiligidir. Ýetmezçilik taraplary – elemegiň netijeliliginiň pesligi, maýda ötükli elegiň basym iýilmegi, maşyn elegiň işçi göwrümini doly peýdalanyp bolmazlygy we öndürilijiligiň pesligidir.

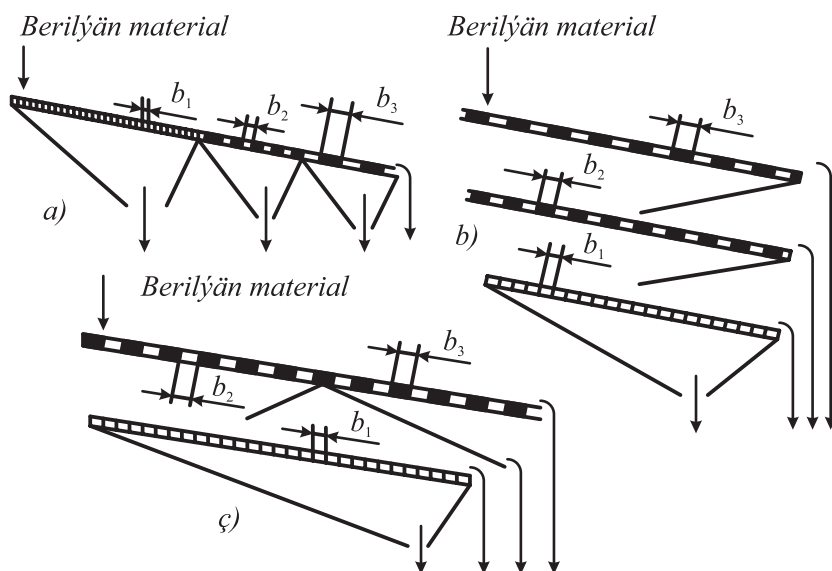
Iri topardan maýda topar bölmekde (2.14-nji b surat) elekler biri-biriniň aşagynda ýerleşdirilýär. Bu shemanyň artykmaç tarapy, elemekligiň ýokary netijeliligi, elekleri uzak möhletli ulanyp bolmagy, maşyn elegiň işçi göwrümini ýeterlik derejede ulanyp bolmaklygy. Ýetmezçilikleri: elekler gözegçilik etmegiň, bejeriş işlerini geçirmegiň we elekleri çalyşmagyň kynlygy.

Kombinirlenen shemada (2.14-nji b surat) başlangyç material elegiň merkezine berilýär. Bu shemada elemekligiň ýeterlik derejede netijeliligini gazanyp bolýar, elekler hyzmat etmegiň we bejeriş işlerini geçirmegiň şertleriniň ýeterlik derejedediği sebäpli, elekleri uzak möhletli ulanyp bolýar. Şeýle-de, maýda ötükli elegiň iri ötükli elekleriň aşagynda ýerleşdirilmegi we onuň meýdanynyň uludygy sebäpli, maşyn elegiň ýokary öndürilijiligi üpjün edilýär.

Käbir materiallary toparlara bölmekde suwuk gurşaw ulanylýar (*gidrawlik bölmek*). Bu ýagdaýda suw materialy fraksiýalara bölmek üçin işçi gurşaw bolup hyzmat edýär, käbir ýagdaýlarda bolsa, materialy ýuwmak üçin hem ulanylýar.

Gidroklassifikasiýanyň terminalogiýasynda bölünip aýrylýan iri önüme, adatça, *çäge*, maýda önüme we bileleikde ony alyp gidýän gurşawa *akýan önüm* diýilýär.

Toparlara gidrawlik bölmek, suwuklykda bölejikleri çökdürmegiň dürli tizliklerine esaslanýandyr. Bu ýagdaýda tizlik bölejikleriň ölçegine, şekiline, dykzlygyna we suwuklygyň durkuna baglydyr.



2.23-nji surat. Elemegiň shemalary:

a – maýda topardan iri topara bölmek; *b* – iri topardan maýda topar bölmek;
ç – kombinirlenen shemada bölmek

Materiallary toparlara gidrawlik bölmekde ulanylýan enjamlarda materiala goşmaça mehaniki täsir edýän işçi organlar peýdalanylýandyr. Suwuklykda bölejikleri çökdürmegiň tizligi işeň agyrylyk güýjüniň we oňa täsir edýän garşylyk güýçleriň gatnaşygyna baglydyr.

Suwuklykda jisimiň pes tizliginde esasy garşylyk, suwuklygyň we bölejikleriň üst ýüzüniň sürtülme güýçleri tarapyndan emele gelýär.

Sürtülme güýçleriň garşylygy Stoksuň formulasy boýunça deň bolar:

$$P_{\text{sürt}} = 3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d \cdot \vartheta. \quad (2.31)$$

Bu ýerde:

μ – suwuklygyň dinamiki şepbeşikligi, $\text{Pa} \cdot \text{s}$;

d – bölejikleriň diametri, m;

ϑ – bölejigiň hereketiniň tizligi, m/s.

Bölejigiň hereketiniň tizligi täsirli bolan ýagdaýynda, suwuklygyň dinamiki garşylyk güýji agdyklyk edýändir. Turbulent akymda (Reýnoldsyň bahasy – $Re \geq 1000$ bolanda) ol bolar:

$$P_{din} = \varphi \cdot F \cdot v^2 \cdot \rho_{suw} / 2. \quad (2.32)$$

Bu ýerde:

φ – gidrodinamiki garşylyk koeffisiýenti;

F – jisimiň merkeziniň tekizlige düşýän proeksiýasynyň meýdany, m^2 ;

ρ_{suw} – suwuklygyň dykzlygy, kg/m^3 .

Herekete garşy döreýän garşylyk güýçleriň we Arhimediň güýjüniň deňleşýän pursadynda, bölejigiň deňagramlylyk şerti ýerine ýetýär we ol bolar:

$$G = \pi \cdot d^3 (\rho_{böl} - \rho_{suw}), \quad (2.33)$$

bu ýerde $\rho_{böl}$ – bölejigiň bolup biläýjek dykzlygy, kg/m^3 .

III BÖLÜM

GIDROMECHANIKI PROSESLER WE ENJAMLAR. GIDRAWLIKANYŇ ESASLARY. SUWUKLYKLARY WE GAZLARY GÖÇÜRMEK

3.1. Gidrawlikanyň esaslary

Suwuklyk – bu uly bolmadyk güýjüň täsirinde öz şekilini ýeňil üýtgedip bilýän fiziki jisimdir. Gaty jisimlerden tapawutlylykda, suwuklyklar öz bölejikleriniň hereketleriniň ýeňildigi bilen häsiýetlendirilýändir we şoňa baglylykda suwuklyklar öz guýlan gabynyň durkuny almaga ukyplydyrlar.

Suwuklyklaryň iki görnüşi tapawutlandyrylýandyr: *damjaly we gaz* halynda-ky suwuklyklar (mundan beýläk suwuklyklar we gazlar diýler). Suwuklyklar tebigatda köp gabat gelýär we tehnikada giňden ulanylýar. Bulara suw, nebit, benzin we beýlekiler degişlidir. Suwuklyklaryň hemmesi göwrümiň üýtgemegine uly garşylyk döredýär we olary gysmak örän kyndyr. Basyşyň we temperaturanyň üýtgemeginde suwuklyklaryň göwrümi onçakly üýtgeýän däldir. Suwuklyklaryň we gazlaryň hemişelik geometrik şekili ýokdur. Olaryň islendik göwrüminiň geometrik şekili onyň basyşyna, temperaturasyna we oňa täsir edýän güýçleriň wektor meýdanynyň häsiýetine baglydyr. Gazlar tersine – gysylanda göwrümi ep-esli kiçelýändir. Gidrawlikada adaty, suwuklyklar öwrenilýär. Gazlar, olaryň düzümi we ulanylyşy ýörite derslerde – termodinamikada we aeromehanikada seredilýändir.

Suwuklyklar dartyjy güýçlere düýpli garşylyk görkezmeýärler. Suwuklyklaryň molekullarynyň arasyndaky baglaşdyryjy güýçler olaryň diňe üst ýüzünde ýüze çykýarlar we oňa *üst dartyлма güýji* diýilýändir. Bu ýerden bolsa suwuklygyň üzülmä bolan belli garşylygy gelip çykýandyr. Muňa mysal edip, sabyn köpürjigini, damjanyň öz agramyna aşak gaçmagynyň saklanmagyny we beýlekileri aýdyp bolar. Suwuklygyň üzülmä bolan garşylyk güýji örän ujypsyzdyr (suwy üzmek üçin ýeterlik güýç, polady üzüp bijek güýçden takmynan on million esse kiçidir).

Suwuklygyň çäklenen göwrümüne täsir edýän güýçler ikä bölünýär: *içki we daşky*. İçki güýçler, bular seredilýän göwrümdäki suwuklygyň aýratyn bölejikleriniň özara täsirleşýän güýçleridir. Daşky güýçler iki görnüşde bolup, üstleýin güýçlere (gaplaryň diwarynyň we düýpleriniň reaksiýalarynyň güýçleri) we göwrümleýin güýçlere (agyrlık güýji) bölünýändir.

Gidrawlikda nazary esasynda we barlaglaryň esasynda alnan köp netijeleri ýönekeýleşdirmek üçin *nusgalyk* (ideal) suwuklyk düşünjesi ulanylýandyr. Bu suwuklyk asla gysylymaýar, temperaturanyň tasirinde giňelmeği hem-de dartyjy we itekleýji

güýçlere garşylygy düýbünden bolmaýar. Elbetde, bu suwuklyk hakykatda ýokdur. Tebigatda gabat gelýän real (hakyky) suwuklyklaryň hemmesi belli bir de-rejede ýokarda agzalan ululyklar bilen häsiýetlendirilýändir. Ýöne, belläp geçilişi ýaly, gysylmak, temperaturanyň täsirinde giňelmek we dartylma bolan garşylyk ha-kyky suwuklyklar üçin has ujypsyzdyr we şol sebäpli göz önünde tutulýan däldir. Şeýlelikde, ideal suwuklygyň real suwuklykdan esasy we ýeke-täk tapawudy real suwuklyklarda süýsmä bolan garşylygynyň barlygydyr. Muňa bolsa suwuklygyň *şepbeşikligi* diýilýär. Muňa baglylykda, ideal suwuklyklara *şepbeşik däl*, hakyky suwuklyklara bolsa *şepbeşik* suwuklyk hem diýilýändir.

Tebigatda gabat gelýän we tehnikada ulanylýan suwuklyklaryň ýagdaýy we dürli gidrawlik proseslerde özlerini alyp barşy göniden-göni olaryň fiziki häsiýetle-rine baglydyr. Şeýlelikde, gidrawlikanyň birinji öwrenýän meselesi, suwuklyklaryň fiziki häsiýetlerini kesgitlemek, olara täsir edýän sebäpleri ýüze çykarmak we ola-ryň ölçeg birliklerini bellemekdir.

3.2. Suwuklyklaryň esasy fiziki häsiýetleri

Udel agram. Udel agram ýa-da suwuklyklaryň göwrümleýin agramy (γ) diýlip, olaryň göwrüm (V) birliginiň agramyna (G) aýdylýar. Onda,

$$\gamma = G/V. \quad (3.1)$$

Bu ýerde:

G – suwuklygyň agramy;

V – suwuklygyň göwrümi. Ölçeg birligi: Halkara ulgamynda

$$[\gamma]_b = \frac{\text{N}}{\text{m}^3};$$

fiziki ulgamda

$$[\gamma]_f = \frac{\text{dina}}{\text{sm}^3};$$

tehnik ulgamda

$$[\gamma]_e = \frac{\text{kg} / \text{N}}{\text{m}^3}.$$

Bu ölçeg birlikleriniň arasyndaky baglanyşyk:

$$[\gamma]_b = 0,1 \cdot [\gamma]_f = 0,102 \cdot [\gamma]_e.$$

Udel agramyň hemişelik ululyk dældigini belläp geçmelidir, sebäbi ol agrylyk güýjüniň tizlenmesine baglydyr, bu bolsa belli edilişi ýaly, ölçenýän ýerine baglylykda üýtgeýändir.

Udel agram temperatura baglydyr. Suwuklyklar gyzdyrylanda, udel agram kiçelýändir.

Dykyzlyk. Suwuklyklaryň dykyzlygy (ρ) diýlip, olaryň göwrüm birliginde saklanýan massasynyň (m) mukdaryna aýdylýandyr. Onda

$$\rho = m/V, \quad (3.2)$$

bu ýerde $m - V$ göwrümde saklanýan suwuklygyň massasydyr.

Ölçeg birligi: Halkara ulgamynda

$$[\rho]_b = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

fiziki ulgamda

$$[\rho]_f = \frac{\text{g}}{\text{sm}^3};$$

tehniki ulgamda

$$[\rho]_e = \frac{\text{kg} / \text{N} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}.$$

Bu ölçeg birlikleriniň arasyndaky baglanyşyk:

$$\frac{[\rho]_f}{[\rho]_b} = \frac{\text{g}}{\text{sm}^3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = \frac{1\text{g} \cdot 10^6 \cdot \text{sm}^3}{1\text{sm}^3 \cdot 10^3 \cdot \text{g}} = 10^3.$$

Dykyzlyk bilen udel agram özara örän wajyp baglanyşykdadylar. Bu bolsa gidrawlik hasaplamalarda giňden ulanylýandyr. (3.2)-nji aňlatmanyň iki tarapyny hem g köpeldip, alarys:

$$\rho \cdot g = m \cdot g/V = G/V. \quad (3.3)$$

Ýöne G/V udel agram (γ) bolup durýar, onda:

$$\gamma = \rho \cdot g. \quad (3.4)$$

Käbir suwuklyklaryň dykyzlygy we udel agramy 3.1-nji tablisada görkezilendir.

Käbir suwuklyklaryň dykzlygy we udel agramy

Suwuklyk	Temperatura, °C	$\rho, \frac{\text{g}}{\text{sm}^3}$	$\gamma, \frac{\text{kg} / \text{N}}{\text{sm}^3}$
Içimlik suw	15	0,999	999
Deňiz suwy	15	1,02	1020
Simap	15	13,56	13558
Kastor ýagy	15	0,97	970
Kerosin	15	0,79÷0,82	790÷820
Benzin	15	0,68÷0,78	680÷780
Benzol	0	0,90	900
Aseton	20	0,79	790
Agaç spirti	0	0,80	800
Alkogol	15	0,79	790
Suwsuz gliserin	0	1,26	1260
Nebit	20	0,76÷0,90	760÷900

Udel görüm. Suwuklygyň massa birliginde tutýan göwrümüne udel görüm diýilýär:

$$v = V/m. \quad (3.5)$$

Udel görüm dykzlyga ters proporsional hem bolup durýandyr:

$$v = 1/\rho. \quad (3.6)$$

Ýylylyk giňelmesi. Temperaturanyň ýokarlanmagynyň täsirinde suwuklygyň göwrüminiň üýtgemegi, ýylylyk giňelme koeffisiýenti bilen häsiýetlendirilýär. Bu temperatura 1°C ýokarlananda, suwuklygyň göwrüminiň otnositel üýtgemegini aňladýandyr we aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýändir:

$$\beta_t = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}. \quad (3.7)$$

Bu ýerde:

V – suwuklygyň başdaky temperaturadaky göwrümi;

ΔV – temperatura ýokarlananda, suwuklygyň başdaky göwrüminiň Δt ululyga üýtgemegi.

Ýylylyk giňelme koeffisiýentiniň ölçeg birligi 1/°C.

Gysyp bolmaýan suwuklyklar üçin ýylylyk giňelme koeffisiýenti hasaba alardan has kiçidir, suw üçin bu koeffisiýentiň bahasy 0-dan 10°C-a çenli temperatura-da we 1 kg/N/sm² basyşda $\beta_t = 0,000014$ deňdir.

Adatça, gidrawlik hasaplamalarda, suwuklyklaryň ýylylyk giňelmesi hasaba alynmaýar.

Göwrüm gysylmasy. Suwuklyklaryň gysylmasy gysylma koeffisiýenti bilen häsiýetlendirilýändir we ol basyşyň 1 kg/N/sm^2 üýtgemeginde suwuklygyň göwrüminiň başdaky göwrümüne görä üýtgemeginiň gatnaşygyna deňdir we aşakdaky aňlatma boýunça kesgitlenilýändir:

$$\beta_e = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \rho}. \quad (3.8)$$

Bu ýerde:

V – suwuklygyň başdaky göwrümi;

ΔV – basyş ýokarlananda, suwuklygyň başdaky göwrüminiň $\Delta \rho$ ululyga üýtgemegi.

Ölçeg birligi: Halkara ulgamynda

$$[\beta v]_b = \frac{\text{m}^2}{\text{N}},$$

fiziki ulgamda

$$[\beta v]_f = \frac{\text{sm}^2}{\text{dina}},$$

tehniki ulgamda

$$[\beta v]_t = \frac{\text{m}^2}{\text{kg/N}}.$$

Suwuklyklaryň maýşgaklyk moduly hem gysylma koeffisiýenti ýaly durnukly däldir. Ol temperatura we basyşa baglylykda üýtgeýär. Käbir suwuklyklar üçin 500 kg/N/sm^2 -e çenli basyşda maýşgaklyk modulynyň bahalary 3.2-nji tablisada görkezilendir.

3.3-nji tablisada bolsa, basyşa we temperatura baglylykda, suw üçin maýşgaklyk modulynyň (K) bahalary berlendir.

3.2-nji tablisa

Suwuklyklar üçin gysylma koeffisiýentiniň bahalary

Suwuklyk	$\beta v \cdot 10^{10}, \frac{\text{m}^2}{\text{kg.g}}$	Suwuklyk	$\beta v \cdot 10^{10}, \frac{\text{m}^2}{\text{kg.g}}$
Suw	47,5	Simap	3
Nebit	74	Benzin	92
Efir	110	Gliserin	25

Suw üçin maýyşgaklyk modulynyň bahalary

Temperatura, °C	kg/N/sm ² basyşda K·10 ⁻⁸				
	5	10	20	40	80
0	1,89	1,90	1,92	1,95	1,98
5	1,93	1,95	1,97	2,01	2,07
10	1,95	1,97	2,01	2,05	2,12
15	1,97	2,00	2,03	2,09	2,17
20	1,98	2,02	2,06	2,12	2,22

Üst dartyлма. Suwuklyklaryň göwrümlerini çäklendirýän üst gatlaklarda dartyly (süýndüriji, ýoluýy, goparyjy) güýçlere garşy üst dartyлма güýçleri döreyändir. Bu güýji we onuň esasynda döreyän prosesleri hemme şertlerde görmek mümkin däl.

Üst dartyлма güýçleri suwuklyga goşmaça basyş berýär, ýagny suwuklygyň üst ýüzi boýunça aralyk güýç. Bu güýç Laplasyň formulasy boýunça kesgitlenilýär:

$$\rho = \sigma (1/r_1 + 1/r_2), \quad (3.9)$$

bu ýerde: σ – üst dartyлма koeffisiýenti, N/m ýa-da dina/sm; r_1 we r_2 – suwuklygyň seredilýän elementiniň egrimleriniň esasy radiuslary, ýagny suwuklygyň üst ýüzüniň islendik iki sany özara perpendikulýar tekizlikler bilen haýsy-da bolsa, nokatda keşişýän yerleriniň erimleriniň radiuslarydyr. Käbir suwuklyklar üçin üst dartyлма koeffisiýentiniň bahalary 3.4-nji tablisada görkezilendir.

3.4-nji tablisa

Suwuklyklaryň üst dartyлма koeffisiýentiniň bahalary

Suwuklyk	σ , dina/sm
Suw	73
Spirt	22,5
Benzol	29
Gliserin	65
Simap	490

Adatça, suwuklyklaryň üst dartylmasy temperaturanyň ýokarlanmagy bilen peselýändir. Esasan hem diametri has kiçi turbalarda (kapilýar diýlip atlandyrylýan) suwuklyklaryň üst dartylmasy güýçli ýüze çykýandyr. Şeýle turbalar üçin (3.7)-nji formula aşakdaky görnüşde ýazylar:

$$\rho = 2\sigma/r, \quad (3.10)$$

bu ýerde r – turbanyň radiusy.

Üst dartyлма güýçlerini käbir gidrawlik proseslerde göz önünde tutmaly bolýar, mysal üçin, käbir ölçýji abzallaryň kapilýar turbalaryndan suwuklyk hereket eden wagtynda, kapilýarlyk proses ölçegleriň netijesine täsir edýän bolsa we beýlekilerde. Ýöne adaty gidrawlik hasaplamalarda, bu güýçleriň kiçiligi sebäpli, olaryň täsiri hasaba alynmaýar.

Şepbeşiklik. Suwuklygyň bir böleginiň başga bölegine baglylykda süýşmegine bolan garşylygyna şepbeşiklik diýilýär.

Nýutonyň kanunyna baglylykda, sürtülme güýji tizligiň we seredilýän gatlagyň gradientiniň ululygyna proporsionaldyr:

$$F = \mu \cdot \frac{dW}{dn} \cdot S. \quad (3.11)$$

Bu formulada proporsionallyk koeffisiýentine (μ) dinamiki şepbeşiklik diýilýär.

Dinamiki şepbeşikligiň dykzlyga bolan gatnaşygyna bolsa, kinematiki şepbeşiklik diýilýär, ýagny:

$$v = \mu/\rho. \quad (3.12)$$

Suwuklyklaryň şepbeşikligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen peselýändir, basyşyň ýokarlanmagy bilen bolsa ýokarlanýandyr.

Şepbeşikligi temperaturanyň funksiýasy ýaly, atmosfera basyşynda Torpyň we Rodjeriň deňlemesi boýunça hasaplap bolýandyr:

$$\mu_T = \frac{10 \cdot C}{1 + \alpha(T - 273) + \beta(T - 273)^2}, \quad (3.13)$$

bu ýerde: C , α , β – hemişelik ululyklar (konstantalar).

3.3. Tebigy we tehnologik suwlar

Häzirki wagtda halk hojalygynda ulanylýan süýji suwuň 2%-ni suwuň umumy göwrümi tutýar. Ýer ýüzünde süýji suwuň ýaýramasy deň bolmaýar. Dünýä hojalygynyň ösmegi bilen, suwuň ulanylmagy ýyl geldigiçe artýar. Zyňnyndylar bilen suw howdanlarynyň hapalanmagy, suwuň ýetmezçiligine getirýär. Häzirki wagtda Ýer ýüzüniň üçden bir böleginiň ilaty suw ýetmezçiliginden ejir çekýär. Şol sebäpli, suwy tygşytly ulanmalydyr.

Suw Ýer ýüzünde iň elýeterli madda bolup durýar. Ýer ýüzünde suwly saklaýan okeanlar bolup durýar. Olaryň paýyna hemme suwuň mukdarynyň 98%-den gowragy düşýär. Umman suwlarynyň düzüminde 35 g/kg-a çenli erän duzlar bardyr. Olar, esasan, natriýniň we hloruň ionlarydyr. Düzüminde duzuň mukdary 1 g/kg-dan az bolan suwlaryň paýyna 1,7% düşýär.

Tebigy suwlar gelip çykyşy boýunça üç topara bölünýär. Bu toparlar düzümine girýän goşundylary we olaryň häsiýeti boýunça tapawutlanýarlar:

Atmosfera suwy – bu suwlara ýagyn, gar suwlary degişlidir. Olar düzüminde az mukdarda goşundy saklaýar. Bu goşundylar esasan, gaz görnüşinde bolup, kislorod, azodyň oksidleri, kömürturşy gazy degişlidir. Önümçilik kärhanalarynyň ýerleşýän ýerlerinde tüsse gazlarynyň düzümi bilen az mukdarda kükürt wodorod, tozan bölejikleri, organiki maddalar we beýleki önümler düşüp bilýändir.

Ýerüsti suwlar – oňa okeanlar, derýalar, köller degişli. Bu suwlar atmosfera suwlaryna garanyňda, düzüminde dürli goşundylary saklaýarlar. Olara: K, Mg, Na gidrokarbonatlary, sulfatlar, hloridler degişli. Deňiz suwunyň düzüminde periodik ulgamynyň ähli elementleri saklanýar. Onda gymmat bahaly radioaktiw elementler hem bardyr. Häzirki wagtda himiýa senagatynyň kömegi bilen deňiz suwlaryndan nahar duzy alynýar. 1 kilogram suwuň düzüminde 1 gramdan az bolan duz saklanýan bolsa, bular ýaly suwlara süýji suwlar diýilýär, 1 gramdan köp bolsa, duzly suw diýilýär. Ýerüsti suwlaryň hemmesiniň düzüminde organiki maddalar, janly mikrojangdalar we şol sanda kesel geçiriji bakteriýalar bardyr.

Ýerasty suwlar – oňa guýy, çeşme, geýzer suwlary degişli. Ýerüsti suwlaryň bolşy ýaly, bu suwlar hem mineral duzlary saklaýarlar. Bu duzlaryň saklanyşy dag magdanlarynyň we topragyň düzümine bagly bolýar. Topraklaryň ýokary süýji häsiýetine görä, ýerasty suwlary örän dury we düzüminde organiki goşundylary we bakterial hapalary saklamaýar. Ýerasty suwlary Ýeriň aşaky gatlagynyň jaýryklaryny dolduryp, gidro-geologik howdanlary emele getirýärler.

Tebigy suwlar birnäçe görkezijileri boýunça toparlara bölünýär, olardan has ýönekeýi suwuň duzlulygydyr. Muňa baglylykda, tebigy suwlar aşakdakylara bölünýär:

- a) süýji suw – düzümindäki duzuň möçberi 1 g/dm^3 ;
- b) turşumtyk suw – düzümindäki duzuň möçberi $1 \div 10 \text{ g/dm}^3$;
- ç) duzly suw – düzümindäki duzuň möçberi 10 g/dm^3 -den ýokary.

Suwu toparlara bölmek barada O. A. Alehin tarapyndan edilen teklip giň gerim aldy, ýagny suwlary düzüminde köp duş gelýän anionlary we kationlary boýunça toparlara bölýär. Ol şeýle görnüşde bolýar. Anionlary boýunça:

a) gidrokarbonatly suwlar – düzümindäki anionlarynyň (HCO_3^- we CO_3^{2-}) jemi boýunça, C – topar;

- b) sulfatly suwlar, S – topar;
- ç) hlorly suwlar, Cl – topar.

Kationlary boýunça:

- a) kalsili suwlar, Ca – topar;
- b) magnili suwlar, Mg – topar;
- ç) natrili suwlar, Na – topar.

Süýji suwlar, adatyça, gidrokarbonatly suwlara (C) degişlidir, sebäbi olaryň düzümindäki duzlaryň umumy möçberinde Ca-nyň we Mg-niň gidrokarbonatlary 60÷70%-e ýetýändir.

3.4. Suwlaryň garyndylary (goşundylary) we önümçilik suwlarynyň ähmiýeti

Suwuň düzüminde saklanýan goşundylar dagynlylyk (disperslilik) derejesi boýunça üç topara bölünýär:

- a) iri dispres, bölejiginiň diametri 100 nanometrden (nm) uly;
- b) kolloid-dispres, bölejiginiň diametri 1÷100 nanometr (nm);
- ç) ion ýa-da molekulýar-dispers, bölejiginiň diametri 1 nanometrden kiçi.

Iri dispers kolloid bölejigine dürli alýumin silikatlary $Al_2(SiO_3)_3$, (çäge), gidrotirlenen kremniý, gumin kislotasy, plankton degişlidir.

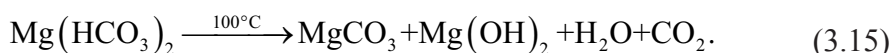
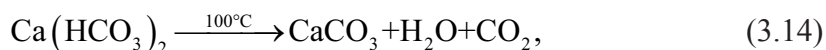
Kolloid-dispers goşundylar gaty fazanyň we suwuň kesişme üstünde köpsanly molekulalaryň aglomeraty bolup durýarlar. Kolloid bölejikleriň ölçegleriniň kiçiligi sebäpli, olar diffuziýa tarap ukyplylygyny ýitirmeýärler we täsirli udel üstleri bolýandyr. Kollid bölejikler agyrlyk güýjüniň täsirinde suwdan bölünip bilmeýärler, ýönekeý süzüji materiallar (çäge, süzüji kagyz) bilen tutulmaýarlar. Tebigy suwlar-da kolloid-dispers ýagdaýda kremniý kislotasynyň önümleri we demir, ösümlik we janly organizmleriň çüýrüntgileri bolan organiki maddalar bolýarlar.

Ion ýa-da molekulýar-dispers goşundylar suwda aýratyn ionlar we molekullar görnüşinde paýlanylýarlar.

Suwuň hili fiziki we himiki häsiýetnamalary boýunça kesgitlenilýär we durulyk görkezijisi, reňki, ysy, tagamy, okislenmesi, reaksiýasy, düzümindäki duzuň umumy mukdary boýunça aşakdaky görkezmeler esasynda bahalandyrylýar. .

Durulyk – fotoelementiň kömegi bilen kesgitlemeli, şekili görüp bolýan suwuň gatlagy bilen ölçenilýär. Suwuň durulygy düzümindäki bar bolan iri dispers mehaniki bölejikleriň saklanyşyna baglydyr.

Talhlyk – suwuň talhlygy wagtlaýyn, hemişelik, umumy bolýar. Wagtlaýyn suwlar-da Ca we Mg gidrokarbonatly suwlar, olary suwy gaýnadyp aýryp bolýar.



Hemişelik talh suwlar-da Ca-niň, Mg-niň hloridleri, sulfatlary saklanýar. Olar ýokary temperaturada suwuň düzüminden aýrylýar. Olary suwuň düzüminden

himiya usuly bilen aýyrýrlar. Suwuň umumy talyhlygy, wagtlaýyn we hemişelik talyhlyklarynyň jemine deňdir. Suwuň talhlyk derejesiniň bahalary 3.5-nji tablisada görkezilendir.

3.5-nji tablisa

Suwuň talhlyk derejesiniň bahalary

Suwuň topary	Ölçeg birlihi, mmol/l
Örän ýumşak	1,5 çenli
Ýumşak	1,5÷4
Orta talhly	4÷8
Talh	8÷12
Örän talh	>12

Ekologik kadalarynyň berkleşmegi we dolandyryjy işgärlere önümçilik harajatlarynyň ýokarlanmagy netijesinde, zyňyndylaryň mukdarynyň we umumy ulanyş çykdaýlary azaltmak meseleleri esasy mesele bolup durýar.

Kömekçi tehnologik ulgamlar, esasan hem suwy taýýarlamak we ony sarp etmek bilen baglanyşykly işlere köp ýyllaryň dowamynda seredilip gelinýär. Suw arzan we elýeterli baýlyk bolup durýardy. Ony işlemek üçin ullakan güýç we wagt talap edilmeýärdi.

Häzirki wagtda ýagdaý üýtgedi. Suw mydama arzan bolup durmaýar, ony arasalamaga we ulanmaga baglanyşykly çykdaýylar ýokarlanýar.

Ýylylyk elektrik stansiýalaryň (ÝES) uzak wagtlaýyn duruzylman ulanylmagy, köp derejede bug gazanlarynyň gyzdyrylýan üstlerinde kesmek emele gelmeginiň, gazan suwy bugaranda, duzlaryň, kremniý kislotasynyň we metalyň oksidiniň äkidilmesi netijesinde, bug turbinasynyň akymly böleginde çökündiniň emele gelmegi, şeýle-de energetiki enjamlaryň we turbageçirijileriň metallarynyň poslamasynyň fiziki-himiki prosesleriniň akmagynyň çaltlygy bilen kesgitlenilýär. Bu prosesleriň hemmesiniň akmagynyň çaltlygy bolsa, gazany ýमितlendiriji suwuň we buguň hi-line baglydyr.

Kuwwatly energobloklaryň ulanylyşynyň köpýyllyk tejribesine salgylansak, ÝES-iň uzak wagtlaýyn, ygtybarly we tygşytly ulanylmasynyň hökmany şertleri, suwy taýýarlamagyň, şeýle hem bug gazanlarynyň suw kadasynyň aýratyn gurnalmagy hem-de ilki bilen gazany ýमितlendiriji suwuň, kondensatyň we buguň eksperimental esaslandyrylan ulanyş kadalaryny berk berjaý edilmeginden ybaratdyr.

Häzirki zaman ÝES-lerde suwy işlemegiň talaba laýyk şertlendirilişiniň sebäpleriniň biri hem bug gazanlarynyň bug emele getiriji turbalarynyň diwarlarynyň ýokary udel ýylylyk ýüklüligi bolup durýar.

Bu üstleriň metallarynyň ygtybarly temperatura kadasyny üpjün etmek maksady bilen we şeýlelikde, suw, suw-bug goşundysy ýa-da bug bilen ýuwulýan gyzdyrylýan üstlerde çökündiniň rugsat berilýän çägi bolmalydyr.

Ýene-de bir wajyp sebäpleriň biri hem ýokary basyşly turbinanyň akymly bölegindäki hapalanmasynyň ýokary duýgurlygy bolup durýar. Turbinanyň pilçelerindäki heniz uly bolmadyk çökündiler, entek onuň oňaly kuwwatlylygyny peseltmäge täsiri bolmasa-da, turbinanyň we tutuş energobloguň ýylylyk tygşytlylygyny belli derejede peseldýär.

Şeýlelikde, suwy taýýarlamagyň we bug gazanlarynda, iýmitlendiriji suwuň ýollarynda suw kadasy tygşytly guramagyň esasy meseleleri aşakdakylar bolup durýar:

a) Bug emele getiriji we bug gyzdyryjy turbalaryň içki üstlerinde kalsiý we demir oksidleriniň birikmeleriniň çökündileriniň, bug turbinasynyň akymly böleginde bolsa mis, demir, kremniý kislotasynyň we natriniň birikmeleriniň çökündileriniň emele gelmeginiň önüni almak.

b) ÝES-de ýylylyk ulgamynyň esasy we kömekçi enjamlarynyň gurnalýş materiallaryny suw we bug bilen galtaşan üstlerini poslamadan goramakdan ybaratdyr.

3.4.1. Ionlaşan goşundylaryň häsiýetnamalary

Tebigy suwlarda has giňden ýaýran ionlar we olaryň konsentrasiýasy barada maglumat 3.6-njy tablisada getirilendir.

3.6-njy tablica

Tebigy suwlardaky wajyp ionlar

Topar	Kation	Anion	Konsentrasiýa, mg/dm ³
I	Na ⁺ , K ⁺ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺	HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ⁻²	Birnäçe birliklerden onlarça müňe çenli
II	NH ₄ ⁺ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺	HSiO ₃ ⁻ , F ⁻ , NO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻	Onlarça paýlardan birliklere çenli
III	Cu ²⁺ , Zn ²⁺ , Ni ²⁺ , Al ³⁺	HS ⁻ , J ⁻ , NO ₂ ⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	Onlarça paýlardan az

Ionlaşdyrylan goşundylary häsiýetlendirip, aşakdakylary belläp bolar. Natriýniň we kaliniň ionlary tebigy suwlaryň anionlary bilen kyn ereýän ýönekeý duzlary emele getirmeyärler, şonuň üçin hem olar durnukly goşundylar toparyna degişlidir. Na⁺ we K⁺ ionlary diňe bugarylmagynda ýa-da tebigy suw bilen garyşdyrylmagynda üýtgäp bilýär. Suw derňelende, ony köplenç, jemläp aňladýarlar.

Kalsiniň we magniniň ionlary suwuň wajyp goşundylarynyň sanyna degişlidir we köp ýagdaýlarda ony halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin ulanmak mümkinçiliklerini kesgitleýärler. Sebäbi bu ionlar suwda saklanýan käbir anionlar bilen kyn ereýän birleşmeleri emele getirýärler.

Tebigy suw ulanylanda we şunuň bilen baglanyşykly kationlaryň ýa-da anionlaryň başlangyç konsentrasiýalarynyň üýtgemegi bilen baglanyşykly üýtgemelerde, bugarmada ýa-da temperaturanyň ýokarlanmagynda, şeýle-de ereýjiligiň peselmeginde, kalsiýniň we magniýniň kyn ereýän duzlarynyň ýylylyk geçiriji üstlerde gaty faza görnüşinde bölünmeleri bolup geçýär. Kalsiniň we magniniň birnäçe kyn ereýän birleşmeleriniň ereýjilik önümi 3.7-nji we 3.8-nji tablisalarda getirilendir.

3.7-nji tablisa

Ca²⁺ we Mg²⁺ ionlarynyň emele getirýän kyn ereýän birleşmeleri we olaryň ereýjilik önümi, (mol/kg)²

Ca ²⁺ iony		Mg ²⁺	
Birleşme	Ereýjilik önümi 25°C-da	Birleşme	Ereýjilik önümi 25°C-da
Ca(OH) ₂	5,5 · 10 ⁻⁶	Mg(OH) ₂	6,5 · 10 ⁻¹⁰
CaSO ₄	4,1 · 10 ⁻⁵	MgCO ₃	4,0 · 10 ⁻⁵
CaSiO ₃	6,6 · 10 ⁻⁷	MgF ₂	6,4 · 10 ⁻⁹
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1,0 · 10 ⁻³⁰	Mg ₃ (PO ₄) ₂	1,7 · 10 ⁻²⁴

3.8-nji tablisa

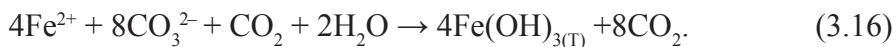
Kalsiý karbonatynyň (argonitiň), magniniň gidroksidiniň we kalsiý sulfatynyň kalsiniň dürli temperaturada ereýjilik önümi, (mol/kg)²

Ereýjilik önümi	Erginiň temperaturasy, °C				
	20	40	60	100	200
Ereýjilik önümi CaCO ₃	0,51 · 10 ⁻⁸	0,32 · 10 ⁻⁸	0,19 · 10 ⁻⁸	0,47 · 10 ⁻⁹	0,52 · 10 ⁻¹¹
Ereýjilik önümi Mg(OH) ₂	6,80 · 10 ⁻¹⁰	5,37 · 10 ⁻¹⁰	3,38 · 10 ⁻¹⁰	1,48 · 10 ⁻¹⁰	—
Ereýjilik önümi CaSO ₄	4,17 · 10 ⁻¹⁰	4,08 · 10 ⁻⁵	3,59 · 10 ⁻⁵	4,35 · 10 ⁻⁶	1,19 · 10 ⁻⁷

Suwy taýýarlamagyň tehnologik prosesinde kalsiýniň we magniniň ionlaryny peseltmek üçin suwuň suw-bug traktyna düşmänkä, olaryň kyn ereýän birleşmeleri emele getirilip, suwuň düzüminden çykarylýar.

Demriň iony köp walentliligi bilen häsiýetlendirilýär we dürli formalarda bolup biler: Fe²⁺ we Fe³⁺. Ýerasty suwlarda demir köplenç, iki walentli demir görnüşinde, ion şekilde saklanýar. Stehiometrik taýdan Fe(HCO₃)₂ birleşmäniň formulasyna gabat gelýär. Ol erän kömür kislotasynyň ýok edilmeginde ýeňil gidrolizlen-

ýär. Suwda erän kislorodyň barlygynda bolsa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ demriň gidroksidini, gyzylgoňur gaty fazany emele getirip okislenýär:



Üst çeşmeleriniň suwunda demir organiki birleşmeleriň düzümine hem girip bilýär. Suwuň düzüminde demriň ýokary konsentrasiýada saklanmagy, turbageçirijileriň diwarlarynda güberçek sütünjikleri emele getirýän demir bakteriýalaryna ösmäge şert döredýär.

Başlangyç suwda demriň konsentrasiýasy çöýün we polat turbalardan geçirilende, poslamanyň önümleri bilen hapalananda, ýokarlanyp biler.

Gidrokarbonat ionlar (HCO_3^-) – suwuň duzly düzüminiň esasy düzüjisi bolup durýar. Tebigy suwlarda «ýarym baglanşykly» kömür kislotasyndan (HCO_3^- -iň ionlylary, başgaça, bikarbonatlar diýlip hem atlandyrylýar) başga, käbir ýagdaýlarda bolsa, «baglanşykly» kömür kislotasyndan (CO_3^{2-} -iň ionlylary) başga erän gaz (CO_2) we onuň gidraty (H_2CO_3 -iň molekulary) görnüşinde «erkin» diýlip atlandyrylýan kömür kislotasy saklanýandyr.

Hlorid ionlar (Cl^-) kationlar bilen kyn ereýän duzlary emele getirmeýärler we 25°C -e ýakyn temperaturada gidrolize we okislenmä sezewar bolmaýarlar.

Sulfat ionlar (SO_4^{2-}) – organiki maddalar bilen hapalanmadyk üst suwlarynda ýeterlik derejede durnuklydyrlar; edil güýçli kislotalaryň ionlary ýaly, gidrolize sezewar bolmaýarlar we tebigy suwuň kationlarynyň diňe biri bilen (Ca^{2+}) kyn ereýän duzlary emele getirýärler. Ýöne adaty temperaturada kalsiý sulfatynyň ereýjiligi ýeterlik derejede ýokarydyr (1 g/dm³ töweregi) we düzgün bolşy ýaly, tebigy suwlarda gaty fazanyň (CaSO_4) bölünmesi aşmaýar.

3.4.2. Tehnologik suwlardaky goşundylar

Häzirki zaman ÝES-lerde we AES-lerde iýmitlendiriji suwuň hili bir kadada bolmagy üçin, onuň esasy düzüm bölegi bolup durýan turbina kondensatyny arassalamalydyr. Turbina kondensatyna goşundylar dürli ýollar bilen gelýär. Suwuň we buguň (bug öndürjiliginin 1–3%) ýitgisiniň öwezini dolmak üçin goşmaça suwlar berlende, kondensatorlardaky jebis däl ýerlerinden sowadyjy suwlaryň sorulmasýndan, suw kadasyna goşulýan goşundylaryň (fosfatlar, gidrazin, ammiak we beýleki dürli görnüşli goşundylar) girizilmeginde, geçiriji turbalaryň, enjamlaryň gurnalş materiallarynyň poslamasyndan düşüp bilýär. ÝES-leriň suw-bugly traktunda, ýylylyk daşajjynyň hapalanmagynyň çeşmeleri we häsiýetleri 3.9-njy tablisa görkezilendir.

Goşulýan suwlaryň häzirki zaman taýýarlanylşy duzsuzlandyrmak usuly arkaly amala aşyrylýar. Arassalanýan suwuň düzümindäki ähli galyndy ionlarynyň

jemi 0,1÷0,5 mg/kg-den ýokary dälidir. Şonuň üçin hem goşulýan suwdaky ionlaşan goşundylaryň mukdary az bolýar. Ýöne, şonda-da ÝES-leriň we AES-leriň traktyna duzsuzlandyrylyp goşulýan suwlar bilen birlikde kolloid-dispers bölejikler hem girip biler. Olaryň düzüm bölejikleri bolup, demriň, alýuminiň, kremniniň we beýleki elementleriň birleşmeleri, bulardan başga-da organiki birleşmeler toplum ýagdaý-da-da bolup bilerler. Trakta arassalanyp goşulýan suw bilen birlikde erän kislorod we azot girip bilýär.

3.9-njy tablisa

ÝES-leriň suw-bugly traktunda ýylylyk daşajyynyň hapalanmagynyň çeşmeleri we häsiýetleri

Hapalaryň düşýän çeşmeleri	Hapalaryň görnüşleri
Goşulýan suw	Arassalanýş shemasyna baglylykda, dürli konsentrasiýada natriniň we ammoniniň duzlary, kremniý kislotasy, demriň birleşmeleri, organiki maddalar we erän gazlar
Sowadyjy suwuň sorulmagy	Tebigy suwlaryň hemme goşundylary
Gurnama materialyň poslamasy	Oksidler we demriň, misiň, alýuminiň, hromuň we beýleki elementleriň ionlary
Daşky ulanyjylardan dolanyp gelýän kondensat	Demriň oksidleri, nebit önümleri, kalsiýniň we magniýniň ionlary, bugy ulanýan kärhananyň kysymy bilen kesgitlenilýän aýratyn hapalar

ÝES-leriň we AES-leriň kondensatordaky sowadyjy suwlaryň sorujylary kondensatora barýan buguň 0,02÷0,0004%-ni düzýär. Sebäbi sowadyjy suw köplenc ýagdaýlarda tebigy suwlar bolýar. Onuň sorulmasy, kondensatoryň bug bölegine ähli goşundylaryny girizýär. Gödek dispers bölejiklerinden başgalary, kondensatoryň jebis däl ýerleri bolan mikrojaýryklardan, deşiklerden girip biler. Kondensatordaky sowadyjy suwlaryň sorulmagy, duzlaryň we kremniý saklaýjy birleşmeleriň mukdaryny köpeldýär.

Turbina kondensatlaryny hapalaýjy goşundylaryň sanlaýyn düzümi sowadyjy we goşulýan suwlaryň diňe bir himiki düzümine bagly bolman, eýsem birtopar düzgün faktorlaryna hem baglydyr. Ýagny, energobloklar durnukly işlän döwründe, turbina kondensatyndaky demriň poslamasynyň önümleriniň mukdary 15÷20 mkg/dm³ işe goýberlen döwründe 250÷500 mkg/dm³ bolup durýar. Şuňa meňzeşlikde, işe goýberilýän döwründe turbina kondensatynyň duz (1÷5 mg/dm³-a çenli) we kremniý (50÷100 mkg/dm³-a çenli) saklaýjylygy 3÷10 esse ýokarlanýandyr. Netijede, turbina kondensatyny arassalamak üçin tehnologik shemalar we enjamlar saýlanylanda, hapalaýjy goşundylaryň disperslik derejesi boýunça (ionlar, kolloidler, gödek dispers goşundylar) diňe bir dürli görnüşde saklanylman, eýsem konsentrasiýasynyň üýtgäp durýandygyny hem hökmany hasaba almalydyr.

ÝEM-niň aýlawly traktynda aýlanyşykda bolýan kondensatlaryň içinden has hapalanýany gaýdyp gelyän kondensat bolup durýar. Senagatda ulanylýan enjamlaryň bug ulanyjylarynda emele gelyän we soň kondensata barýan hapalar dürli görnüşli maddalardan ybarat bolup durýar. Olara nebit önümleri, himiki maddalaryň dürli görnüşleri, suwuň mineral goşundylary degişlidir. Wakuum böleginde howanyň sorulmagy netijesinde tehnologik enjamyň yzyna berýän kondensaty atmosferadaky dürli gazlar bilen hapalanyp biler. ÝES bilen senagat kärhanalaryny birleşdirýän kondensaty geçirijileriň aralygy uzak bolanlygy we kondensatyň poslama-ýýji goşundylarynyň, hususan-da O_2 we CO_2 -niň hapalaýandygy sebäpli, kondensat geçirijileriň metallarynyň poslamasynyň ösmegine getirýär we netijede kondensatyň demriň poslamasynyň önümleri bilen hapalanmagyna eltýär. Şeýlelikde, gaýtarylyp berilýän önümçilik kondensatynyň hapalanmagynyň jemi onçakly uly bolmasa-da (10 mg/dm^3 -a çenli), ony arassalamak we gaýtadan ulanmak mümkinçilikleri her bir takyk ýagdaý üçin tehniki-ykdysady analizleriň esasynda çözülmelidir.

3.5. Suwlary we gazlary göçürmek. Turbageçirijiler (geçiriji turbalar)

Önümçilik kärhanalarynda tehnologik turbageçirijiler kärhananyň tehnologik shemasy boýunça dürli suwuk, gaz, bug halyndaky materiallary göçürmek üçin niýetlenendir. Turbageçirijiler kärhananyň öndürýän önümüne görä dürli-dürli bolýarlar. Tehnologik turbageçirijiler beýleki enjamlar bilen deň derejede jogapkärli desgalaryň biri bolup durýar, sebäbi olar bilen adamyň saglygyna we janyna howply önümler we materiallar, partlama we ýangyn howply maddalar geçirilýär. Turbageçirijileriň esasy ulanylyş şertleri, olaryň içinden geçýän önümiň temperaturasy, basyşy we turbany gurşap alýan daşky gurşaw bolup durýar. Turbageçirijileriň işçi basyşlary soňky ýyllarda 250 MPa, temperaturalary bolsa minus gradusdan $+1000^\circ\text{C}$ -e çenli ýetýär.

Turbageçirijiler aşadaky toparlara bölünýär:

1. İşçi basyşy boýunça:

a) pes basyşda işleýän – $P \leq 100 \text{ kg/N/sm}^2$;

b) uly basyşda işleýän – $P > 100 \text{ kg/N/sm}^2$.

2. Temperaturasy boýunça:

a) aralyk temperaturaly – $t = 0 \div 100^\circ\text{C}$ -e çenli;

b) gyzgyn temperaturaly – $t = 100 \div 300^\circ\text{C}$ -e çenli;

ç) aşa gyzgyn temperaturaly – $t = 300^\circ\text{C}$ -den ýokary;

d) pes temperaturaly – $t = -10 \div -273^\circ\text{C}$.

3. İçinden geçýän önüme baglylykda:

- a) material geçirijiler;
- b) gaz geçirijiler;
- ç) bug geçirijiler;
- d) ýag geçirijiler.

4. Önümiň täsiriniň iyijiligi boýunça:

- a) iyijiler däller;
- b) pes iyijiler – $\Pi \leq 0,1$ mm/ýyl;
- ç) orta iyijiler – $\Pi = 0,1 \div 0,5$ mm/ýyl;
- d) ýokary iyijiler – $\Pi > 0,5$ mm/ýyl.

Bu ýerde, Π – poslamanyň tizligi.

5. Ýerleşýän ýeri boýunça:

- a) seh aralygyndakylar;
- b) sehiň içindäkiler;
- ç) zawodlaryň aralygyndakylar.

6. Birleşdiriliş kysymy boýunça:

- a) sökülýän;
- b) sökülmeýän.

Tehnologik turbageçiriji birnäçe elementlerden ybarat bolan gurnamalardyr, ýagny turbalardan, turbalaryň şaýlaryndan we armaturalardan durýan gurnamalardyr.

Turbageçirijiler taslananda, olaryň iki häsiýeti örän wajyp bolup durýar, ýagny şertli diametri we şertli basyşy.

Şertli diametr ($D_{\text{ş}}$) diýlip, turbada ýa-da armaturada önüm geçmek üçin niýetlenen ötügiň oňaly diametrine aýdylýar. Belgilenilişi – $D_{\text{ş}}$. TDS 355-67 boýunça turbageçirijileriň diametrleri kesgitlenendir. Tehnologik turbageçirijileriň we armaturalaryň tehnologik proseslerde has köp ulanylýanlary şular bolup durýar: 3; 5; 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 2000; 2400; 3000; 3400; 4000 (mm).

Şertli basyş ($P_{\text{ş}}$) – bu, $t = 20^{\circ}\text{C}$ temperaturada önümiň iň ýokary basyşy bolup, bu temperaturada turbageçirijiniň we onuň elementleriniň howpsuz we uzak wagtlaýyn ulanylyşyny üpjün edýän basyşa düşünilýär. Belgilenilişi – $P_{\text{ş}}$. Eger-de işçi önümiň temperaturasy 200°C -e çenli bolsa, onda şertli basyş işçi basyşa deň bolýandyr. İşçi temperatura has uly bolan ýagdaýynda, onda şertli basyş işçi basyşdan uly bolmalydyr. TDS 356-68 boýunça aşakdaky şertli basyşlar kesgitlenendir: 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 64; 80; 100.

Turbanyň içinden geçirilýän önümiň häsiýetine baglylykda, ähli turbageçirijiler baş topara bölünýär: A, B, W, G, D önümiň ululygyna baglylykda hem baş topara bölünýär: I, II, III, IV, V.

A, D topara zäherleýji suwuk we gaz halyndaky önümler degişlidir; B topara ýanyjy gazlar we ýeňil tutaşýan, şeýle-de ýanyjy suwuklyklar degişlidir; W topara

aşa gyzdyrylan suwly bug degişlidir; G topara doýgun bug, gyzgyn suw şeýle-de bugly kondensat degişlidir; D topara ýanmaýan gazlar, suwuklyklar we buglar degişlidir. Her toparyň içinde turbalar kategoriýalara bölünýärler. Mysal üçin, B toparda temperaturasy $350^{\circ}\text{C} \div 700^{\circ}\text{C}$ bolan ýeňil tutaşýan suwuklyklary geçirmek üçin I derejedäki turbageçiriji gerek bolýar, temperaturasy -150°C -den $+120^{\circ}\text{C}$ -e çenli bolan önümler üçin IV kategoriýadaky turbageçiriji gerek bolýar. Her kategoriýa degişli turbageçirijiler üçin taslamanyň, gurnamanyň, ulanylyşyň we bejerginiň kadalary kesgitlenendir.

Tehnologik turbageçirijilerde, esasan, polat materialdan bolan, kebşirlenip ýasalan we sepsiz turbalar köp ulanylýar. Kebşirlenip ýasalan turbalaryň sepleri turbanyň uzaboýuna ýa-da burum şekilinde bolýandyr. Ýöne, bular sepsiz ýasalan turbalar bilen deňeşdirilende, ygtybarlylygy pesdir. Sepsiz ýasalan turbalar, esasan, zäherleýji, ýarylma howply we poslaýjy-işjeň maddalary geçirmekte ulanylýarlar, beýleki ýagdaýlarda bolsa, sepli turbalar ulanylýar.

Turbageçirijileri ýasamakda poladyň dürli kysymalary ulanylýar, ýöriteleşdirilen turbalar ýasalanda, legirlenen, ýokary legirlenen, kislota durnukly we gyzgyna çydamly polatlar ulanylmalydyr. Şeýle-de, turbalary ýasamak üçin mis, latun, gurşun, keramika, aýna, farfor, plastmassalar ulanylýandyr. Häzirki wagtda reňkli metallardan we gurşundan ýasalan turbalar dolý derejede plastmassalar bilen çalşyldy. Plastmassadan ýasalan turbalaryň içinden has köp ulanylýanlary winiplastdan (poliwinihlorid), faolitden, polietilenden ýasalan turbalardyr. Bu turbalar iýiji önümlere örän durnuklydyr, ýöne içinden geçirilýän önümiň temperaturasy çäklendirilendir. Mysal üçin, winiplast turbalaryň temperaturasynyň çägi 40°C , polipropilen turbalaryňky 100°C , faolitden ýasalan turbalaryňky bolsa 110°C -e deňdir.

Himiýa önümçiliginde titandan ýasalan turbalar örän giňden ulanylýar, şeýle-de, iç ýüzüne polietilen, winiplast (poliwinihlorid), emal, aýna we rezin örtülen polat turbalaryň ulanylyşy köpelip başlady.

Turbageçirijiniň ölçegi turbanyň diametri we onuň diwarynyň galyňlygy bilen kesgitlenilýär: Turbageçirijiniň diametrini hasaplamagyň esasy bolup, berlen öndüriljek we suwuklygyň ýa-da gazyň tizligi bolup durýar. Onda sarp edilmäniň deňlemesinden:

$$V_Q = W \cdot \frac{\pi D^2}{4}; \quad D = \sqrt{\frac{4V_Q}{\pi W}}. \quad (3.17)$$

Bu ýerde:

D – turbageçirijiniň içki diametri, mm;

V_Q – önümiň göwrümleýin sarp edilşi, m^3/sag ;

W – önümiň tizligi, m/s.

Turbageçirijiniň basyşy we içki diametri kesgitlenilip, soňra onuň galyňlygy kesgitlenilýär:

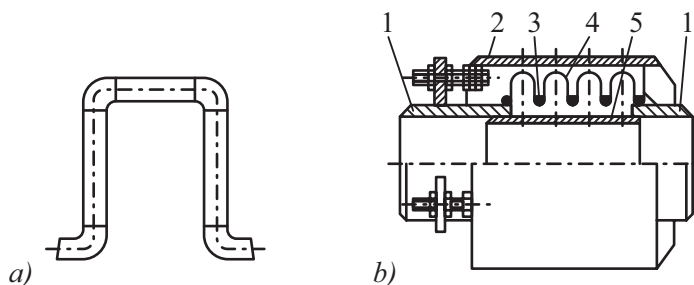
$$S \frac{P \cdot D}{230 \cdot [Q] \cdot \varphi - P} + C. \quad (3.18)$$

3.5.1. Turbageçirijileriň şaýlary (detallary)

Turbageçirijileriň şaýlaryna (detallaryna): dürli gurnamalardaky tirsekler (turbageçirijiniň ugruny üýtgetmek üçin); geçirijiler: turbageçirijiniň geçiş meýdanyny üýtgedýän; üçtaraplaýyn geçirijiler, dörttaraplaýyn geçirijiler bolup, turbageçirijini dürli taraplara bölmek üçin niýetlenen şaýlar degişlidir. Köplenç bu elementler kebşirlenip birikdirilýärler. Eger söküp-düzmeli bolsa, onda flanesli, muftaly we hyrly birleşmeler ulanylýar. Pes basyşda işleýän turbageçirijiler üçin kebşirlenilýän flanes, uly basyşda işleýän turbageçirijiler üçin bolsa, hyrly flanesler ulanylýar.

Turbageçirijiler içinden geçýän önümiň we daşky gurşawyň temperaturalarynyň dürli bolanlygy sebäpli, deformasiýalar ýüze çykyp durýar. Köplenç, turbageçirijileriň uzynlygy örän uzyn bolýar we şonuň üçin olaryň deformasiýalary hem uly bolýar, bu bolsa turbageçirijileriň üzümegine we çişmegine eltýär. Şol sebäpli, turbageçirijilerde deformasiýasyny sazlamak (kompensirlemek) üçin II şekilli (3.1-nji a surat), tolkun şekilli (3.1-nji b surat) we salnikli kompensatorlar ulanylýar. Sazlaýjylar turbageçirijilerde her 20÷40 m-den goýulýar. II şekilli sazlaýjylar ýerüsti geçirilýän turbageçirijilerde (turbanyň diametrine bagly däl) örän giňden ulanylýandyr.

Bu sazlaýjylaryň sazlaýjy ukyby örän uludyr, olary islendik basyşlarda ulanyp bolýar, ýöne bu sazlaýjylaryň ölçegleriniň uludygy sebäpli, gurnalanda olary ýörite direglerde oturtmaly bolýar. Adatça, olar kese ýagdaýda gurnalýar we drenaž guruluşlar bilen üpjün edilýär.



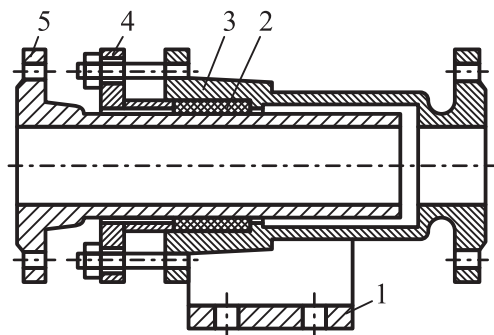
3.1-nji surat. Sazlaýjylaryň (kompensatorlaryň) görnüşleri:

a – II şekilli; b – tolkun şekilli

Linza şekilli sazlaýjylar işçi basyşy 1,6 MPa çenli bolan gaz geçirijilerde gurnalýar. Bu sazlaýjylar gurnamasy boýunça gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyýy enjamlaryň sazlaýjylarynyň gurnamasyna meňzeşdir.

Tolkun şekilli sazlaýjy (3.1-nji b surat) basyşy 6,4 MPa çenli bolan iýiji däl we orta iýiji önümleri geçirýän turbalarda gurnalýar. Bu sazlaýjylaryň gurnamasy tolkun-tolkun ýasalan maýyşgak elementden (4) ybarat bolup, olar turba bölegine (1) kebşirlenilýär. Gurnamanyň «çişmezliginiň» we onuň diwarlarynyň бүкүlmeginiň önüni almak üçin, tolkunlaryň aralygynda çäklendiriji halkalar (3) ýerleşdirilýär. Maýyşgak elementiň daş ýüzi gabyk (2) bilen goralýar, gabaranyň içinde sazlaýjynyň gidrawlik garşylygyny peseltmek üçin stakan (5) ýerleşdirilýär.

Çoýundan we metal däl materiallardan ýasalan turbalarda salnikli sazlaýjy (3.2-nji surat) gurnalýar. Ol diregde (1) berkidilen gabaradan (3), ýumşak dykzlandyryjydan (2) we gysyjy wtulkadan (4) ybaratdyr.



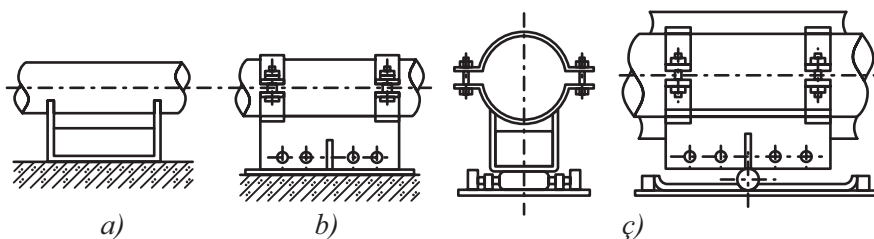
3.2-nji surat. Salnikli sazlaýjy:

1 – direg; 2 – ýumşak dykzlandyryjy; 3 – gabara; 4 – grundbuksa; 5 – içki turba

Temperaturanyň täsirinde döreyän deformasiýalar, gabara (3) bilen içki turbanyň (5) özara süýşmekligi bilen amala aşyrylýar. Bu sazlaýjylaryň sazlaýyş ukyby örän ýokary bolýar, ýöne dykzlandyrmaklygy üpjün etmegiň kynlygy sebäpli, ýanyjy, zäherleýji we suwuklandyrylan gazlaryň turbalarynda oturtmak bolmaýar.

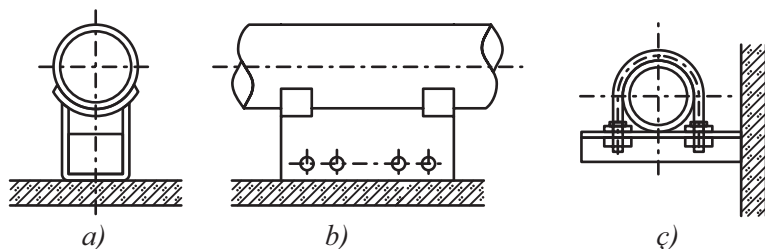
Turbageçirijiler diregleriň üstünde oturdylýar, diregleriň aralygy turbanyň diametrine we materialyna bagly alynýar. Diametri 250 mm-e çenli bolan polat turbalar üçin bu aralyk, adatyça, 3÷6 m alynýar. Turbageçirijileri berkitmek üçin bolsa, asgyçlar, hamutlar we dyrnaklar (skobalar) ulanylýar. Materiallary aýnadan, grafit garyndyly we ş. m. bolan turbageçirijiler ýörite ganawlarda ýerleşdirilýär.

Oturdylýan diregler gozganmaýan kebşirlenen (3.3-nji a surat), gozganmaýan hamytlar bilen berkidilen (3.3-nji b surat), gozganýan (3.3-nji ç surat), gozganýan (3.4-nji a surat) we kronşteýn bilen berkidilen (3.4-nji b surat) ýagdaýda bolýarlar.



3.3-nji surat. Turbageçirijileriň diregleri:

a – gozganmaýan kebşirlenen; b – gozganmaýan, hamytlar bilen berkidilen; ç – gozganýan



3.4-nji surat. Turbageçirijileriň diregleri:

a – gozganýan; b – kronşteýn bilen berkidilen

Gozganýan diregler turbageçirijilerde temperaturanyň täsirinde döreyän deformasiýalaryň täsirini sazlamagy üpjün edýär.

3.6. Turbalaryň armaturalary

Turbageçirijileriň armaturalary diýlip, turbageçirijilerde, enjamlarda, göwrümlerde we beýleki gurnawlarda oturdylyan we işçi önümiň akymyny dolandyrmagy üpjün edýän enjama aýdylýar. Niýetlenişine baglylykda, turbageçirijileriň armaturalary aşakdaky esasy toparlara bölünýär:

a) *Baglaýjy armatura* – önümiň akymynyň öňüni baglamak üçin niýetlenendir, bular ähli armaturalaryň 80%-ini düzýär.

b) *Sazlaýjy armatura* – önümiň temperaturasyny, basyşyny we ş. m. üýtgetmek üçin niýetlenendir.

ç) *Öňüni alyjy armatura* – ulgamda basyşyň ýokarlanyp, betbagtçylykly ýagdalara eltmeginiň öňüni almak üçin niýetlenendir.

d) *Gorajy armatura* – enjama berilýän önümiň ýoluny oçürmek bilen, önümiň ululyklarynyň üýtgäp, enjamy betbagtçylykly ýagdalara eltmeginiň öňüni almak üçin niýetlenendir.

e) *Bölüji armatura* – bug we gaz geçirijilerden kondensaty bölüp aýyrmak üçin niýetlenendir.

Islendik toparyň armaturasy üç sany esasy elementden, ýagny gabaradan, herekete getirijiden we işçi mehanizmden ybaratdyr.

Gabaralarynyň turbageçirijilere birleşdirilişi boýunça armaturalar flanesli, muftaly, ştuserli we kebşirlenilýän bolýarlar. Himiýa önümçiliginde flanesli birleşmeler giňden ýaýrandyr. Diametri 80 mm-e çenli bolan, ýanmaýan we aralyk önümleri geçirmek üçin niýetlenen turbageçirijilerde muftaly birleşdirilýän armaturalar ulanylýar. Turbageçirijileriň armatura bilen birleşmesiniň dykyzlanmasyna edilýän talap ýokary bolan ýerlerde, kebşilenýän birleşme ulanylýar.

Armaturalar içinden geçýän önümiň akymynyň ugry boýunça göni we burçlaýyn geçirýäne bölünýärler. Göni geçirýände akym çykalgada, hereketiniň ugryny üýtgetmeýär. Bular adaty, turbageçirijileriň göni ýerlerinde oturdylýarlar. Burçlaýyn geçirýän armaturalar bolsa turbageçirijileriň öwrümlü ýerlerinde oturdylýar.

Armaturalar dolandyrylyşy boýunça el bilen we awtomatik dolandyrylýan bolup bilýär. Armaturany dolandyrmak el güýji bilen ýa-da hereketlendirijiniň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Awtomatik dolandyrylýan armatura işçi önümiň basyşynda döreýän güýjüň täsirinde işleýär.

Gabarada işçi mehanizmiň dykyzlandyrylyşy boýunça armaturalar salnikli, silfonly we membranaly görnüşlere bölünýärler. Turbageçirijileriň armaturalary ulanylyşda ygtybar bolmalydyr. Armaturalaryň ygtybarlylygy diýlip, onuň talap edilýän wagtyň dowamynda berlen çäklerde ulanylyş görkezijilerini saklamak bilen, talap edilýän funksiýalary ýerine ýetirmek ukybyna aýdylýar. Armaturanyň ygtybarlylygyny görkezijiler şulardan ybarat: gulluk möhleti 25 ýyl; birinji düýpli bejergä çenli gulluk möhleti 36 aý.

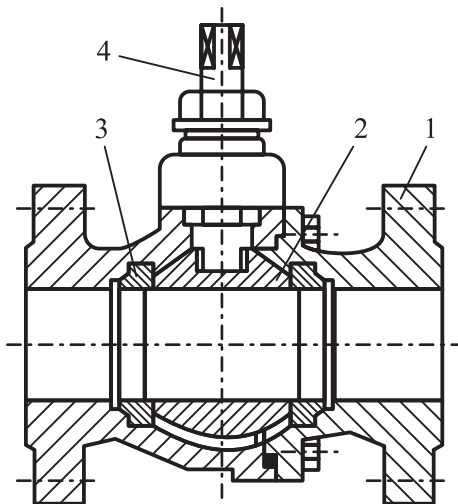
3.6.1. Kran, wentil, sürme gapak, klapanlar we beýlekiler

Baglaýjy armatura: Kranlar. Bu armaturalaryň indiki görnüşleri bolýar: kranlar, wentiller, sürme gapak we ýapylar. Baglaýjy enjamy aýlanýan jisimiň şekilinde bolup, öz okunyň daşyndan aýlanyp, akymyň hereketiniň ugruna perpendikulýar baglaýan armatura kran diýilýär.

Kranlaryň baglaýjy enjamynyň görnüşi şar şekilli (3.5-nji surat) we dyky (3.6-njy a, b surat) görnüşli bolýarlar. Baglaýjy enjamy şar şekilli kran gabaradan (1), şar görnüşli baglaýjydan (2) we okdan (3) ybaratdyr.

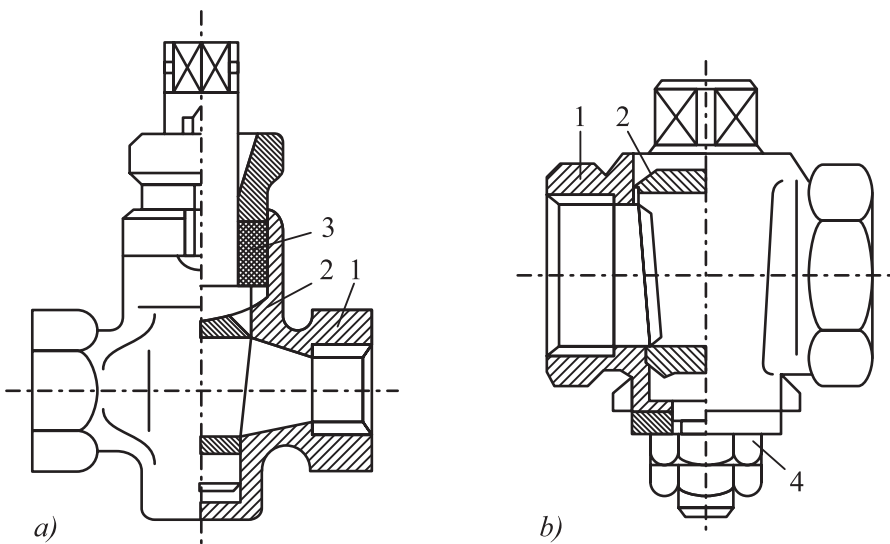
Dykyly kranlar öz gezeginde dykyzlandyrylyşyna baglylykda, salnikli ýa-da çekdirilýän görnüşde bolýarlar (3.6-njy a, b surat). Salnikli kran gabaradan (1), dykydan (2) we ýumşak dykyzlandyryjydan (3) ybaratdyr. Kranyň dykysyny dykyzlandyrmak üçin ýumşak dykyzlandyryjynyň ýokarsyndaky nurbaty çekdirmek arkaly ýerine ýetirilýär. Çekdirilýän kranda (3.6-njy b surat) gabaradaky (2) nur-

baty (3) çekdirmek arkaly dyky (1) dykzlandyrylýandyr. Basyşyň uly ýerlerinde bu kranlar gerek dykzlandyrmany üpjün edip bilmeýärler, şol sebäpli hem olar himiýa önümçiliklerinde az ulanylýar.



3.5-nji surat. Baglaýjy enjamy şar şekilli kran:

1 – gabara; 2 – şar şekilli dyky; 3 – dykzlandyryjy halka; 4 – şpindel



3.6-njy surat. Baglaýjy enjamy dyky görnüşli kran:

a – salnikli dykzlandyryjy kran; 1 – gabara; 2 – dyky; 3 – ýumşak dykzlandyryjy;

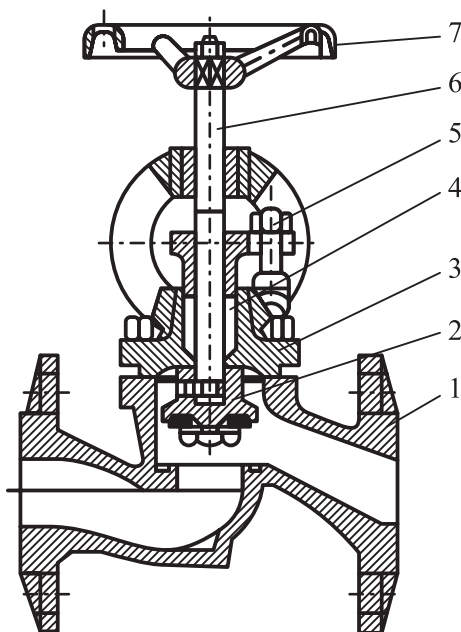
b – çekdirilýän görnüşli; 1 – gabara; 2 – dyky; 4 – gaýka

Baglaýjy enjamy şar şekilli kranlaryň el, elektrik hereketlendiriji we howa bilen dolandyrylýan görnüşleri-de bolýar.

Kranlaryň ölçegleri kiçi bolýar, şeýle-de olaryň gidrawlik garşylygy pesdir, turbageçirijilerde olary islendik ýagdaýda oturdyp bolýar, ýöne olara wagtynda se-redip, ýaglap durmaly, bolmasa, dykynyň gabara «ýelmeşmegi» mümkindir. Kran basym ýapylýar, munuň esasynda bolsa turbageçirijide gidrawlik urgynyň döreme-gi mümkindir, şeýle-de kranlary buguň we gyzdrylan suwuklyklaryň geçýän tur-balarynda oturdyp bolmaýar. Sebäbi gabaranyň owranyp, dykynyň «ýelmeşmegi» mümkindir. Kranlar çoýundan, polatdan we latundan ýasalýar.

Wentiller. Niýetlenişi boýunça wentiller baglaýjy we sazlaýjy bolýarlar. Baglaýjy wentiliň baglaýjy enjamy tekiz ýa-da konus şekilli «tarelka» bolup durýar. «Tarelka» oka şarnirli berkidilýär we onuň bilen gidip-gelme hereketde bolýar. Wentiller el bilen ýa-da elektrik hereketlendirijiniň kömegi bilen dolandyrylýar. El bilen dolandyrylýan wentile mysal edip, 3.7-nji suratdaky wentili görkezmek bolar.

Bu wentiliň dykzlandyryjy halkasynyň materialy ftoroplastdan, deriden ýa-da rezinden bolup bilýär, onuň gabarany (1) bilen gapagynyň (2) aralygy paronit materialdan bolan dykzlandyryjy bilen dykzlandyrylýar. Wentiliň salnigi bolsa, ýumşak dykzlandyryjy bilen dykzlandyrylýar.



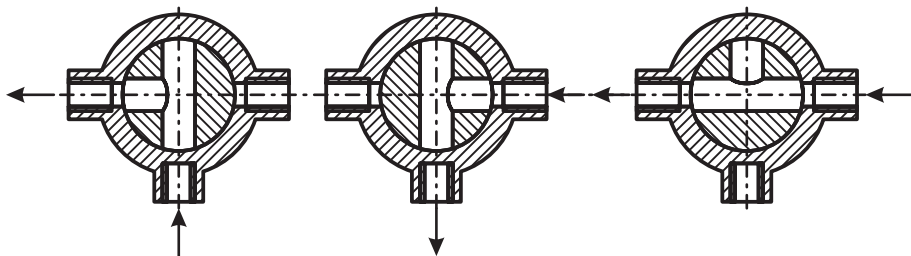
3.7-nji surat. Wentil:

*1 – gabara; 2 – paýlaýjy mehanizm; 3 – gapak; 4 – salnik;
5 – gysyjy wtulka; 6 – şpindel (ok); 7 – tutawaç*

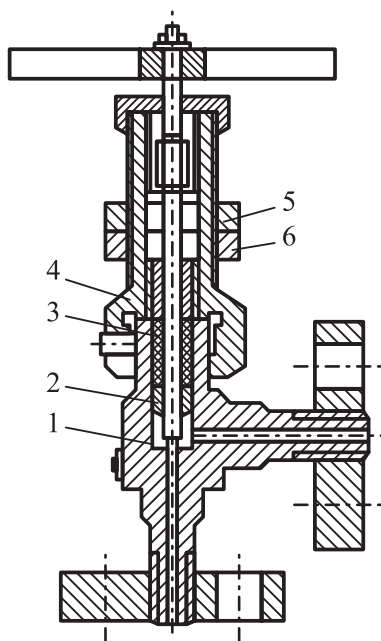
Tebigy we gysylan gazlaryň, nebit önümleriniň, suwuň, kömür kislotasynyň we beýleki önümleriň tenologik ýollarynda ulanylýar. Materialy legirlenen polat.

3.8-nji suratda üç girelgeli wentiliň işleýiş shemasy görkezilendir.

3.9-njy suratda bolsa uly basyşlarda-da ulanylýan burçlaýyn wentil görkezilendir. Bu wentilde önümiň geçýän ýerini açmak we baglamak üçin konus şekilli baglaýjy niýetlenendir. Ok salnikli dykzlandyryjy bilen dykzlandyrylýar. Baglaýjy enjam we onuň oturýan ýeri legirlenen polatdan ýasalýar.



3.8-nji surat. Üç girelgei wentiliň işleýiş shemasy



3.9-njy surat. Uly basyşda işleýän wentil:

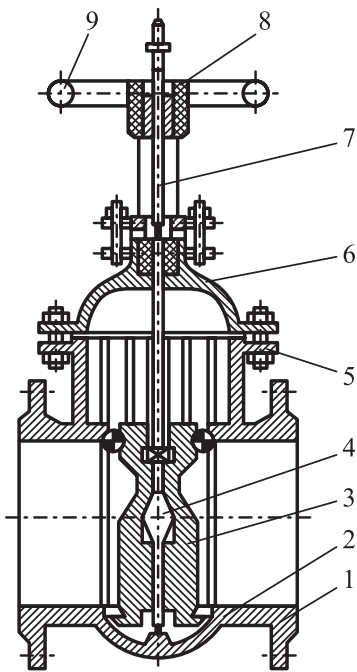
1 – gabara; 2 – iňňe; 3 – salnigiň dykzlandyryjysy;
4 – süütin; 5 – barlag nurbaty; 6 – gysyjy nurbat

Kranlardan tapawutlylykda, wentiller turbageçirijilerde oturdylanda, berilýän önüm baglaýjy enjamyň aşagyndan barar ýaly edilip oturdylmaly. Wentil ýapyk duranda, okuň salnigine basyş täsir etmeýär, şeýle-de bu ýagdaýda turbageçirijiniň içini boşatmazdan, salnikde bejergi işlerini geçirip bolýar. Bu wentiller himiýa önümçiliginde häzirk wagtda has giňden ulanylýan baglaýjy armaturalaryň biri bolup durýar.

Wentilleriň ulanylyş çägi örän giňdir. Olar bug we suw geçirijilerde, çökündi bolmadyk suwuklyklaryň geçirilýän turbalarynda ulanylýar. Eger-de suwuklygyň

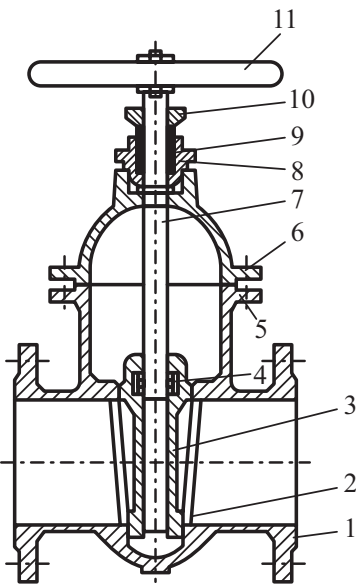
düzümünde gaty bölejikler bar bolsa, onda olar wentiliň «eýerine» düşüp, onuň dykzlanmagyny bozýar we wentiliň ulanylyşyna uly täsir edýär.

Sürme gapaklar. Baglaýjy mehanizmiň gurnalyşy boýunça bular ugurdaş (3.10-njy surat) we pahna görnüşli (3.11-nji surat) bolýarlar. Wentillerden tapawutlylykda, sürme gapaklaryň baglaýjy enjamy jebislendirilýän üstlere ugurdaş hereketde bolýarlar. Baglaýjy enjamy ugurdaş görnüşli sürme gapaklar pes basyşda ulanylýar, baglaýjysy pahna görnüşli sürme gapak bolsa, uly basyşlarda ulanylýar. Sürme gapagy açmak ýa-da ýapmak üçin oky köp aýlamaly bolýar, şol sebäpli uly ölçegdäki sürme gapaklar, düzgün bolşy ýaly, elektrik hereketlendirijiler bilen üpjün edilýändir, şeýle-de howa ýa-da suw bilen dolandyrylýan görnüşde ýerine ýetirilýär. Sürme gapaklaryň gapagy köplenç, plýonka bilen sökülýän flanes birleşmede bolýarlar. Sürme gapagynyň gabarasynyň materialy çöyundan, uglerodly we legirlenen polatdan, reňkli metallardan ýasalýar. Ýijji önümler üçin baglaýjy enjamy legirlenen polatdan we reňkli metallardan ýasalýar.



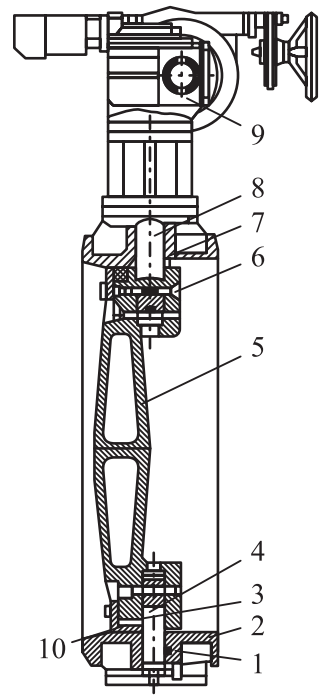
3.10-njy surat. Baglaýjy enjamy ugurdaş görnüşli sürme gapak:

1 – gabara; 2 – eýer; 3 – disk;
4 – pahna; 5 – dykzlandyryjy;
6 – gapak; 7 – şpindel (ok);
8 – nurbat; 9 – tutawaç



3.11-nji surat. Baglaýjy enjamy pahnaýly sürme gapak:

1 – gabara; 2 – eýer;
3 – pahna; 4 – nurbat;
5 – dykzlandyryjy; 6 – gapak;
7 – şpindel (ok); 8 – dykzlandyryjy; 9 – salnik;
10 – gysyjy wtulka; 11 – tutawaç



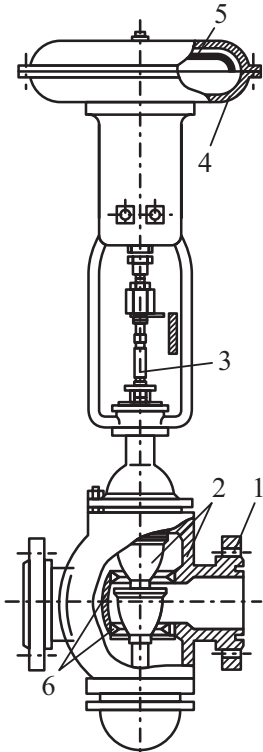
3.12-nji surat. Diskli ýapynyň gurnamasy:

1, 7 – podşipnikler; 2 – gabara;
3 – gysyjy halka; 4 – ok;
5 – disk; 6 – ştift; 8 – wal;
9 – elektrik hereketlendiriji;
10 – rezin halka

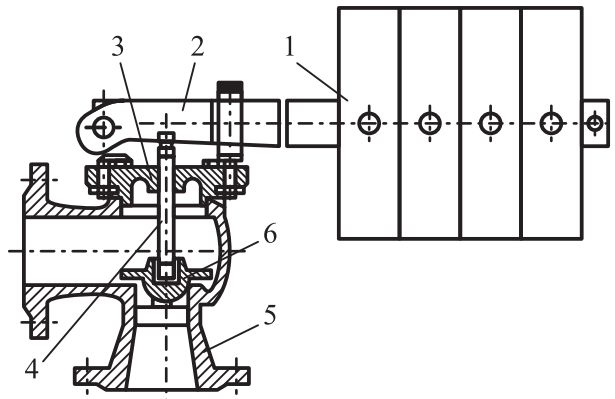
Ýapylar. Baglaýjy enjamy disk görnüşinde bolan, akymyň okuna perpendikulýar bolup aýlanýan armatura ýapy diýilýär. Bu armaturalar adaty, pes basyşly, uly ölçegdäki turbalarda oturdylýar. Ýapylar el bilen, şeýle-de suw, howa ýa-da elektrik hereketlendiriji bilen dolandyrylýar.

3.12-nji suratda işçi temperaturasy 80°C -e çenli bolan, kese we dik oturdylýan diskli ýapy görkezilendir. Bu armaturada öz okunyň (4) daşyndan aýlanýan işçi enjam (disk 5), rezin halkalar (10) bilen üpjün edilýär. Rezin halkalar diskdäki (5) halka (3) bilen berkidilýär. Gabara (2) bilen walyň (8) hereket edýän birleşmesi salnikli gurluş bilen dykzlandyrylýandyr.

Sazlaýjy armatura. Bu armaturalara sazlaýjy klapnlar, garyşdyryjy we reduksion klapnlar şeýle-de derejäni sazlaýjylar degişlidir. Awtomatik sazlanýlýan ulgamlarda sazlaýjy klapnlar berilýän buýruk boýunça önümiň harçlanmasyny dolandyryrlar. 3.13-nji suratda membranaly ýerine ýetirijili sazlaýjy klapn görkezilen. Klapn aralykdan (distansion) dolandyrylýar, ýagny buýruk beriji habar, ýerine ýetiriji mehanizmiň (4) gönümel membranasy (5) barýar we baglaýjy enjamyň (2) okuny süýşirýän güýji döredip, oky süýşürýär.



3.13-nji surat. Membranaly ýerine ýetirijili sazlaýjy klapn:
 1 – gabara; 2 – baglaýjy enjam;
 3 – wal; 4 – ýerine ýetiriji mehanizm;
 5 – membrana; 6 – eýer

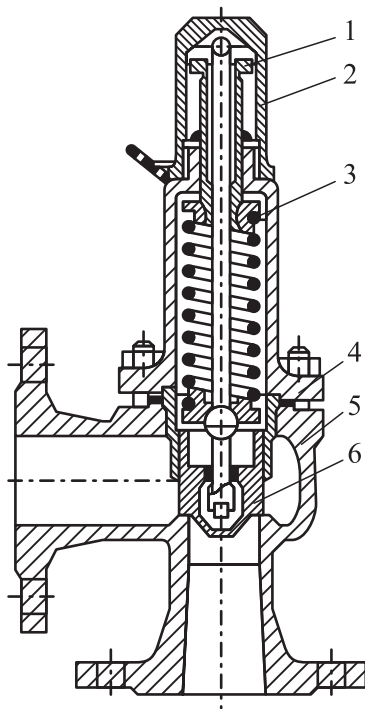


3.14-nji surat. Ryçagly-ýükli klapn:
 1 – ýük; 2 – leňner; 3 – gapak; 4 – ok;
 5 – gabara; 6 – baglaýjy

Dürli önümleri kesgitlenen deňölçegde garyşdyrmak gerek bolan ýagdaýynda, garyşdyryjy klapalar ulanylýar, muňa garyndynyň haýsy-da bolsa bir ulylygyny hemişelik saklamak bilen ýa-da belli kanun boýunça ony üýtgetmek bilen, sowuk we gyzgyn suwlary garyşdyrmagy mysal getirip bolar. Bu klapalar hem elektrik ýa-da howa bilen dolandyrylýan mehanizmler bilen üpjün edilýär.

Bölüji armatura. Bu armaturalar, esasan, turbageçirijilerde ýyganan kondensaty çykarmak üçin niýetlenendir. Kondensaty çykaryjylar özbaşdak hereket etmek bilen, turbageçirijilerde kondensatyň ýygnanmak derejesine baglylykda, ýyganan kondensaty döwürleýin çykaryp durýarlar. Olar temperaturalaryň ýa-da kondensat bilen buguň dykzlyklarynyň tapawudyna esaslanyp täsir edýärler.

Öňüni alyjy we goraýjy klapalar. Turbageçirijileriň ulgamlarynda we guruluşlarynda bolmalysyndan artykmaç basyşyň ýüze çykmagynyň önüni almak üçin, önüni alyjy armaturalar ulanylýandyr, esasan, önüni alyjy we ýarylýan membranaly klapalar köp ulanylýar.



3.15-nji surat. Pružinaly goraýjy klapa:

1 – hyrly wtulka; 2, 4 – gapak; 3 – pružina; 5 – gabara; 6 – baglaýjy

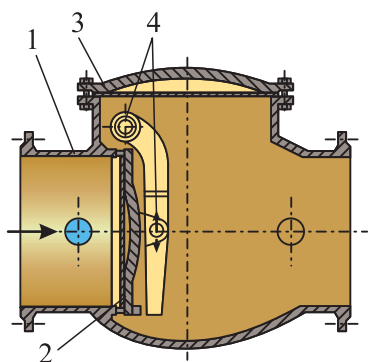
Goraýjy klapalaryň iki görnüşi bardyr, ýagny ryçakly-ýükli (3.14-nji surat) we pružinly (3.15-nji surat) klapalardyr. Bu klapalar turbageçirijilere we enjamlara aşaky ştuserleri bilen oturdylýar. Gapdalky ştuseriň üsti bilen önümiň artykmaç basyşy çykarylýar. Ryçakly-ýükli klapanda klapanyň saklaýjy enjamina täsir

edýän basyş, klapanyň ýüküniň sanynyň üýtgedilmegi bilen, pružinaly klapanda bolsa, pružinanyň gysylma güýjüniň üýtgedilmegi bilen sazlanýandyr. Ýükli klapandan diňe dik ýagdaýda oturdylmalydyr. Pružinaly klapandan bolsa islendik ýagdaýda oturdylyp bilner. Ýükli klapanyň pružinaly klapandan tapawutlykda, salnikli gurluşy ýokdur, şol sebäpli hem olary jaýlaryň (desgalaryň) içinde, şeýle-de ýangyn howply önümleri geçirýän turbalarda oturtmak maslahat berilmeyär.

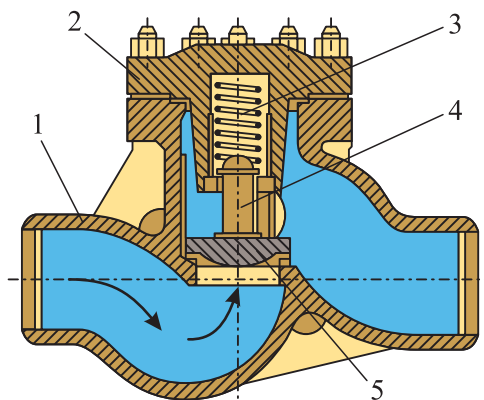
Ýarylýan membranaly klapandan turbageçirijilerde önümiň basyşy bolmaly syndan 20÷25% ýokarlanan ýagdaýynda işleýärler. Membranalar ýokary dykzlandyrmany we basyşyň ýokarlanan wagty işiň ygtybarlylygyny üpjün edýärler. Olaryň ýetmezçiligi: membranalary diňe bir gezek ulanyp bolýanlygyndan ybaratdyr.

Goraýjy armaturalar. Bu armaturalar esasan, goraýan bölümlerini öçürmek bilen, ulgamlarda döräýjek hadysalaryň önüni almakdan ybaratdyr. Bu armaturalara ters we goraýjy klapandan degişlidir (3.16-njy we 3.17-nji suratlar).

Bu klapandan turbageçirijileriň ulgamlaryndaky akymyň tersine gaýtmagyndan goramakdan ybaratdyr. Akymyň tersine gaýtmagy bolsa, hadysa ýagdaýlara getirmegi mümkindir. Şol sebäpli, bu klapandan köplenç, elektrik sorujy enjamyndan soň oturdylýar, ýagny elektrik sorujy enjamy bir sebäp bilen duran wagtynda, ýokarylygyna turba boýunça çykarylan suwuklyk, tersine gaýdan mahalynda, klapanyň diskini öz agramyna ýapýlýar we hadysa ýagdaýyň önüni alýar.



3.16-njy surat. Ters klapandan:
1 – gabara; 2 – disk; 3 – gapak; 4 – ok



3.17-nji surat. Pružinli klapandan:
1 – gabara; 2 – gapak; 3 – pružin; 4 – ok

3.6.2. Armaturalary saýlamak

Sürme gapagynyň gidrawlik garşylygynyň pesligi we ýapyjy enjamynyň ygtybar baglaýjylygy sebäpli, diametri 50 mm we ondan uly bolan turbalarda sürme gapaklary oturtmak teklip edilýär.

Diametri 50 mm çenli bolan turbageçirijilerde wentilleri oturtmak teklipe edilýär. Diametri 50 mm-den uly bolan turbageçirijilerde wentiller diňe tehnologik prosesiniň şertine görä ugrukdyrmagy (drosselirlemegi) el güýji bilen geçirmek talap edilýän bolsa ulanylýandyr. Wentilleriniň esasy artykmaçlyk tarapy – baglanýan üstleriniň sürtülmezligidir. Bu bolsa wentile başga jisimler tarapyndan zeper ýetmegi peseldýär şeýle-de, has ýokary basyşlarda ulanmak mümkinçiliginiň barlygydyr. Şeýlelikde, wentilleri uly basyşlarda işleýän turbageçirijilerde oturtmaklyk maksadalaýykdyr.

Haçan-da tehnologik prosesiniň talaplaryna görä gidrawlik garşylygy has pes bolan armatura oturdylmaly bolsa, ýa-da birnäçe akymlyry dolandyrmaly bolsa, onda kranlary oturtmak maslahat berilýär.

Temperaturasyny 80°C, basyşy 1,6 MPa we şertli diametri $D_s = 2000$ mm-e çenli bolan suwuk, gaz halyndaky iýiji däl önümleriniň turbageçirijilerinde diskli ýapylar oturdylýar.

Sazlaýjy armaturalary ulanmak, kada resminamalaryň talaplaryna baglylykda, amala aşyrylýar. Goraýjy we ters klapnalary ulanmaklyk, «TDS»-iniň gullugynyň düzgünleriniň talaplaryny kanagatlandyrmalydyr.

Armaturanyň materialy saýlanylanda, ilki bilen geçiriljek önümiň düzümi, onuň poslama garşy işjeňligi, ýanyjylygy we zäherleýjiligi göz önünde tutulmalydyr.

Ýanyjy, zäherleýji, ýangyn we ýarylma howply önümler, şeýle-de gysylan gazlar üçin oturdyljak armaturalaryň materialy polatdan ýasalmalydyr.

Işçi temperaturasy -30°C-den +150°C, basyşy 1,6 MPa çenli bolan ýanyjy gazlaryň turbageçirijilerinde sozma çoyundan bolan armaturalary oturtmak rugsat berilýär, işçi temperaturasy -10°C-den +100°C, basyşy bolsa 0,6 MPa çenli bolan ýanyjy gazlaryň turbageçirijilerinde çal çoyundan bolan armaturalary oturtmak rugsat berilýär.

Önüme, işçi basyşa we temperatura dahylsyz indiki turbageçirijilerde kadalaryň talaplaryna laýyklykda, çoyun armaturalary oturtmak rugsat berilmeýär:

- a) A topara degişli bolan zäherleýji maddalary geçirýän;
- b) gysylan uglewodorod gazlaryny we gaýnama temperaturasy 48°C-den pes bolan, aňsat ýanýan suwuklyklary geçirýän;
- ç) sandyrama döremek ýagdaýy bar bolan;
- d) turbanyň diwarynyň temperaturasy 0°C-den pes bolup, ondan düzüminde suwuň buglary we beýleki doňýan suwuklyklar bar bolan gazlary geçirýän;
- e) daşky gurşawynyň temperaturasy -30°C-den pes bolup, açyk meýdançalarda ýerleşdirilýän geçiriji turbalarda.

Temperaturasy - 40°C-den pes temperaturada işleýän turbageçirijilerde legirlenen polatdan we ýörite erginlerden ýasalan armaturalar oturdylmalydyr.

Ýokary iýiji önümleri geçirmek üçin niýetlenen turbageçirijilerde poslama durnukly edilip ýasalan armaturalar oturdylmalydyr.

Armaturany el güýji bilen dolandyrmak usuly mümkin boldugyça, seýrek ulanylmaladyr. Eger-de armatura ýygy-ýygdydan ulanylmaladyr, şeýle-de tehnolo-

gik ýagdaý awtomatik dolandyrylýan şertde bolsa, onda elektrik, howa we suw bilen dolandyrylýan armaturalar ulanylmalydyr.

Daşky gurşawyň temperaturasy – 40°C-den pes bolan açyk meýdançalarda we ýokary çyglylykly guýularda, elektrik hereketlendiriji bilen dolandyrylýan armaturalary ulanmak bolmaýar.

Diametri 80 mm-e çenli bolan turbageçirijilere armaturalary hyrly birleşme bilen birikdirmek maksadalaýykdyr, sebäbi hyrly birikdirmede birleşdirmek üçin gatnaşýan elementleriň sany az bolýar, şeýle-de, olaryň gurnamasy örän ýönekeýdir. Turbageçirijileriň ulgamy ýygy-ýygydan söküp-duzmeli ýagdaýda bolsa, (mysal üçin, turbalaryň iç ýüzüni arassalap durmaly bolsa), onda turbageçirijilerde sökülýän flanesli birleşme ulanylmalydyr. Armaturany turbageçirijä birleşdirmäniň has ygtybar usuly, kebşirläp birleşdirmekdir, şol sebäpli ýanyjy, zäherleýji, ýangyn we ýarylma howply önümler geçirilýän turbalarda armaturalar kebşirläp birleşdirilmelidir.

Güýçli täsir edýän, zäherleýji maddalar we tüsseleýän kislotalar geçirilýän turbalaryň sökülýän flanesli birleşmeleriniň dykyzlandyrylýan üstleriniň gurnamasy basyşa we temperatura dahylsyz bolmalydyr.

3.6.3. Dykyzlandyryjylar, olaryň niýetlenişi we görnüşleri

Dykyzlandyryjylary taýýarlamak üçin metal we metal däl materiallar ulanylýar.

Metal materialdan ýasalan dykyzlandyryjylar ýokary temperaturalarda we uly basyşlarda işleýän enjamlaryň birleşmelerinde ulanylýar, ýöne olaryň jebisligini gazanmak üçin, uly güýç bilen birleşmäni çekdirmeli bolýar.

Metal däl materialdan bolan dykyzlandyryjylar esasan, aşakda görkezilen materiallardan taýýarlanylýar: paronit, rezin we ftoroplast. Häzirki döwürde bolsa örnäniňden ulanylýan materiallar:

a) paronit KNP (köpugurlaýyn niýetlenen paronit);

b) paronit ÝBP (ýaga, benzine durumly paronit);

ç) paronit TP (polat simler bilen torlanan paronit);

d) paronit EP(elektrolizerniý paronit) – bu materialyň düzüminiň 60÷70% asbest; 12÷15%-i kauçuk; 15÷18%-i mineral dolduryjylar we 1,5÷2%-i kükürtdir.

Paronitiň her kysymy üçin standart tarapyndan rugsat berilýän, çäkli işçi basyş we temperatura berlendir. Bu parametrlere önümiň düzümine baglylykda berilýär. Görkezilen markalaryň içinde iň berki – TP. Bu kysym paronitleri basyşy 10 MPa we temperaturasy 450°C-a çenli bolan suwly bug üçin ulanyp bolýar. Paronitiň beýleki kysymlyrnyň önümiň ululyklarynyň has pes bahalarynda ulanyp bolýar.

Metal üstleri dykyzlandyrmak üçin BR-1 kysymly material özüne uly üns döredýär. Bu materialda, suwda, benzinde, kerosinde, dizel ýangyjynda, ýaglarda

we dürli nebit önümlerinde, şonuň ýaly-da temperaturasy – 60°C-den + 200°C we basyşy 1 MPa-dan pes bolmadyk uksus kislotasynda (ýmit üçin) işleýän flanelerde ulanmak bolýar. Ýokarda görkezilen önümleriň täsirine garşy durnuklylygy we berkligi boýunça BR-1 materialy, KNP we ÝBP-den has öňde durýar. Ondan başga-da, BR-1-i gysmak üçin köp basyş gerek bolmaýar we beýleki standart paronitlere garanyňda, önümi az hapalaýar.

Paronit dykyzlandyryjylardan başga-da, rezin materialy ulanylýandyr. Ol özüniň ýokary çeyeligi bilen tapawutlanýar. Bu bolsa flanes birleşmesini az basyş bilen çekdireniňde hem dykyzlygyny üpjün etmäge mümkinçilik berýär. Aşa artykmaç çekdirmek reziniň ulanylyş häsiýetlerini ýaramazlaşdyrýar.

Jebislendiriji edip, adaty list görnüşli, içinden ýüplük geçmedik tehnik rezin ulanylýar (içinden geçýän ýüplik reziniň dykyzlaşdyrma häsiýetini ýaramazlaşdyrýar). Rezin dykyzlandyryjylar esasan, önümiň aşakdaky parametrleri üçin ýasalýar:

- a) $t = -30$ -dan + 50°C-e çenli – kislota-aşgarly önümlere durnukly;
- b) $t = -35$ -dan + 90°C-e çenli – ýylylyga durnukly rezin;
- ç) $t = -45$ -dan + 50°C-e çenli – sowuga durnukly rezin;
- d) $t = -30$ -dan + 50°C-e çenli – ýaga, benzine durnukly rezin.

Tehniki rezin plastina ýa-da top görnüşinde taýýarlanylýar we onuň ini 200÷1650 mm, uzynlygy 250÷1000 mm we galyňlygy bolsa 0,5÷50 mm bolýar.

Ftoroplast – 4 materialdan bolan dykyzlandyryjy. Bu material islendik eredigilerde eremeyär hem-de çişmeyär. Bu materialy $t = -195$ °C-den + 200°C-e çenli temperaturada ulanyp bolýandyr. Ftoroplast – gysylmazak we pes maýyşgaklygy bilen tapawutlanýar. Taýýarlanylýan materialyň ölçegleri: 25×25 mm-den 500×600 mm-e çenli bolup, onuň galyňlygy 0,8÷2 mm aralygyndadyr.

Ftoroplast – 4 esasynda ýörite dykyzlandyryjy material FUM taýýarlanylady. Bu hem ftoroplast – 4 ýaly poslama garşy durnukly häsiýetde bolup, armaturalaryň salnigini dykyzlandyrmak üçin niýetlenendir.

Metal dykyzlandyryjylar – bular tekiz halka görnüşinde bolup, list görnüşindäki ýa-da fasonly halka görnüşindäki turbalardan taýýarlanylýar. Soňkulara linza görnüşli tekiz we linza görnüşli granly halkalar degişlidir. Bular esasan, uly basyşda we temperaturada işleýän flanes birleşmelerinde giňden ulanylýandyr.

Flanes birleşmeleriniň dykyzlandyryjlary aşakdaky esasy talaplary kanagatlandyrmalydyr:

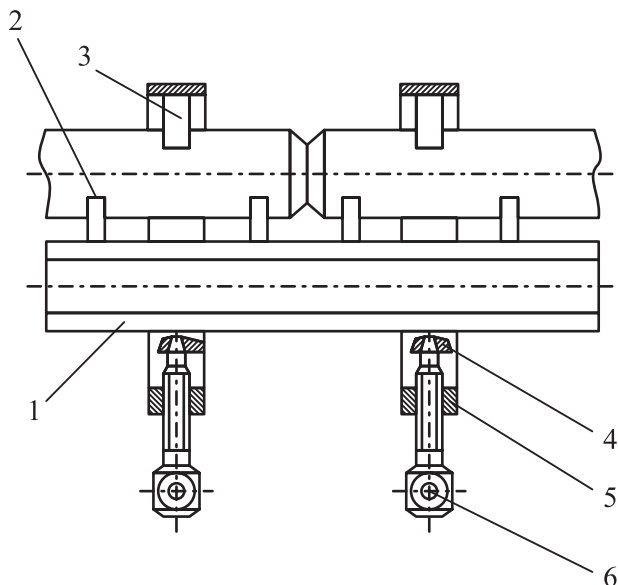
- a) flanes birleşmesi çekdirilende, jebislendirilýän üstleri doly derejede dykyzlandyrmalydyr;
- b) ulanylyş döwründe deformasiýalar ýüze çykanda, dykyzlandyryjy öz jebisligini doly derejede saklamalydyr;
- ç) ulanylyş döwründe dykyzlandyрма häsiýetini mümkin boldugyça, uzak wagat saklamalydyr.

3.6.4. Turbageçirijileriň gurnalýşy we olaryň ulanylyşy

Tehnologik turbageçirijileri gurnamagyň göwrümi umumy gurnag işleriniň göwrüminiň köp bölegini tutýandyr we himiýa önümçiliginde 35÷40%-ni, nebiti gaýtadan işleýän kärhanalarda 55÷60%-ni tutýandyr.

Turbageçirijileri gurnamazdan ozal, turbalary taýýarlaýan sehlerde taýýarlaýyş işleri geçirilýändir. Bu ýerde bellik etmek, kesmek we turbalary egretmek, turbalaryň uçlaryny mehaniki işlemek, ötükleri deşmek, turbageçirijileriň elementlerini ýygnamak we kebşirmek, ýygnaýan bölekleri synag etmek we kysymalaryny bellemek işleri geçirilýändir.

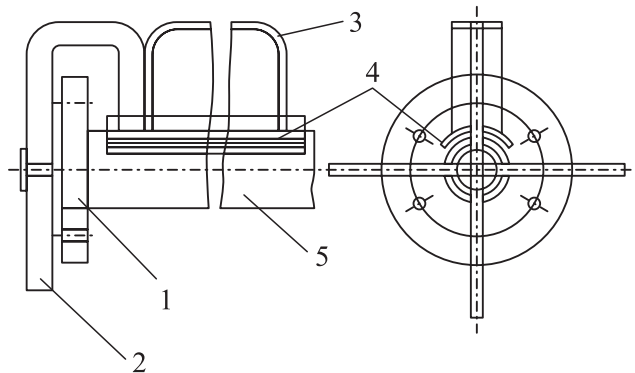
Turbalary kebşirmek ýörite diwarlarda gurallaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Dürli diametrdäki turbalar kebşirlenende, olary merkezleşdirmek ýörite guralyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär (3.18-nji surat). Merkezleşdirmiş geçirilende, hamytyň (5) ölçegini wint (6) bilen sazlaýarlar, soňra turbalary merkezleşdirmiş direg (2) we gysyjy (3) prizmalaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.



3.18-nji surat. Turbalary merkezleşdirmişde ulanylýan gural:

*1 – rama; direg prizması; 2 – direg prizması; 3 – gysyjy prizma;
4 – söýeg; 5 – hamyt; 6 – turba*

Turbageçirijileriň bölekleri gurnalanda, köplenç, turbalara flanesleri birleşdirmeli bolýar. Bu ýagdaýda flanesiň dykzlandyrylýan üst ýüzi tirbanyň okuna perpendikulýar saklanymalydyr. Bu maksat bilen ulanylýan gural 3.19-njy suratda görkezilendir. Turbanyň okuna flanesiň perpendikulýarlygy bir wagtda iki sany özara perpendikulýar tekizliklerde barlanylýandyr, ýagny gözegçilik edilýän atanaýyň (2) we flanesiň (1) aralygynyň ysnyny şup bilen ölçeyärler.



3.19-njy surat. Turba bilen flanes merkezleşdirilende ulanylaýan gural:

1 – flanes; direg prizması; 2 – gözegçi atanak; 3 – tutawaç; 4 – burçluk; 5 – turba

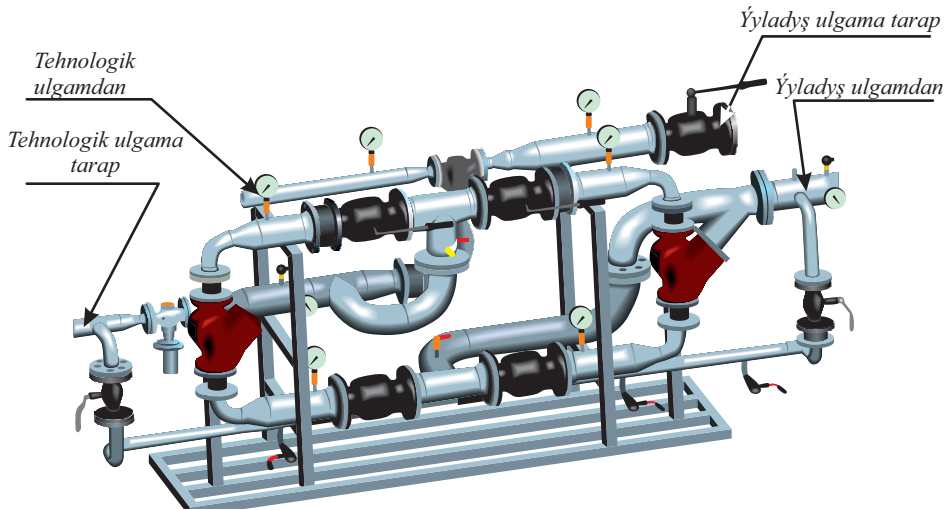
Turbalary kesmekde diskli, pyçakly ýa-da tokar stanoklary ulanylýar. Şeýle-de, gaz ýaly gurluşlar we abraziw bölekler bilen baglanyşdyrylan diskli maýatnik byçgyly ulanylýandyr. Turbalarda kesmek işleri tamamlanandan soň, olaryň uçlary we ötükleriniň guralary ýörite stanoklarda ýa-da göçürilýän pnewmo we elektrik ýylmaýjy maşynlar bilen işlenilýändir. Diametri 200 mm çenli bolan turbalar ýörite turba egredijileriň kömegi bilen sowuk ýagdaýynda egredilýändir, diametri 200 mm-den uly bolan turbalar gyzdyrylyp egredilýändir. Turbada egreltme prosesi geçirilende, onuň diwarlarynyň deformasiýasyny peseltmek üçin (egrime tolkun düşmez ýaly) turbalaryň içi gury çäge bilen doldurylýandyr.

Turbalar we turbageçirijileriň şaýlary (detallary) ýygnalmazdan ozal hapalardan arassalanylýar we gysylan howa bilen üflenilýär. Daş ýüzi çalgy ýagy bilen örtülen şaýlar (detallar) aşakdaky usullar bilen arassalanylýandyr: mineral ýagy bilen doldurylan kameralarda ýa-da wannalarda 100÷120°C temperatura çenli gyzdyryp, soňra uaýt spirti ýa-da benzin bilen süpürmek usuly bilen; gyzgyn suw ýa-da güýçli eredijiler bilen ýuwmak usuly.

Turbageçirijiler gurnalanda, turba göterijiler, kranlar, tallar we beýleki ýük göteriji mehanizmler ulanylýandyr. Seh içiniň turbageçirijileri montaj edilende kebşirlenen seplere, flanesli birleşmelere, armaturaly birleşmelere gözegçilik etmek amatly bolar ýaly, olar direglerden 50 mm daşlykda oturdylmalydyr. Turbageçirijiler äpişgeleriň we gapylaryň oturdylyjak ýerlerini kesip geçmeli däl. Şeýle-de, ol ýerlerde armaturalar, flanesli we hyrly birleşmeler oturdylmaly däl. Diwary göni geçip gidýän turbalar hökmany her tarapa 50÷100 mm çykýan «peşeňlerde» oturdylmalydyr. «Peşeňler» ilki bilen turba geýdirilip, soňra bolsa diwara suwalmalydyr.

Häzirki döwürde enjamlary turbageçirijiler bilen bloklaýyn gurnama giňden ulanylýar. Muňa gurnamanyň iri bloklaýyn usuly diýilýär (3.20-nji surat). Ýagny gurnalmany enjam ýa-da turbageçirijili toplum, taýýarlan zawod tarapyndan gurnama meýdançasyna doly ýygnalan görnüşinde iberilýär.

Gurnama işleri tamamlanandan soň, turbageçirijiler dykyzlyga we berklige gidrawlik ýa-da pnevmatik synagdan geçirilmelidir. Gidrawlik synag geçirip bolmaýan ýagdaýlarda, pnevmatik synag geçirilýändir, mysal üçin, daşky gurşawuň temperaturasy 0°C-den pes bolan ýagdaýynda ýa-da gurnama meýdançasynda suw üpjünçiligi bolmadyk ýagdaýynda. Turbageçiriji synag basyşynda 5 minut saklanylýar, soňra basyş işçi basyşa çenli düşürilýär we turbageçiriji gözden geçirilýär, çekiş bilen kebşirlenen sepler kakylp görülýär. Ýüze çykarylan kemçilikler turbageçirijide hek ýa-da reňk bilen belenilýär we soňra kemçilikler bejerilýär. Turbageçirijide geçirilen synag haçan-da synag döwründe basyş pese düşmese, kebşirlenen seplerde, flanesli we beýleki birleşmelerde syzylma ýüze çykmanyk bolsa, kanagatlanarly hasap edilýär.



3.20-nji surat. Turbageçirijini bloklaýyn gurnamanyň shemasy

3.7. Suwuklygy we gazy göçüriji hem-de gysyjy maşynlar. Sorujlaryň esasy ululyklary we gurnamalary

Soruju – bu maşyn bolup, suwuklyklary göçürmek üçin niýetlenendir. Sorujylar aşakdaky görkezijiler boýunça toparlara bölünýärler:

- a) Täsir ediş usuly boýunça – perli, göwrümlü we çüwdürimli.
- b) Niýetlenişi boýunça: perliler 10 synpa; göwrümliler 10 synpa bölünýärler. Synplar öz gezeginde toparlara bölünýärler.
- ç) Gurnamasy boýunça:
 - işçi tigrin perleriniň kysymlary boýunça. Bular perleriniň beýikligi boýunça kelteldilen hem-de perleri yza, öňe egredilen bolýarlar (şol bir kysymdaky sorujylaryň öndürijiliginiň we badynyň täsirine giňeldýärler);

- tigriň gurnamasy boýunça – bir we ikitaraplaýyn bolýar;
- tigriň sany boýunça (bir we köp başgançakly);
- walyň ýerleşşi boýunça – kese ýa-da dik;
- gabaranyň gurnalyş görnüşi boýunça.

Sorujylaryň işini häsiýetlendiriji esasy ulylyklar: öndürijilik, bat, basyş we maşynlaryň işçi enjamlary tarapyndan akyma berilýän energiýa bolup durýar. Öndürijilik – bu wagt birliginde maşyn tarapyndan göçürilýän suwuklygyň göwrüm möçberidir. Öndürijilik adaty, Q bilen belgilenýär. SI ulgamynda massa boýunça öndürijilik diýen düşünje hem girizilen, ýagny wagt birliginde maşyn tarapyndan berilýän suwuklygyň ýa-da gazyň massasydyr. Belgilenişi – M . $M = \rho \cdot Q$; ρ – önümiň dykzlygy, $[kg/m^3]$. Sorujynyň öndürijiligi, onuň ölçegleri, işçi enjamlarynyň hereketiniň tizlikleri we sorujynyň birikdirilen torunyň häsiýeti bilen kesgitlenilýär.

Sorujynyň basyşy. TDS 17398-72-ä baglylykda, sorujynyň basyşy diýlip, aşakdaky baglanyşyklykdan kesgitlenilýär:

$$\Delta P = P_{ah} - P_{baş} + \rho \frac{g_{ah}^2 - g_{baş}^2}{2} + \rho g (Z_{ah} - Z_{baş}). \quad (3.19)$$

Bu ýerde: P_{ah} we $P_{baş}$ – çykymdaky we girimdäki basyşlar, Pa;

ρ – sorujynyň içinden geçýän önümiň dykzlygy, kg/m^3 ;

v_{ah} we $v_{baş}$ – sorujynyň çykymynda we giriminde önümiň tizlikleri, m/s;

Z_{ah} we $Z_{baş}$ – sorujynyň çykymynyň we giriminiň kesimleriniň merkezleriniň ýerleşýän beýiklikleri, m;

g – erkin gaçmanyň tizlenmesi, m/s^2 .

Sorujynyň bady. Gidromehanikanyň esasy kanunlaryna baglylykda, badyň fiziki manysyna düşüneliň. Sorujy tarapyndan sorulýan suwuklyk käbir beýiklige galdyrylar. Bu beýiklige gidromehanikada *doly bat* diýilýär we aşakdaky gatnaşykda kesgitlenilýär:

$$H_{baş} = \frac{P_{baş}}{\rho \cdot g} + \frac{g_{baş}^2}{2 \cdot g} + Z_{baş}. \quad (3.20)$$

Edil şonuň ýaly çykalgadaky turbada hem doly bat bolar:

$$H_{ah} = \frac{P_{ah}}{\rho \cdot g} + \frac{g_{ah}^2}{2 \cdot g} + Z_{ah}. \quad (3.21)$$

Sorujy tarapyndan öndürilýän doly bat (1) deňlemä baglylykda bolar:

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g}. \quad (3.22)$$

Sorujdaky statiki bat (akymyň kinetiki energiýasynyň ösüşini göz önünde tutmaýan statiki bat) aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$H_{ST} = \frac{P_{ST}}{\rho \cdot g}, \quad (3.23)$$

bu ýerde:

$$P_{ST} = P_{ah} - P_{baş} + \rho g (Z_{ah} - Z_{baş}). \quad (3.24)$$

Sorujynyň kuwwaty. Sorujynyň işçi enjamlary (perleri, porşenleri) akymyň içinde işleýärler we akymyň energiýasyny ýokarlandyrýarlar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, sorujynyň walyna üznüksiz energiýa berlip durulmaly. Bu energiýa bolsa ýeterlik derejedäki kuwwatly hereketlendiriji (dwigatel) tarapyndan berilmelidir.

Sorujylarda kuwwatyň iki görnüşi tapawutlandyrylýar:

a) sorujynyň peýdaly kuwwaty (NPK);

b) sorujynyň kuwwaty.

NPK – bu sorujy tarapyndan önüme berilýän kuwwat (sekunddaky energiýa) bolup durýar we aşakdaky baglanyşykdan kesgitlenilýär:

$$N_p = \frac{Q \cdot P}{1000} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000}, \quad (3.25)$$

bu ýerde: Q – öndürijilik, m^3/sag ; H – sorujynyň doly bady, m.

Hereketlendiriji tarapyndan sorujynyň walyna berilýän (N) kuwwata, *sorujynyň kuwwaty* diýilýär. MKGSS ulgamynda peýdaly kuwwat aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$N_p = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102}. \quad (3.26)$$

Bu ýerde: Q – öndürijilik, m^3/sag ;

H – sorujynyň doly bady, m;

γ – suwuklygyň udel agramy, N/m^3 .

Sorujynyň PTK-sy. Merkezden daşlaşýan sorujylarda ýitgileriň indiki görnüşleri bolýar: gidrawlik, göwrümleýin we mehaniki.

a) *Gidrawlik PTK.* Sorujynyň hereket edýän we hereket etmeýän ähli işçi şaýlarynyň üstünden suwuklyk akymy hereket edende, badyň ýitgisi bolýar, bu ýitgä gidrawlik ýitgiler diýilýär. Bu ýitgiler suwuklygyň sorujynyň ýollarynyň diwarlaryna sürtülmesiniň esasynda döreýän badyň ýitgisinden we suwuklygyň sorujynyň dürli elementlerinden geçende, tüweleýiň emele gelmeginiň netijesindeki ýitgilerden durýandyr.

Sorujynyň hakyky bady (H), bu sorujynyň işçi tigriniň nazary badyndan (H_{naz}) gidrawlik ýitgileriň (h_g) aýrylmagyna deňdir. Şeýlelikde, sorujynyň gidrawlik PTK-sy aşakdaky ýaly bolar:

$$\eta_g = \frac{H}{H_{naz}} = \frac{(H_{naz} - h_g)}{H_{naz}}. \quad (3.27)$$

Bu ýerde: H – sorujynyň bady, m;

H_{naz} – işçi tigriniň nazary bady, m;

h_g – gidrawlik ýitgiler, m.

Gidrawlik PTK-nyň bahasy suwuklygyň galtaşýan üstleriniň nätekizligine (büdürligine) baglydyr.

Gidrawlik PTK-nyň bahasyny sorujynyň hasaplanýan kadalary üçin, A. I. Mihaýlow we W. W. Malýuşenko tarapyndan indiki deňleme boýunça kesgitlemek teklipl edilýär:

$$\eta_g = 0,7 + 0,0838 \cdot \log D_0, \quad (3.28)$$

bu ýerde D_0 – suwuklygyň işçi tigre giriminiň diametri, mm.

Sorujyda suwuklygyň galtaşýan üstleriniň ýüzüniň nätekizligini (büdürligini) işlemegiň hilini ýokarlandyrmak bilen, sorujynyň gidrawlik PTK-ny ýokarlandyrmak mümkindir.

b) *Göwrümleýin PTK*. Sorujynyň aýlanýan we hereket etmeýän şaýlarynyň aralyklaryndaky ýşlardan syzylýan suwuklyga *göwrümleýin ýitgiler* (ΔQ) diýilýär. Bular sorujyda suwuklygyň çykymyndaky we girimindäki statiki basyşlarynyň aratapawudynda ýüze çykýarlar we işçi tigr tarapyndan berilýän bat bilen deňşdirilende, çykýan badyň peselmegine eltýär, bu bolsa öz gezeginde sorujynyň umumy PTK-nyň peselmegine eltýändir. Sorujynyň aýlanýan we aýlanmaýan şaýlarynyň arasyndaky ýşlaryň kiçeldilmegi bilen, ΔQ ýitgiler hem azalýar. Emma gurnalýş sebäplere we sorujynyň ulanylyş şertlerine baglylykda, şaýlaryň aralygynyň ýşlaryny düýpli kiçeltmek mydama mümkin hem-de maksadalaýyk bolmaýar.

Şeýlelikde, sorujynyň şaýlarynyň dykyzlandyrylýan ýşlaryndan suwuklygyň syzylmasyny hasaba almak bilen, sorujynyň göwrümleýin PTK-sy bolar:

$$\eta_{göw} = \frac{Q}{(Q + \Delta Q)}, \quad (3.29)$$

bu ýerde: Q – sorujynyň öndürilijiligi, m^3/s ; ΔQ – sorujynyň şaýlarynyň dykyzlandyrylýan ýşlaryndan syzylýan suwuklygyň möçberini, m^3/s .

Sorujynyň hasaplanýan kadasy üçin, A. A. Lomakin indiki deňleme boýunça göwrümleýin PTK-ny kesgitlemegi teklipl edýär.

$$\eta_{g\ddot{ö}w} = \frac{1}{(1 + 0,68 \cdot n_s^{-2/3})}, \quad (3.30)$$

bu ýerde n_s – sorujynyň tiz aýlanma koeffisiýenti, aýl/min.

ç) *Mehaniki PTK*. Sorujynyň işçi tigriniň şeýle-de salnikli dykyzlandyryjynyň we podşipnikleriň suwklyga sürtülmesinden düzülen ýitgä mehaniki ýitgiler diýilýär.

Işçi tigriniň daş üstleriniň suwklyga sürtülmesiniň esasynda döreýän ýitgileri ýa-da disk ýitgilerini (ΔN_{meh}) indiki deňleme bilen kesgitläp bolýar:

$$N_{D,S} = 1,13 \cdot 10^{-5} \cdot u_2^3 \cdot D_2^2, \quad (3.31)$$

bu ýerde u_2 – aýlanma tizligi, m/s; D_2 – diskiň diametri, m.

Salnikli dykyzlandyrmanyň we podşipnikleriň suwklyga sürtülmesinden döreýän ýitgi, sorujynyň sarp edýän kuwwatynyň takmynan 2÷4%-i tutýar. Bu görkeziji uly kuwwatly sorujylarda has hem uludyr. Onda sorujynyň mehaniki PTK-sy şu aşakdaky ýaly bolar:

$$\eta_{meh} = 1 - \frac{\Delta N_{meh}}{N}, \quad (3.32)$$

bu ýerde N – sorujynyň sarp edýän kuwwaty, kWt.

Sorujynyň hasaplanýan kadalary üçin (suwda işlän ýagdaýynda) mehaniki PTK-ny kesgitlemekde A. A. Lomakin tarapyndan indiki deňleme teklip edilýär:

$$\eta_{meh} = \frac{0,97}{1 + \frac{n_s^2}{820}}. \quad (3.33)$$

Işçi tigriniň daş üstleriniň we gabaranyň şolara garşy üstleriniň işleniliş hilini ýokarlandyrmak bilen (esasan-da tiz aýlanma koeffisiýenti (n_s) pes bolan sorujylarda), mehaniki PTK-ny ýokarlandyrmak mümkindir.

ç) Sorujynyň doly PTK-sy – bu sorujynyň gidrawlik, göwürümleýin we mehaniki PTK-nyň köpeldilmeginiň jemine deňdir. Onda sorujynyň doly PTK-sy aşakdaky görnüşde bolar:

$$\eta = \frac{N_p}{N} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot N} = \eta_g \cdot \eta_{g\ddot{ö}w} \cdot \eta_{meh}. \quad (3.34)$$

Häzirki döwürde merkezden daşlaşýan sorujylaryň doly PTK-sy $\eta = 0,75 \div 0,92$ aralykda bolýar.

3.7.1. Merkezden daşlaşýan sorujylar

Merkezden daşlaşýan sorujylar önümçiliklerde suwuklygy göçürmek üçin niýetlenen bolup, ol sorujylaryň içinde iň köp ýaýranydyr. Olaryň içinden iň köp ulanylýany *K* kysymly sorujylardyr. Bu sorujylar bir basgançakly sorujylaryň iň ýönekeý görnüşi bolup, temperaturasy $t \leq 85^{\circ}\text{C}$ bolan iýiji däl, arassa suwuklyklary göçürmek üçin niýetlenendirler.

Sorujy işe goýberilmezden öň suwdan doldurylyp, işçi tigriň aýlanmaklygy bilen, merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri astynda pilçeleriň periferiýasy boýunça spiral kameranyň üsti bilen çykaryş turba zyňylýar. Şonuň üçin tigriň girelgesinde, şol ýerdäki soruş turbada suwuň seýkeklenmesi bolup, sorulma peýda bolýar.

Netijede, soruş turbasynyň üsti bilen sorujyda üznüksiz sorulma bolýar we sorujy şol soran suwuklygyny çykaryş turbadan üznüksiz itekläp çykarýar.

Gidrawlik garşylygy kiçeltmeklik üçin turbadaky suwuň herket tizligini çäklendirilýär. Eger-de burum görnüşli kameranyň çykýan ýerindäki suwuklygyň tizligi uly bolsa, onda gabaradaky çykaryş patrubka harçlaýjy bolup durýar. Bu patrubkanyň kese kesiginiň ulalmaklygy bilen, tizlik peselip, basyş ulalýar netijede, bu ýerde kinetik energiýa kuwwatly energiýa öwrülýär.

Merkezden daşlaşýan sorujylaryň toparlary:

Merkezden daşlaşýan sorujylar aşakdakylara bölünýär.

1. İşçi tigriň sany boýunça: a) bir tigrirli (bir basgançakly) (3.21; 3.22 we 3.23-nji suratlar) sorujyda basyşy ýokarlandyrmak üçin işçi tigriň aýlaw ýygylgyny ulaltmaly, aýlaw ýygylk bolsa, tigriň berkligini (pugtalygyny) çäklendirýär, bir tigrirde 40÷50 m-den uly bolmadyk bady döredip bolýar. b) Köp tigrirli (köp basgançakly), uly bat üçin birnäçe tigrir bir walda umumy gabarada aýlanýar. Bu sorujylarda suwuklyk soruş patrubka arkaly tigriň merkezine berilýär, bu tigriň periferi arkaly indiki tigriň merkezine berilýär we ol çykaryş patrubka çenli gaýtalanýar. Köp tigrirli sorujynyň öndürilijligi hem bir basgançakly, şol bir ölçegde, şol aýlaw sanda bolýar. Köp basgançakly sorujynyň bady her tigriň ösüş badynyň jemine deňdir. Tigriň sany 10÷12 aralykda bolýandyr;

2. Bady döredip biljiligi boýunça: a) pes batly (20÷60 metre çenli); b) orta batly (20÷60 metre çenli); ç) ýokary batly (60 metrden ýokary);

3. İşçi tigre beriliş usuly boýunça: a) Bir taraply berişli; b) iki taraply berişli;

4. Sorujynyň walynyň ýerleşigi boýunça: a) kese; b) dik;

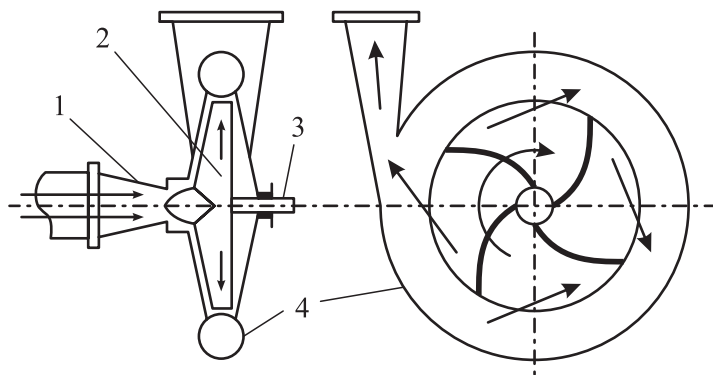
5. Gabaranyň aýyrylyş usuly boýunça: a) kese; b) dik.

6. Hereketlendirijiniň birleşdiriliş usuly boýunça: a) kemerli geçiriş; b) muftaly birleşme.

7. Niýetlenilişi boýunça: a) suw geçiriş; b) lagym üçin; ç) önümçilik-tehniki;

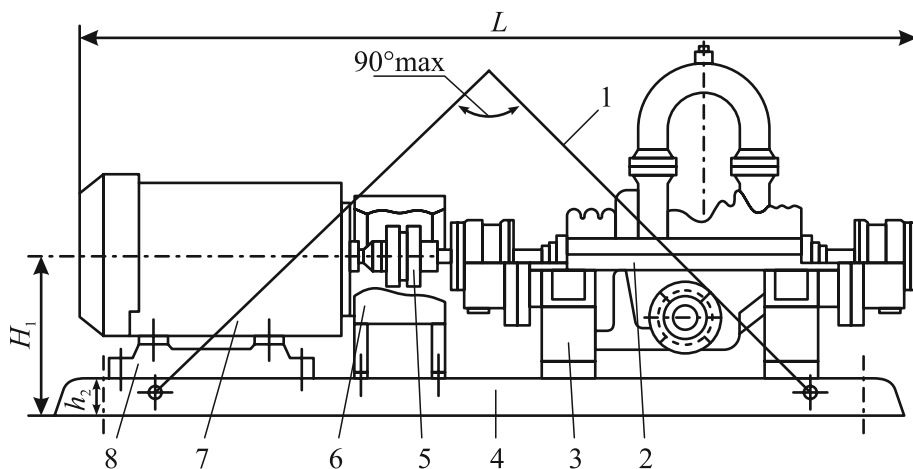
d) ýer-soruş;

e) gyrmança.



3.21-nji surat. Bir tigirli (bir basgançakly) merkezden daşlaşýan sorujynyň gurnamasy:

1 – suwuklygyň girimi; 2 – işçi tigir; 3 – rotor; 4 – suwuklygyň çykymy



3.22-nji surat. Bir tigirli merkezden daşlaşýan sorujy:

*1 – polat tanaplar (elektrik sorujy enjamlar gurnalanda, polat tanapyň dakylşy);
2 – sorujy; 3 – sorujynyň diregi; 4 – esas plitasy; 5 – birleşdiriji ýarym muftalar;
6 – gorag germewi; 7 – elektrik hereketlendiriji; 8 – elektrik hereketlendirijiniň diregi*

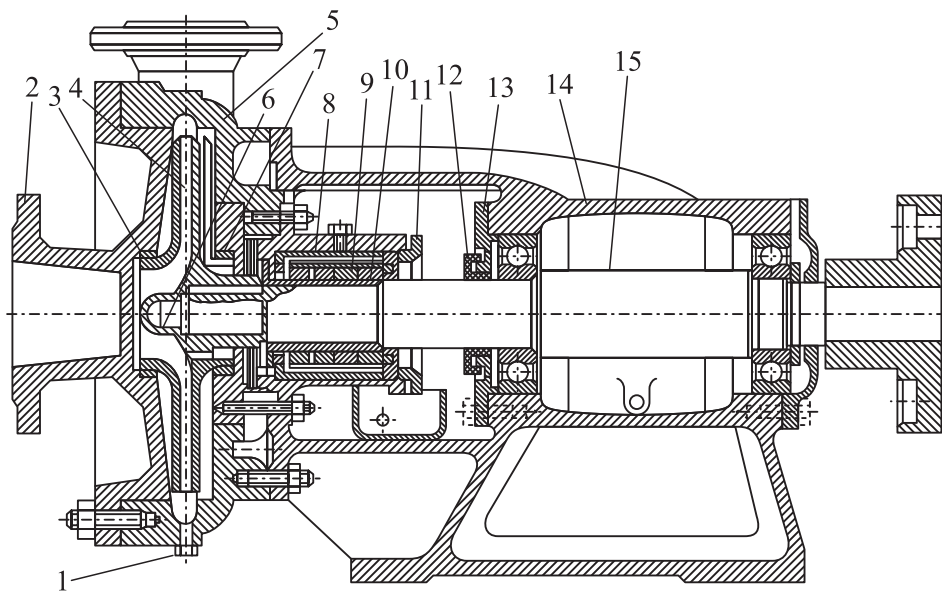
Merkezden daşlaşýan sorujynyň gurnamasy (3.23-nji surat):

Merkezden daşlaşýan sorujynyň gurnamasy esasan, aşakylardan ybaratdyr:

Dyky (1). Sorujy öçürilen wagty gabarada galan suw poslama döretmezlik üçin dyky açylyp galan suw aýrylýar.

Soruş patrubkasy (2). Bu patrubkadan suwuklyk işçi tigre berilýär, we spiral görnüşli gabara bilen birleşdirilýär, şeýle-de, ol öz gezeginde gabygyň gapagy bolup durýandyr.

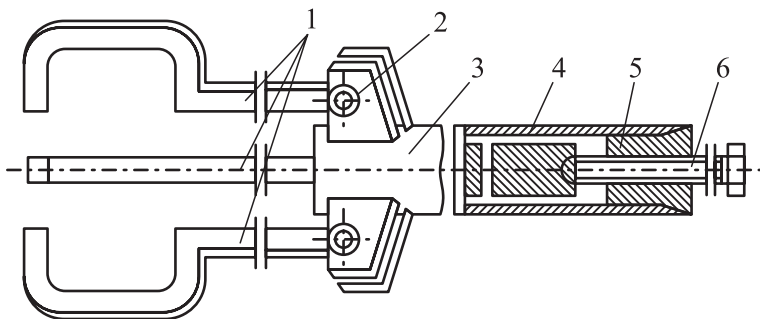
Dykyzlandyryjy halkalar (3,7). Metal we metal däl materiallardan ýasalan halkalar ýşlary dykyzlandyrmak üçin niýetlenilýändir.



3.23-nji surat. Merkezden daşlaşýan sorujynyň gurnamasy:

1 – dyky; 2 – soruş patrubbkasy; 3,7 – dykzlandyryjy halkalar; 4 – işçi tigr; 5 – sorujynyň gabarasy; 6 – işçi tigri berkidiji nurbat; 8 – dykzlandyryjynyň gabarasy; 9 – dykzlandyryjylaryň toplumy; 10 – waly gorajjy wtulka; 11 – dykzlandyryjynyň gapagy; 12 – serpidiriji; 13 – podşipnigiň gapagy; 14 – kronşteýn; 15 – sorujynyň waly

Işçi tigr (4). Bu sorujylarda işçi tigriň gurnamasy birtaraplaýyn girelgeli bolýar. Materialy legirlenen polat, guýlup we kebşirlenip ýasalýar, ýagny poslama durukly materialdan ýasalýar. Işçi tigr wala gaýka (6) bilen berkidilýär we walda sponka bilen oturdylýar. Işçi tigriň zaýalanmagy, esasan hem, garyndyly suwuklyk göçürilende, şonuň ýaly-da tigr bilen gabaranyň arasynda ýeterlik derejede ýşyň galmazlygy sebäp bolýandyr. Işçi tigr waldan ýörite çykaryjynyň (3.24-nji surat) kömegi bilen ýuwaşja urup çykarylmalýdyr. Işçi tigriň kemçiligi (defekti) gaty täsirli bolmasa, ol bejerilýär we tokar stanogynda işlenilýär. Gaty zaýаланан tigrler tázelenýär (her bejergiden soň işçi tigr deňagramlylaşdyrylmalydyr).



3.24-nji surat. Işçi tigri waldan çykaryjy gural:

1 – tutujylar; 2 – nurbat; 3 – gabara; 4 – direg; 5 – wtulka; 6 – nurbat

Sorujynyň gabarasy (5). Sorujynyň gabarasy içinden geçýän suwuklygyň häsiýetine baglylykda, çöýundan ýa-da poslama durnukly polatlardan ýasalýar.

Dykyzlandyryjynyň gabarasy (8). Wal bilen gabarasynyň aralygyndaky yşdan suwuklygyň syzylmazlygy üçin ýumşak ýa-da gapdal dykyzlandyryjylary ýerleşdirilýän gabara.

Dykyzlandyryjynyň toplumy (9). Ýumşak ýa-da gapdal dykyzlandyryjylaryň toplumy.

Waly goráýjy wtulka (10). Ýumşak ýa-da gapdal dykyzlandyryjylar tarapyndan waly sürtülme iýilmeden goramak üçin niýetlenilýär.

Sorujynyň waly (15). Materialy uglerodly ýa-da legirlenen polatdan alynýar, walyň esasy kemçiligi, okuň gýşarmagy, hyryň we şponkalaryň oturýan kanallarynyň zaýalanmagy hem-de jaýryklaryň emele gelmegi bolup durýar. Sorujynyň waly oturdylandan soň, elektrik hereketlendirijiniň waly bilen merkezleşdirilmelidir.

3.8. Kompresorlaryň görnüşleri

Kompresorlar – bular maşyn bolmak bilen, gazlary gysmak we göçürmek üçin niýetlenendirler. Kompresorlar hereketlendirijiden berilýän mehaniki energiýanyň hasabyna işleýärler, şol sebäpli hem kompresorlary önümçilige ornaşdyrmak diňe bir olaryň nazary ösüş derejesine bagly bolman, eýsem olara degişli hereketlendirijilere hem baglydyr. Ilkinji porşenli kompresor 1765-nji ýylda Polzunow tarapyndan oýlanyp tapylyp, gurnalan hem bolsa, Ýewropada onuň önümçiligi XIX asyryň ortalaryna başlady.

Häzirki döwür kompresor maşyn-gurluşygy tarapyndan öndürilijiligi $0,02 \div 27\,000 \text{ m}^3/\text{min}$, gysyp çykarýan basyşy 250 MPa çenli we kuwwaty $0,1 \div 40\,000 \text{ kWt}$ bolan kompresorlaryň 530-dan gowrak görnüşi öndürilýär. Kompresorlary ulanmaýan önümçilik pudagy ýokdur. Mysal üçin, Russiýanyň elektrik stansiýalarynyň öndürýän ähli elektrik energiýasynyň takmynan 15% kompresorlaryň hereketlendirijilerine harçlanýandyr.

Kompresorlaryň has köp ulanylýan ýerleri himiýa we nebit-himiýa önümçilikleridir. Mysal üçin, ammiagyň sintezinde gazlary 32÷70 MPa çenli, polietileniň önümçiliginde 250 MPa-dan hem uly basyşa çenli gazlary gysmaly bolýar. Metanolyň, kauçugyň, emeli suwuk ýangyjyň önümçiliginde ulanylýan gazlaryň basyşy on we yüzlerçe MPa bilen ölçenilýändir. Emeli sowugy ulanmakda himiýa önümçiligi birinji ýerde durýar. Emeli sowugy öndürmek bolsa, düzüminde kompresorlar bar bolan sowadyjy maşynlar bilen amala aşyrylýar.

3.8.1. Kompresorlaryň görnüşleri we ulanylýan ýerleri

Kompresorlar täsir ediş esaslary, gurnalyş ýerine ýetirilişi, işçi basyşlary we beýlekiler boýunça kysymlara bölünýärler.

Täsir ediş esaslary boýunça kompressorlar göwrümlü (hereketsiz täsirli), pilçeli (dinamiki täsirli) we termokompressorlara bölünýär.

Kinetiki nazaryete baglylykda, gazyň basyşy üst birligine düşýän molekulalaryň wagt birligindäki urgylarynyň sany bilen kesgitlenilýär we bu urgularyň güýçlüligine baglydyr.

Urgylaryň sany gazyň göwrüm birligindäki molekulalaryň konsentrasiýasyna baglydyr. Urgylaryň güýçlüligi bolsa, gazyň molekulalarynyň tizligi bilen baglanyşyklydyr, ol bolsa öz gezeginde temperatura baglydyr.

Üst birligine düşýän molekulalaryň urgylarynyň sanyny köpeltmek bilen, ýagny molekulalary biri-birine ýakynlaşdyrmak (göwrüm birligine düşýän molekulalaryň sanyny köpeltmek bilen), molekulalaryň hereket tizligini mehaniki ýol bilen ýokarlandyryp, soňra bolsa akymy togtatmak hem-de gazyň temperaturasyny ýokarlandyrmak bilen basyşy ýokarlandyrmak mümkindir.

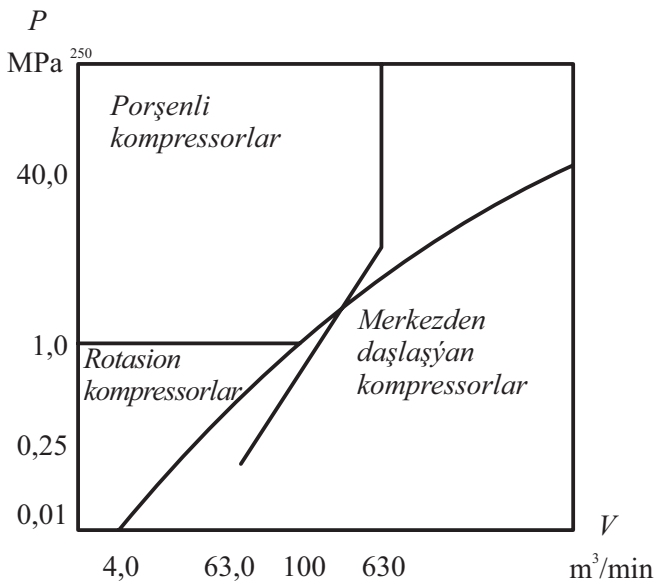
Içi gazly ýapyk giňişligiň göwrümini kiçeltmek, gazyň akymynyň tizligini ýokarlandyryp, soňra bolsa ony togtatmak bilen, molekulalary ýakynlaşdyrmak mümkindir.

Birinji esas, gazyň üznüksiz akymynyň ýoklygy we işçi prosesleriň döwürleýindigi bilen häsiýetlendirilýän göwrümlü kompressorlarda amala aşyrylýar.

Ikinji esas, gaz akymynyň we işçi prosesleriň üznüksizligi bilen häsiýetlendirilýän perli kompressorlarda amala aşyrylýar.

Termokompressorlary peýdalanmak bilen, temperaturany galdyrmagyň hasabyna basyşy ýokarlandyrmak, önümçilikde giň gerim almadý.

Düzgüt ýerine ýetirilişi boýunça göwrümlü kompressorlar porşenli we rotorly kompressorlara bölünýärler.



3.25-nji surat. Kompressorlaryň basyşa we öndürijiligine baglylykda ulanylýän ýerleri

Porşenli kompressorlar öz gezeginde egri-şatunly mehanizmli we porşeni erkin hereketli kompressorlara bölünýärler. Rotorly kompressorlar rotasion plastinaly, burumly, suwuklyk-halkaly we togalanýan porşenli kompressorlara bölünýärler.

Işçi basyşy boýunça (basyşy ýokarlandyryş derejesi boýunça, $N = \rho_{bad}/\rho_{sor}$ kompressorlara ($N = 2,5\div 2500$), gazy üfleýjilere ($N = 1,1\div 4$), wentilýatorlara ($N = 1\div 1,15$) we wakuum sorujylara ($p_k = 1,1$ MPa, $N = 1\div 50$) bölünýärler.

Kompressorlaryň seredilen kysymlarynyň hersini aýratynlykda basgançaklarynyň sany, öndürjiligi, döredýän basyşy, düzgüt ýerine ýetirilişi, gysýan gazynyň düzümi, hereketlendirijisi we beýlekiler boýunça hem kysymlara bölmek mümkindir.

3.25-nji suratda kompressorlaryň dürli kysymlarynyň ulanylýan ýerleri görkezilendir.

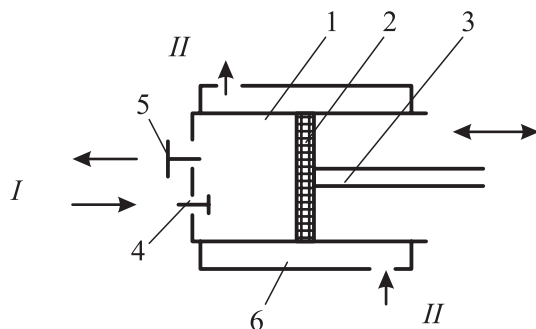
3.8.2. Porşenli kompressorlar

Kompressorlaryň içinden porşenli kompressorlar önümçilikde has giňden ýaýrandyr. Bu kompressorlar beýleki kysymlardan ýokary tygşytlylygy, gurnalyşynyň, bejeriş işlerini geçirmekligiň we hyzmat edmekligiň ýönekeýligi, şeýle-de ygtybarlygynyň ýokarylygy bilen tapawutlanýandyr.

Porşenli kompressor diýlip, göwrümleýin täsirli kompressora aýdylýar, ýagny işçi boşlugyň göwrüminiň üýtgedilmegi göni gidip-gelme hereketli porşeniň täsirinde amala aşyrylýar.

Hereketlendiriji walynyň aýlanma hereketini porşeniň gidip-gelme hereketine öwürmek, egri-şatunly, kulisli ýa-da kulaçokly mehanizmler bilen amala aşyrylýar. Porşenli kompressorlarda egri-şatunly mehanizm has giňden ýaýrandyr.

Porşenli kompressorlar gurnalyşy we täsir ediş esasy boýunça köp derejede porşenli sorujylara meňzeşdirler. 3.26-njy suratda porşenli kompressoryň shemasy görkezilendir.



3.26-njy surat. Porşenli kompressoryň shemasy:

1 – gabara; 2 – porşen; 3 – ok (ştok); 4 – soruş klapany; 5 – gysyp ýygnaýjy klapany; 6 – sowadyjy «gabyk»; I – gaz; II – sowadyjy suw

Porşen (2) çep tarapdan sag tarapa hereket edende, silindriň işçi giňişliginde (porşenden çep tarapda – başgaça, porşeniň aşagy hem diýilýär) gowşama emele gelýär. Gazyň çeşmesiniň we porşenli kompressoryň silindriň basyşlarynyň tapawudynyň täsirinde soruş klapany (4) açylýar we gaz silindriň işçi giňişligine sorulýar. Soňra porşen sag tarapa geçýär we çep tarapa hereket edip başlaýar. Bu ýagdaýda işçi göwrüm kiçelýär, porşeniň aşagynda bolsa basyş ýokarlanýar (çeşmeden gelýän basyşdan ýokary bolýar) we soruş klapany (4) ýapylýar. Gysyp ýygnaýjy klapany (5) hem porşeniň çep tarapa hereketiniň başynda ýapyk ýagdaýda bolýar (porşeniň aşagynda işçi giňişlikde basyş heniz pes ýagdaýdadyr). Porşeniň hereketi çep tarapa dowam edende, porşeniň aşagyndaky basyş berlen baha ýetýär we ondan hem geçip başlaýar, bu ýagdaýda gysyp ýygnaýjy klapany (5) açylýar we silindriň işçi giňişliginden ulanyja iteklenilýär. Porşen çep gyra ýetenden soňra ýene-de täzeden sag tarapa hereket edip başlaýar, bu ýagdaýda gysyp ýygnaýjy klapany (5) ýapylýar we bu aýlanyşyk dowam edýär. Şeýlelikde, porşenli kompressorlarda porşenli sorujylardan tapawutlykda, işçi aýlanyşyk iki döwürden ybarat bolman, eýsem üç döwürden ybaratdyr, ýagny sormak, gysmak we gysyp çykarmak.

Porşenli klapanyň işi gazyň temperaturasynyň täsirli ýokarlanmagy bilen baglanyşyklydyr, bu bolsa öz gezeginde energiýanyň harçlanmagyna ýaramaz täsir edýär, ýagny gysylýan gazyň göwrümleýin harçlanmagy ýokarlanýar. Şol sebäpli gysylýan gazyň temperaturasyny peseltmek üçin (onuň göwrümleýin harçlanmagyny azaltmak üçin) silindriň diwrlarynyň gapdal üstleriniň sowadylmagyny üpjün etmek maksady bilen, ýylylyk çalşyjy «gabyklar» (6) oturdylýar. Bu gabyklara sowadyjy agent hökmünde suw berilýär.

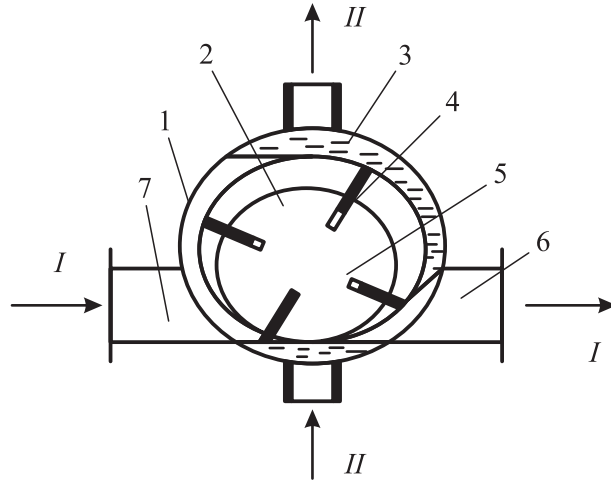
3.8.3. Plastinaly rotasion we merkezden daşlaşýan kompressorlaryň gurnamalary we işleýiş düzgünleri

Plastinaly rotasion kompressorlar (wakuum-sorujylar) niýetlenişine we işleýiş şertlerine baglylykda, dürli gurnalyş görnüşinde ýasalýarlar. Kompressoryň şeýle görnüşleriniň biri 3.27-nji suratda görkezilendir.

Kompressoryň işçi jisimi bolan rotor (2) gabarada (1) ýerleşdirilýär. Rotorda (2) yşlar (5) bolup, olarda plastinalar (4) oturdylýar (plastinalaryň sany 20-den köpdür).

Rotor aýlananda (3.27-nji suratda sagat diliniň ugryna), merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde plastinalar az-kem yşlaryndan çykýarlar we rotoryň hereketiniň netijesinde plastinalar gabaranyň diwaryna sürtülýärler. Bu ýagdaýda işçi giňişlik rotoryň, gabaranyň we plastinalaryň aralyklarynda aýratyn hereket edýän boşluklara bölünýändir. Gysylmagyň we sürtülmegiň täsirinde ýüze çykýan ýylylygy aýyrmak üçin, sowuk suw bilen iýmitlendirilýän «gabyk» (3) göz önünde tutulandyr.

Gazyň soruş zolagyna (7) tarap sorulmagy aýratyn hereket edýän boşluklaryň göwrüminiň ulalmagy netijesinde emele gelýän giňligiň hasabyna ýerine ýetirilýändir. Gazyň gysylmagy we iteklenmegi bolsa, haçan-da gaz iteklenme zolaga (6) tarap geçende, boşlukda gazyň göwrüminiň kiçelmeginiň hasabyna ýerine ýetirilýändir.



3.27-nji surat. Plastinaly rotasion kompressoryň shemasy:

1 – gabara; 2 – rotor; 3 – suwly «gabyk»; 4 – plastinalar; 5 – ýşlar;
7, 6 – gazyň sorulyş we itekleniş zolaklary; I – gaz; II – sowadyjy suw

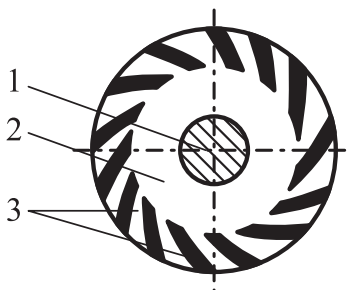
Merkezden daşlaşýan kompressorlar (başgaça turbokompressorlar) dinamiki kompressorlaryň içinde has giňden ýaýranydyr. Gurnalyşy we işleýiş düzgüni boýunça bu kompressorlar merkezden daşlaşýan sorujylara ýakyndyrlar.

Turbokompressorlar bady (napory) güýçlendirijisi (ösdürüşi) boýunça bölünýärler:

a) turbokompressorlara (bady 0,3 MPa-dan ýokary);

b) turbogazüfleýjilere (bady 0,01 MPa-dan 0,3 MPa çenli);

ç) wentilýatorlara (bady 0,01 MPa-dan geçmeýär).



3.28-nji surat. Merkezden daşlaşýan kompressoryň shemasy: 1 – wal; 2 – işçi tigr; 3 – pilçeler

Turbokompressoryň işçi jisimi bolup, wala (1) oturdylan, pilçeler (3) bilen üpjün edilen we gabaranyň içinde ýerleşdirilen işçi tigr (2) hyzmat edýär (3.28-nji surat). Pilçeli tigr aýlananda, gaz merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde işçi tigriň gyrasyna (periferiýasyna) tarap zyňylýar, soňra gaz geçiriji turba düşüp, ulanyja berilýär. Bu ýagdaýda işçi tigriň ýakynynda böwşeňleme (gowşamak) emele gelýär we bu ýerik gaz hereket edýändir. Gaz işçi tigiden uly tizlik bilen, ýagny uly kinetik energiýa bilen çykýar. Kompressoryň özi basyşy

ýokarlandyrmaga, ýagny güýçli energiýany ösdürmäge niýetlenendigi sebäpli, kompressorda gazyň kinetik energiýasyny güýçli energiýa öwürýän gurluş (yza egredilen pilçeler, ulitka şekilli gabara, ýörite ugrukdyryjy enjam, ýagny işçi tigri gurşap alýan gozganmaýan pilçeleriň ulgamy) ulanylýandyr.

3.9. Täze tehnologiýalaryň sorujy-kompressorlarynyň artykmaç taraplary

Tejribelikleriň netijelerinden belli edilişi ýaly, kombinirlenen aýlawly işleýän elektrostansiýalaryň gazan we utilileşdirilen gazanynda aşa ýüklenme şertlerinde enjamyň ulanylyşyna güwä geçmek bilen, *gözegçilik nokady* diýlip atlandyrylýan nokatda enjamyň işjeňligi üpjün edilmelidir.

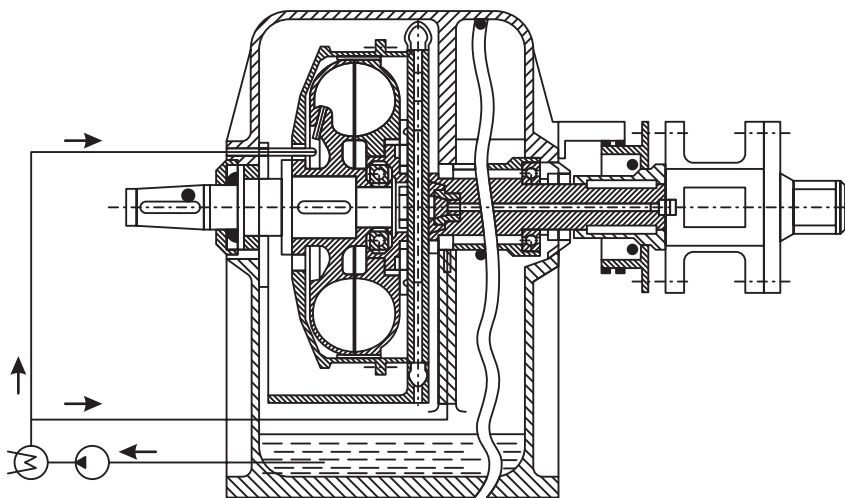
Sorujynyň işçi nokady sorujy häsiýetlendirýän egri çyzygyň sorujynyň gidrawlik garşylygynyň egri çyzygy bilen kesişmesinde ýerleşýändir. Beýleki nokatlaryndaky işjeňligi diňe ulgamda gyňzawyň ýitgisini ulaltmagyň hasabyna drosselirmek ýoly bilen ýetmek mümkindir. Gyňzawyň ýitgisinden başga-da, sorujy az harçlanmada işlän wagtynda sorujynyň PTK-nyň täsirli ýitgisi hem bolýandyr.

Sorujynyň öndürijiligini sazlamagyň has tygşytly usuly, sorujynyň aýlanma ýygylgyny üýtgetmekdir, bu ýagdaýda ulgamyň gidrawlik garşylygynyň egri çyzygy sorujynyň dürli häsiýetnamalaryna degişlilikde goýulýandyr.

Muňa baglylykda, täze tehnologiýalaryň sorujy gurluşlarynda sorujynyň aşa hem-de bölekleýin ýüklenmesinde aýlaw ýygylgyny azaltmak maksady bilen, sazlanýan muftalar ulanylyp başlanyldy. Bu öz gezeginde hususy zerurlyklar üçin harçlanýan energiýanyň azalmagyna düýpli täsir edýändir. Sorujynyň ulanylyşy aýlanma ýygylgynyň ähli diapazonynda amatly PTK-da amala aşyrylýar.

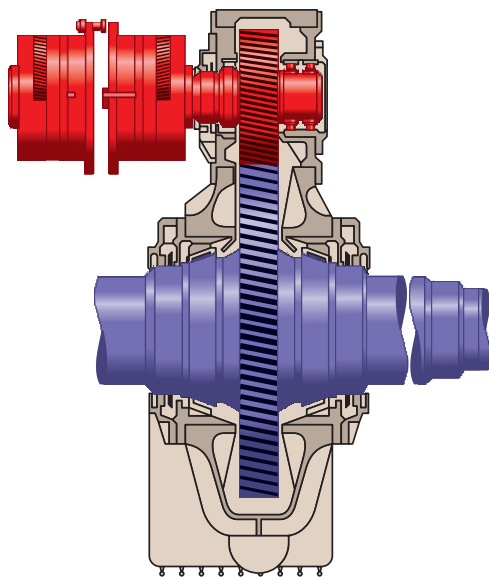
Elektrostansiýanyň gulluk möhleti takmynan 30 ýyl töweregidir. Ýangyja bolan islegi we onuň bahasyny önünden kesgitläp bolmaýar. Häzirki döwürde elektrik stansiýalar taslananda, sorujylaryň (esasan-da gazanlary iýmitlendiriji sorujylaryň) işiniň «çey» bolmagyny göz önünde tutmalydyr. Bu maksada esaslanyp, häzirki döwrüň sorujylarynda sazlanýan hereketlendirijiler ulanylýandyr (3.29-njy surat).

Sazlanýan turbomuftalar öz gezeginde gidrodinamiki muftalar bolmak bilen, gazanyň iýmitlendiriji sorujyny elektrik hereketlendiriji bilen birikdirmek üçin niýetlenendir. Şeýle muftalar sorujynyň aýlaw ýygylgyny basgançaksyz sazlamagy amala aşyrmaga mümkinçilik berýärler. Gidrodinamiki muftalar kuwwatyň iýilmesiz geçirilmegini üpjün edýärler we sandyramanyň wala düşmegini aradan aýyrýarlar. Bu artykmaçlyklardan başga-da, bu muftalar ýokary ygtybarlylygy we ulanylyşa taýýarlygy, sorujynyň ýeňil (ýumşak) aýlanmagyny we gulluk möhletiniň uzaklygyny üpjün edýärler. Bu artykmaçlyklaryň hemmesi sorujynyň ulanylyş-da ýokary ygtybarlylygyny we tygşytlylygyny üpjün edýärler.



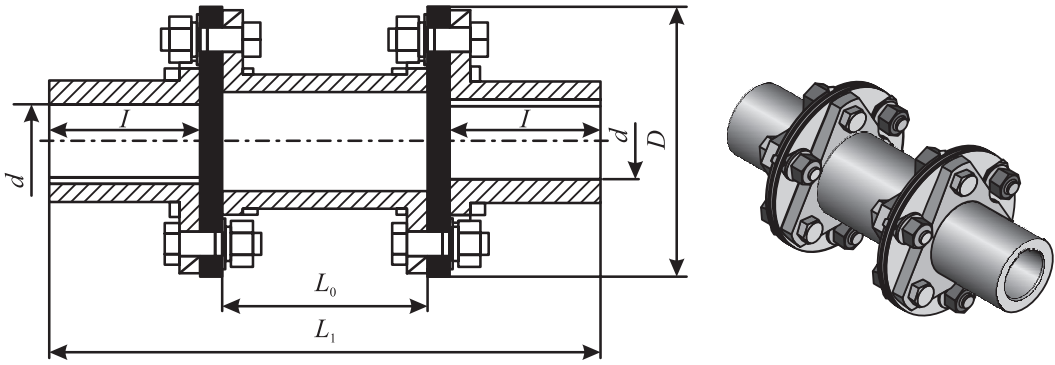
3.29-njy surat. Sazlanýan turbamuftanyň umumy görnüşi

Has ýokary kuwwaty uly tizliklerde geçirmeli bolan ýerlerde dişli geçirijili turbo-muftalar ulanylýandyr (3.30-njy surat). Häzirki döwür täze tehnologiýalarda kuwwaty 10000 kWt we aýlanma ýygylgy 6000 aýl/min-a çenli bolan enjamlar ulanylýandyr. Bu ygtybar gurnamada gysga utgaşýan rotorly asinhron hereketlendirijiler ulanylanda, ygtybarlylyk koeffisiýenti 99,8%-e deňdir, şeýle-de ulanylyşynyň we hyzmat etmegiň arzan düşýändigini, sazlamagyň takyklygyny we energiýanyň az harçlanýandygyny görkezmek hökmanydyr.



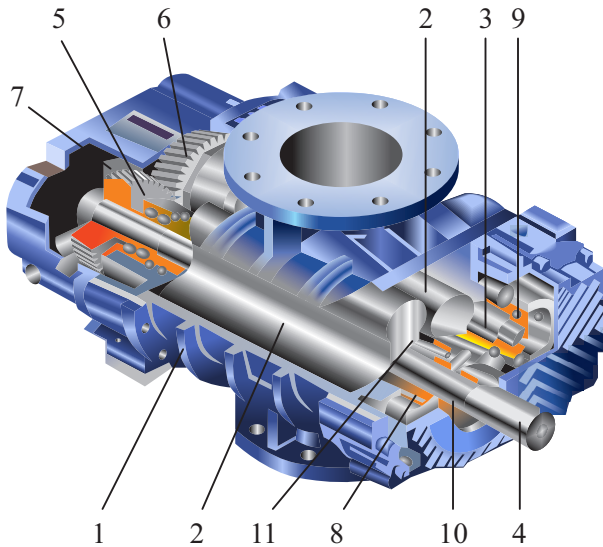
3.30-njy surat. Dişli geçirijili sazlanýan turbomufta

Şeýle-de, täze tehnologiýalarda hereketlendirijilerden sorujylara, kompressorlara we beýleki aýlanýan mehanizmlere aýlanma kuwwatyny geçirmek üçin, şol bir wagtyň özünde birleşdirilýän wallaryň radial, burçlaýyn we ok boýunça süýşmegini aradan aýyrýan *plastinaly muftalar* (3.31-nji surat) giňden ulanylýandyr.



3.31-nji surat. Plastinaly muftanyň umumy görnüşi

Häzirki döwrüň täze tehnologiýalarynda HR ýa-da GR kysymly kompressorlar önümçiligiň ähli pudaklarynda giňden ulanylýandyr (3.32-nji surat). Bu kompressorlar görümleýin kysymly kompressorlara degişlidir we onuň işçi organy jübüt rotordan ybarat bolmak bilen, *rotorly blogy* emele getirýändir. Jübüt rotorlaryň kese kesigi çynar agajynyň üç ýapragynyň şekili görnüşde ýasalandyr.



3.32-nji surat. WR kysymly kompressor:

1 – gabara; 2 – rotorlar; 3 – aýlandyrylýan wal; 4 – aýlandyryan wal;
5, 6 – dişli tigirler; 7 – ýag pürküji disk; 8, 9 – podşipniker; 10 – walyň dykzlandyrmasy;
11 – labirintli dykzlandyryjy

Bu kompressorlarda 0,15-den 1,0 kg/sm² çenli basyşy almak ýa-da 0,5 kg/sm² käbir kysymlarda 0,9 kg/sm²-a çenli wakuumy döretmek mümkindir. Gysylan howanyň möçberi 30÷21000 m³/sag aralykdadyr. Kompressoryň her bir kysymy üçin belli çäklerde öndürijiligini hereketlendiriji walyň aýlaw ýygylgyny çekili geçirmegiň gatnaşygyny üýtgetmek arkaly alyp bolýandyr, şeýle-de daşky gurşawynyň temperaturasy – 35°C-den + 50°C aralykda, tozanlylygy 10 mg/m³-dan geçmeýän we otositel çyglylygy 75% çenli (t = 15°C) bolan ýerlerde ulanmaga niýetlenendir.

Kompressoryň şertli belgilenilişi: *H* – howany gysmak üçin; *G* – gazy gysmak üçin; *R* – kompressoryň kysymy – rotorly.

Rotor blogunyň rotorlarynyň üç perli edilmeginiň artykmaçlyk taraplary:

1. Rotor blogunyň gabarasy bilen rotoryň arasyndaky yşyň kiçidigi sebäpli, harçlanýan energiýanyň derejesiniň pesligi;
2. Basyşyň uly bolmadyk böküşleriniň (skaçok) ýüze çykmak howpunyň ýoklugy sebäpli, gysma derejesiniň ýokarylygy;
3. Çykymdaky patrubkada basyşyň deňölçegli paýlanylmagy;
4. Rotorlaryň gatylygynyň ýokarylygy sebäpli, olary rotoryň uly aýlaw tizliginde ulanyp boljak mümkinçiligi;
5. Çykymdaky patrubkada basyşyň deň derejede paýlanylmagy;
6. Sandyrama derejesiniň we gohunyň pesligi.

3.10. Birmeňzeş däl suwuk ulgamlary (sistemalary) bölmek

Iki we ondan köp fazalardan ybarat bolan, şeýle-de düzüminde ölçegleri molekularyň ölçeginden uly bolan bölejik, damja görnüşli maddalary saklaýan ulgamlara *birmeňzeş däl ulgamlar* diýilýär.

Birmeňzeş däl ulgamyň fazasynda başga bir faza ýa-da madda paýlanan bolsa, onda oňa bitewi faza (suw, nebit, nebit önümleri) diýilýär. Eger-de birmeňzeş däl ulgamyň fazasy bitewi fazada paýlanan bolsa, onda oňa dispergirlenen, dispers, böleklere bölünen, paýlanan, diskret faza (suwdaky çäge, nebitiň ýa-da nebit önümlerindäki suwuň damjalary we beýlekiler) diýilýär.

Himiýa tehnologiýasynyň barşynda gabat gelýän birmeňzeş däl ulgamlar 3.10-njy tablisada görkezilendir:

3.10-njy tablisa

Gabat gelýän birmeňzeş däl ulgamlar

Birmeňzeş däl ulgam	Fazanyň belgilenilişi	
	bitewi fazada	dispergirlenen fazada
Suspenziýa	Suwuk – S	Gaty – G
Emulsiýa	Suwuk – S	Suwuk – S
Köpürjik	Suwuk – S	Gaz – Gaz
Duman	Gaz – Gaz	Suwuk – S
Tozan (tüsse)	Gaz – Gaz	Gaty – G

Birmeñzeş däl suwuk ulgamlary bölmekde çökdürmek usuly (agyrylyk güýjüniň täsirini peýdalanmak bilen), çökdürmek arkaly sentrifugirmek, süzmeklik, aýlawlarda we gidrosiklonlarda işlemek usullary (merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirini peýdalanmak bilen) we süzmek we separirmek usullary (basyşyň täsirini peýdalanmak bilen) giňden ulanylýar.

Gaz halyndaky birmeñzeş däl ulgamlar hem şol usullar bilen, şeýle-de, elektrik meýdanynda çökdürmek usuly bilen bölýärler.

Birmeñzeş däl ulgamlary almakda garyşdyrmak (maddalary eretmek maksady bilen), ýylylygy geçirmek, gaty jisimleriň düzüminden maddalary *ekstragirmek*, himiki reaksiýalary geçirmek we beýleki usullar ulanylýandyr.

Ekstragirmek [lat. *extraho* – aýyrmak, bölmek] – gaty jisimleriň düzüminden bir ýa-da birnäçe komponentleri organiki eredijileriň (ekstragentleriň) kömegi bilen aýyrmak (bölmek).

3.11. Suwy arassalamagyň usullary

Koagulyasiýa usulynda suwy arassalamak. Tebigy suwlary ýylylyk elektrik stansiýalarynda buguň we kondensatyň ýitgileriniň öwezini doldurmak maksady bilen, gödek dispersli we kolloid goşuntgylardan arassalamakdan başlaýar. Bu goşuntgylar gyzdyrylýan üstlerde ikilenji kesmegiň emele gelmegine we buguň hiliniň ýaramazlaşmagyna, ionit materiallarynyň hapalanmagyna getirýär. Gödek dispersli goşundylar suwdan çökdürmek ýoly bilen durlanylýp we süzgüçlenme (filtrlenme) arkaly aýrylýar.

Çökdürmek hakyky geçýän ýagdaý bolup, suwdaky asma gödek dispersli bölejikleriň dykzlygy suwuň dykzlygyndan ýokary bolandan soň agyrylyk güýjüniň täsiri netijesinde çökýärler. Suwy durlamak durlaýjylarda çökdürmek arkaly amala aşyrylýar. Suwy süzgüçlerde durlamak ýoly, ony gödek dispersli garyndylardan arassalaýan däneli süzýän material ýüklenen durlaýjy süzgüçleriň üstünden geçirmek bilen amala aşyrylýar.

Suwuň düzümi diňe gödek dispersli maddalar bilen hapalanan bolsa, onda ol reagent goşulman durlanylýar. Kolloid dispers maddalary saklaýan suwy doly durlamak üçin onuň bölejiklerini ulaltmak gerekdir. Bu bolsa suwy koagulirmek bilen amala aşyrylýar. *Koagulirmek* diýlip, suwy reagentli işlemegiň tehnologik prosesine aýdylýar, ýagny onuň kolloid garyndylary koagulyasiýa edilýär.

Koagulyasiýa – bu kolloid bölejikleriň biri-birine ýelmeşip, emele gelen gödek dispres petdeleriň durlaýjylarda çökdirilip we durlaýjy süzgüçlerde durlap, suwdan çykarmagyň fiziki-himiki prosesine aýdylýar.

Koagulirmek üçin ulanylýan reagente koagulyant we suwuň düzümindäki kolloid bölejikleri içine alýan iki gatlakly elektrik gatlaklary hereket edýär. Iki

gatlakly elektrik gatlagynyň daşynda galan garşylykly zarýadly ionlar bölejigiň hereketinden aýrylýarlar.

Suwy durlamak üçin iki basgançakly usul ulanylýar:

1. Durlaýjylarda asma bölejikleri saklamak we durlamak bilen, onuň galyny 8÷12 mg/kg-e çenli peseldilýär.

2. Durlaýjyda çöküp ýetişmedik kiçi disperesli asma bölejikleri saklaýan koagülirlenen suwy süzgüçlerde doly durlamak.

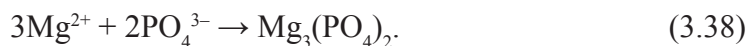
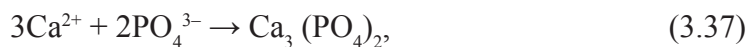
Koagülirlenemekte we durlamakda suwuň ýagtylygy artyp, oksilenmegi peselýär we onuň durlanmagy bolup geçýär.

Koagulyásiýa prosesiniň fiziki-himiki esaslary. Suwdaky kolloid bölejikler mydamalyk we tertipsiz *brown* hereketinde bolýarlar. Olaryň arasynda dartýşan we itekleşýän güýçler hereket edýär. Döreyişleri bir bolan kolloid bölejikleri birmeňzeş elektrik zarýadly bolandygy sebäpli, biri-biri bilen itekleşip, asma ýagdaýynda saklanýarlar. Her bir kolloid bölejik adsorbsion ukyplylygy bilen tapawutlanýar. Şol sebäpli olar elektrolitiň birmeňzeş belgili ionlaryny suwuklykdan siňdirip, onuň üstünde birmeňzeş paýlanyp, adsorbsion gatlagy emele getirýär. Kolloid bölejikleriň ýadrosynyň adsorbsion gatlak bilen bile bolmagyna *däneli* diýilýär. Däneliniň (gyraňlynyň) elektrik zarýady bolansoň, onuň daşynda garşylykly belgili ionlar toplanýar. Garşylykly ionlar däneli (gyraňly) bilen berk baglanşykly bolman, soň daşyny gurşap alýan suwuklyga diffuzion ukyply bolup, däneliniň daşynda (B) diffuzion gatlagy emele getirýär. Däneliden daşlaşdygyça, garşy ionlaryň konsentrasiýasy peselýär. Diffuzion gatlak däneli bilen bile *misella* diýilýär. Brown hereketinde kolloid bölejikler bilen bile adsorbsion gatlagynyň ionlary we diffuzion gatlagynyň garşy ionlarynyň bir bölegi bilen diffuzion gatlagyň galan böleginiň arasyndaky serhedine kolloid bölejikleriniň suwuklykdaky *taýma üsti* diýilýär.

Koagulyásiýa prosesini tizleşdirmek üçin, ýagny bölejikleriň ulalmagyny we çökmegini tizleşdirmek üçin, *poliakrilamid* giňden peýdalanylýar. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ we FeSO_4 koagulyantyň erginini suwa goşulanda, ilkinji 30÷180 sekundyň dowamyn-da gidroliz reaksiýasy geçip, uly işjeň üstli kolloid alýuminiý we demir gidroksidleri emele gelýär, suwdaky kolloid goşundylar gidroksid bölejikleriniň üstünde adsorbirlenýärler.

Hekleme we sodaly hekleme usullarynda suwy arassalamak. Kesmek emele getirijileri çökmek usuly, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 , NaOH , Na_3PO_4 reagentleri bolan başlangyç suwy işlemek bilen amala aşyrylýar. Olardaky anionlar Ca^{2+} , Mg^{2+} kationlar bilen kyn ereýän birleşmeleri emele getirýär. Karbonat kalsiý CaCO_3 , gidrat okis magniý $\text{Mg}(\text{OH})_2$, osfat kalsiý $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ we magniý $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ kündi görünüşinde ýumşadylan suwdan ilki durlaýjylarda, soňra mehaniki süzgüçlerde alnyp galynýar. Suwy soda, hek, natriniň gidrookisi we üçli natriý fosfat bilen işlenilende, aşakdaky prosesler bolup geçýär:

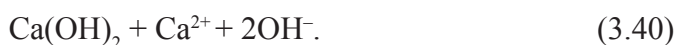




Tebigy suwlary çökmek usuly bilen doly ýumşadyp bolmaýar. Şol sebäpli, ýylylyk elektrik stansiýalarynda (ÝES) esasan, *utgaşykly shema* ulanylýar. Ýagny suwy başlangyç işlemek, çökmek usuly, ahyrky bolsa ion çalyşma usuly bilen ýerine ýetirilýär. Bu shemada suwuň aşgarlylygyny koagulýasiýa bilen hekleme ulanmak arkaly peseldilýär.

Suwy çökdürmek usulynyň netijeliligi kristallaşmak ýagdaýy bilen baglanyşykly suwdaky erän maddalaryň gaty fazada aýrylmak ýagdaýyň tizligi bilen kesgitlenilýär. Kristallaşma ýagdaýyny endiganlaşdyrmagyň esasy usuly, öňki çöken gaty bölekleri *kristallaşma merkezi* hökmünde ulanmaktan ybaratdyr. Bu bölekler özleriniň uly üstüniň barlygy sebäpli, kristallaryň çalt ösmegine, ulalmagyna we çökmek ýagdaýyny ýeňilleşdirmäge ýardam berýär.

Suwy hekleme bilen ýumşatmak we aşgarlylygyny peseltmek. Ergin görünüşli ezilen hek ýa-da suspenziýa görnüşündäki hek (hek süýdi) öňünden gyzdyrylan işlenilýän suwa goşulýar. Hek süýdi eremek bilen, suwy $(\text{Ca}(\text{OH})_2)\text{Ca}^{2+}$, OH^- – ionlary bilen baýlaşdyrýar:



OH^- – ionlary bilen baýlaşan suwy emele getirýär:

a) Karbonat ionlarynyň karbonat ionlaryna öwürmegine.



Suwdaky erän erkin kömür, kislota bilen birigip, karbonat ionlary emele getirýär:



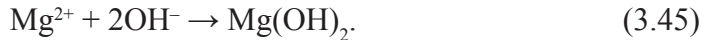
Işlenilýän suwda CO_3^{2-} ionlaryň konsentrasiýasynyň we ondaky Ca^{2+} ionlaryň başlangyç suwdaky düzümünde saklanmagy, hek bilen gelýän mukdaryň esasynda ýokarlanmagy, onuň ereýjilik derejesiniň aşmagyna getirýär:



we suwdaky eremeýän karbonat kalsiniň aýrylyp çökmegine getirýär.



Hek süýdüni kalsiy iony çökdürmek we erkin kömür kislotasyny birikdirmek üçin gerek mukdaryndan köp goýberilende, suwda ionlaryň artykmaç kislotasy ýüze çykyar we magniy gidrookisiniň çökmegine getirýär.



Getirlen deňlemelerde kalsiniň hemme ionlary CaCO_3 magniniň hemme ionlary $\text{Mg}(\text{OH})_2$ görnüşinde aýrylýarlar.

Aşgarlylygy peseltmekligi has çuňlaşdyrmak we suwdan gödek dispers we kolloid goşundylary aýyrmak maksady bilen, heklemegi kükürtturşy zakis demirli $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ koagulyant bilen bile ulanylýar.

ÝES-de suwy heklemegiň tehnologik işi giňden ulanylýar. Haçan-da aşgarlyk 1,5 mg-ekw/kg-dan ýokary bolanda, işlenen suwuň esasy hilini görkezijileriň üýtgemeginden başga-da, heklenen suwy himiki duzsuzlandyrlanda, kislotanyň we aşgaryň tygşytlanmagyna getirýär. Ondan başga-da, heklenende, goşundylar zyňlyan suwlarda gaty halynda bolýar. Onuň täzedden işlenilmegi bilen, düzümindäki kalsiy karbonatyny we magniy gidroksidini zyňlyan turşy suwlary neýtrallaşdyrmak üçin ulanmak bolýar.

Suwy has çuň ýumşatmak üçin oňa hökman daşyndan CO_3^{2-} ionlaryny goýbermeli. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -niň aýrylmagy üçin bolsa, goşulýan hekiň mukdaryny köpeltmeli. Muny suwy sodaly heklemek bilen gazanyp bolýar we işlenilýän suw heklenilýär we onuň üsti kalsinirlenen soda (Na_2CO_3) bilen doldurylýar.

3.12. Çökdüriji enjamlar we süzgüçler

Çökdürmek – bu agyrylyk güýjüniň täsirinde birmeňzeş däl ulgamlary bölmekdir. Çökdürmek usuly köplenç, düzüminde uly ölçegdäki bölejikler bar bolan suspenziýalarda ulanylýar. Çökdürmekde alnan konsentrasiýa bölejikleriň ölçeglerine we gurluşyna bagly bolup, adatyça 40÷50%-den geçmeýär.

Çökdürijiniň öndüriligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$Q = \omega \cdot F. \quad (3.46)$$

Bu ýerde:

Q – öndürililik, m^3/s ;

ω – tizlik, m/s ;

F – çökdürijiniň kese kesiginiň meýdany, m^2 .

Çökdürmegiň indiki usullary bellidir: grawitasiýa (agyrylyk güýjüniň täsirinde); merkezden daşlaşma (merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde); elektrostatik (elektrik meýdanynda) we ultrasesli (ultrasesiň meýdanynda).

Himiýa tehnologiýasynyň proseslerinde *suspenziýalary* we *emulsiýalary* bölmekde çökdürmek usuly giňden ulanylýar. Muňa suwuklygyň düzüminden suwuny

aýyrmak we duzsuzlandyrmak, suwuň düzüminden distillýaty aýyrmak, nebit ýangyçlaryny hapalardan, ýagny suwdan, katalizatoryň maýdajyk bölejiklerinden, poslamanyň önümlerinden, kremniniň, kalsiýniň, alýumininiň birleşmelerinden arassalamak degişlidir.

Suspenziýa [lat. *suspendo* – asmak, asylan] – suwuklykda asylyp duran maýdajyk gaty bölejiklerden düzülen dispers ulgamlar.

Emulsiýa – bu bir suwuklykda başga bir suwuklygyň maýdajyk damjalary paýlanan (pytradylan) dispers ulgamdyr.

Suwuň, nebit önümleriniň we hapalaryň dykzlyklary düýpli tapawut edýän bolsa, onda nebit önümlerini arassalamakda çökdürmek usuly has ýönekeý usul bolup durýandyr.

Çökdürmede bitewi fazanyň çökyän bölejiklere bolan garşylygyny Nýutonyň kanuny bilen kesgitlenilýär (sürtülme göz önünde tutulmaýar).

Aşak çökyän bölejiklere indiki güýçler täsir edýär:

$$\text{a) agyrlyk güýji} - G_{g.m} = \frac{\gamma_{b.k} \cdot P \cdot d_{b.k}^3}{6}, \quad (3.47)$$

$$\text{b) galdyryjy güýç} - G_{gal} = \frac{\gamma_{s.k} \cdot P \cdot d_{b.k}^3}{6}, \quad (3.48)$$

$$\text{ç) bitewi fazanyň garşylyk güýji} - R = \varphi \cdot \gamma_{s.k} \cdot S \cdot \frac{\omega_0^2}{2g}, \quad (3.49)$$

$$\text{d) bitewi fazadaky konweksion akymalaryň güýji} - G_k.$$

Konweksion akymalaryň güýçleriniň ugry bölejigiň ýerleşýän ýerine, şeýle-de ulgamyň we daşky gurşawyň temperaturasyna baglydyr. Konweksion akymalaryň täsiri bar bolan ýagdaýynda, bitewi fazada dispergirlenen fazany doly çökdürmek kyn bolýar. Konweksion akymalaryň täsiriniň bolmadyk ýagdaýynda, $G_{g.m}$ we G_{gal} -yň üýtgemezliginde şeýle-de ω_0 -yň ulalmagy bilen R -iň ýokarlanmagynda, haçan-da,

$$G_{g.m} - G_{gal} - R = 0 \quad (3.50)$$

bolanda bölejik hemişelik tizlik bilen aşak çöker.

(3.47)–(3.50) deňlemelerden alarys:

$$\frac{\gamma_{b.k} \cdot P \cdot d_{b.k}^3}{6} - \frac{\gamma_{s.k} \cdot P \cdot d_{b.k}^3}{6} - \varphi \cdot \gamma_{s.k} \cdot S \cdot \frac{\omega_0^2}{2g} = 0. \quad (3.51)$$

Bu ýerden:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{\gamma_{b.k} - \gamma_{s.k}}{\gamma_{s.k}} \cdot \frac{d_{b.k} \cdot g}{\varphi}}. \quad (3.52)$$

Udel agramy dykzlyga çalşyp, alarys:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{\rho_{b.k} - \rho_{s.k}}{\rho_{s.k}} \cdot \frac{d_{b.k} \cdot g}{\varphi}}. \quad (3.53)$$

Bu ýerde:

ω_0 – çökdürmegiň tizligi, m/s;

$G_{g.m}$ – gaty materialyň agyrylyk güýji, N;

G_{gal} – suwuklygyň galdyryjy güýji, N;

P – basyş, Pa;

$\gamma_{b.k}$ – bölejigiň udel agramy, N/m³;

$\gamma_{s.k}$ – suwuklygyň udel agramy, N/m³;

$d_{b.k}$ – bölejigiň diametri, m;

ω – gatlagyň (fazanyň) garşylyk koeffisiýenti;

g – erkin gaçmanyň tizlenmesi, m/s²;

$\rho_{b.k}$ – bölejigiň dykzlygy, kg/m³;

$\rho_{s.k}$ – suwuklygyň dykzlygy, kg/m³.

3.11-nji tablisa

Tejribe ýoly bilen şu aşakdakylar belli edildi

Çökdürmegiň kadasy	R_e	φ
Laminar	$\leq 0,2$	$24/R_e$
Aralyk	$0,2 \div 500$	$\frac{18,5}{R_r^{0,6}}$
Turbulent	> 500	0,44

Çökdürmegiň bir kadasyndan başga kada geçmeklik Reýnoldsyň kriteriýalary bilen häsiýetlendirilýär:

$$R_e = \frac{\omega_0 \cdot d_{b.k} \cdot \gamma_{s.k}}{\mu_{s.k} \cdot g}, \quad (3.54)$$

bu ýerde: $\mu_{s.k}$ – suwuklygyň dinamiki şepbeşikligi, Pa · s.

Laminar kadada:

$$\varphi = \frac{24 \cdot \mu_{s.k} \cdot g}{\omega_0 \cdot d_{b.k} \cdot \gamma_{s.k}}, \quad (3.55)$$

bolanda, bölejikleri çökdürmegiň tizligi Stoksyň deňlemesi boýunça hasaplanýlar:

$$\omega_0 = \frac{\gamma_{b.k} - \gamma_{s.k}}{18 \cdot \mu_{s.k}} \cdot d_{b.k}^2. \quad (3.56)$$

Laminar kadada çökyän bölejikleriň iň ýokary ölçegi aşakdaky deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$d_{b,k \max} = 1,563 \sqrt{\frac{\mu_{s,k}}{\gamma_{s,k} \cdot (\gamma_{s,k} - \gamma_{b,k})}}, \quad (3.57)$$

ω_0 – san bahasy kabul edilýär, ýagny hereketiň kadasyny saýlaýarlar we ω_0 – hasaplaýarlar, alnan baha baglylykda, saýlap alnan hereketiň kadasynyň dogrulygy kesgitlenilýär.

Döwürleýin işleýän çökdürijilerde suspenziýa enjamyna gönümel berilýär, soňra bölejikleri çökdürmek üçin gerek bolan kesgitlenen wagtdan soň, durlanan suwuklyk gatlagy *dekantirlenýär* (dökülýär), çökdürilen bölejikler bolsa, enjamdan çykarylýar.

Dekantirmek [frans. *decanter* – dökmek] – garyndysy çökdürilenden soň, suwy dökmek.

Üznüksiz işleýän enjamlarda suspenziýanyň berilmegi we çökündiniň aýrylmagy üznüksiz amala aşyrylýar.

Üznüksiz işleýän enjamlarda suspenziýanyň berilmegi we çökündiniň aýrylmagy üznüksiz amala aşyrylýar.

Üznüksiz işleýän bir ýarusly (hatarly) darakly çökdüriji (3.33-nji surat) esasan, silindrik rezerwuarlardan we konus şekilli düýpden ybaratdyr.

Rezerwuarlaryň ýokarky gyralarynda durlanan suwuklygy aýyrmak üçin, gönüburçly ternawlar halkalaýyn ýerleşdirilýär. Rezerwuarlaryň içinde 2,5÷20 aýl/min tizlik bilen aýlanýan darakly garyşdyryjylar oturdylandyr.

Suspenziýa enjamyň ýokarsyndan suwuklyk turba boýunça üznüksiz berilýär, durlanan suwuklyk ýokarky ternaw boýunça akdyrylýar, goýaldylan suspenziýa bolsa enjamyň düýbüne çökyär we ol ýerden sorujy bilen sorulyp çykarylýar. Çökdürijiniň beýikligi boýunça biri-birinden gurluşy boýunça düýpli tapawut edýän üç sany zolak (zona) bolýar, ýagny:

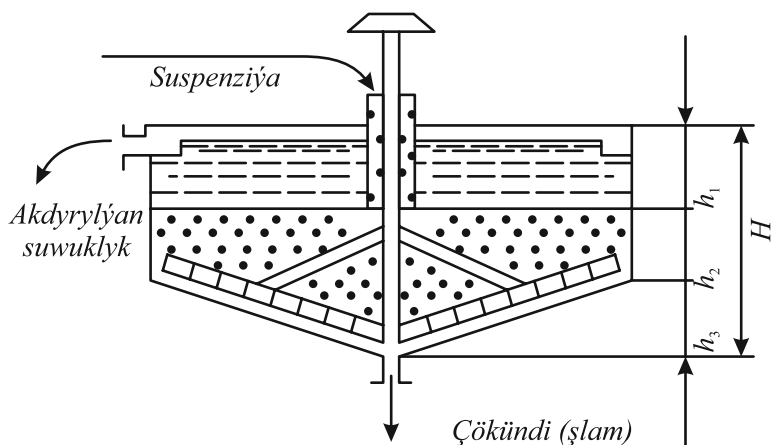
1. h_1 beýiklikde, durlanan suwuklygyň zolagy. Bu zolakda bölejikleriň erkin çökdürilmegi amala aşyrylýar.

2. h_2 beýiklikde, suspenziýanyň goýalýan (şlam) zolagy.

3. h_3 beýiklikde, garyşdyryjynyň perleriniň ýerleşýän zolagy.

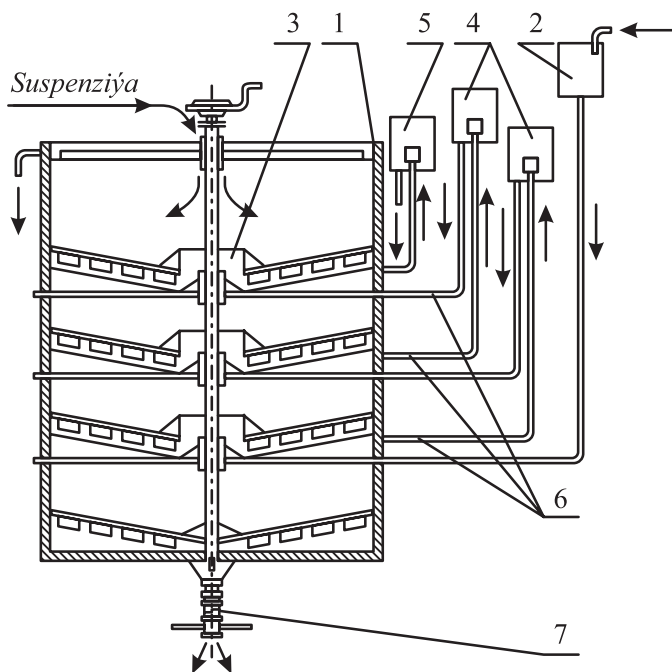
Bu kysymdaky çökdürijileriň diametri 100 m, öndürijiligi bolsa 125 t/sag ýetýändir. Bularyň esasy ýetmezçiligi, ölçegleriniň tagaşyksyzlygydyr.

Iki hatarly (ýarusly) çökdürijiler öz ykjamlygy bilen düýpli tapawutlanýar. Olar biri-biriniň üstünde oturdylan iki sany çökdürijilerden ybaratdyr. Bu enjamlarda ýokarky we aşaky bölekler turba bilen birleşdirilendir. Bu turba aşaky bölekdäki goýaldylan suspenziýanyň derejesinden hem aşakda ýerleşdirilýändir. Suspenziýa enjamyň her bölegine aýratynlykda berilýär, goýaldylan önüm bolsa, diňe aşaky bölekden sordurylyp aýrylýar. Durlanan suwuklyk enjamyň her böleginiň ýokarsyndan aýrylýar.



3.33-nji surat. Üznüksiz işleýän, gyrgyç şekilli garyşdyryjyly, bir hatarly (ýarusly) çökdüriji

Çökündini aralykda ýuwyjyly, üznüksiz işleýän köp hatarly çökdürijiniň shemasy 3.34-nji suratda görkezilendir. Bu enjamda suspenziya çökdürijiniň ýokarky hataryna üznüksiz berilýär. Ýuwuji arassa suw gapdan (2) gelip, ahyrky hatardan öňdäki hataryň aşaky bölegine berilýär.



3.34-nji surat. Çökündini aralykda ýuwyjyly üznüksiz işleýän köp hatarly çökdüriji:

1 – gabara; 2 – ýuwuji arassa suwuň gaby; 3 – tutujy; 4,5 – ýuwan suw üçin gaplar; 6 – turba geçiriji; 7 – çökündini aýyrmak üçin patrubok

Durlanan suwuklyk enjamyň ýokarsyndan aýrylyp durulýar. Goýaldylan çökündi hataryň düýbünde ýerleşýän tutuja (3) ýygnalýar. Şonuň bilen birlikde, degişli gapdan (4) we degişli turba geçirijiniň (6) üsti bilen şol ýere ýuwujy suwuklyk hem berilýär. Ýuwujy suwuklyk çökündini ýuwýar we aşakda ýerleşýän hatara barýar, bu ýerde ýene-de çökdürme, ýuwma amala aşyrylýar. Ýuwulup aýrylan çökündi patrubkanyň (7) üsti bilen çykarylýar.

3.12.1. Dik we kese çökdürijiler

Silindr şekilli kese çökdürijiler.

Kese çökdürijileriň gurnalyş shemalary 3.36-njy (a, b) suratlarda görkezilendir. Çökdürijiniň diametri aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$D = k \frac{V}{1820 \cdot n_{\zeta} \cdot v}. \quad (3.58)$$

Bu ýerde:

v – önümiň kinematik şepbeşikligi, m^2/s ; n_{ζ} – çökdürijiniň basgançaklarynyň sany; k – ätiýaçlyk koeffisiýenti; V – göwrümleýin harçlanma, m^3/s . Çökdürmek işiniň esasy şerti indikiden ybaratdyr:

$$\tau_{\zeta} < \tau_p. \quad (3.59)$$

Eger-de $\tau_{\zeta} = \tau_p$, bolsa, onda

$$\frac{B}{\omega_0} = \frac{L}{\omega_p}. \quad (3.60)$$

Bu ýerde:

τ_{ζ} – çökdürmegiň wagty, s;

τ_p – päsgelçilikden geçme wagty, s;

ω_p – önümiň päsgelçilikden geçme tizligi, m/s;

D – çökdürijiniň diametri, m;

L – çökdürijiniň uzynlygy, m.

Bölejikleriň çökmegi üçin zerur bolan wagty üpjün etmek şertine baglylykda, çökdürijiniň uzynlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$L = k \frac{V}{0,785 \cdot D \cdot n_0 \cdot \omega_0}. \quad (3.61)$$

Nebit üçin niýetlenen çökdürijiler ulanylanda, göçürme tizligi ($\omega_{göç}$), 0,002÷0,005 m/s-dan, enjamdaky temperatura 370÷420 K-den, basyşy bolsa suwuň we nebitiň gaýnamazlygy üçin 1,5 MPa-dan uly bolmaly däldir.

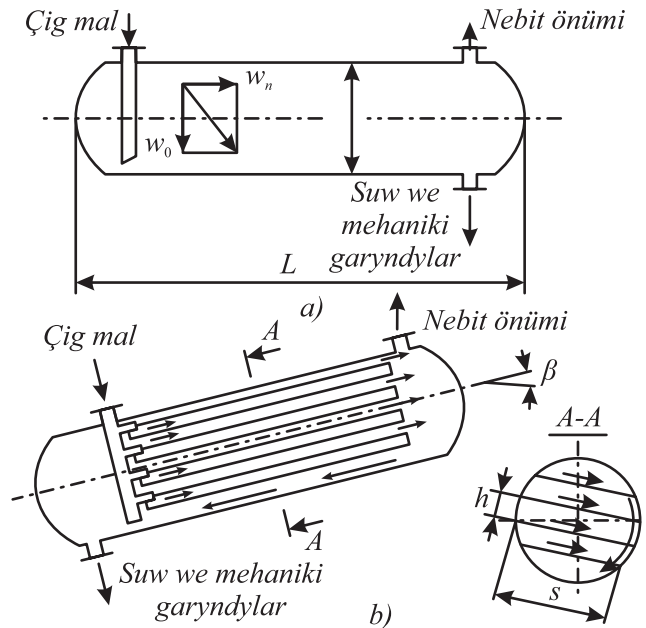
Kese çökdürijiniň geçirijilik ukyplylygy (m^3/sag) (3.55)-nji formula boýunça hasaplanan bahalary 3.12-nji tablisada görkezilendir.

3.12-nji tablisa

Nebit üçin niýetlenen çökdürijileriň geçirijilik ukyplylygynyň bahalary

Nebitiň şepbeşikligi $v \cdot 10^6, m^2/s$	Dürli diametrlerde (m) çökdürijiniň geçirijilik ukyplylygy (m^3/sag)		
	1 m	2 m	3 m
5	27,25	54,5	81,75
10	54,50	109,0	163,50
15	81,75	163,5	245,25
20	109,00	218,0	327,00

Enjamda kese tekjeleri oturtmak arkaly, çökdürmegiň endiganlygyny ýokarlandyrmak mümkindir (3.35-nji b surat).

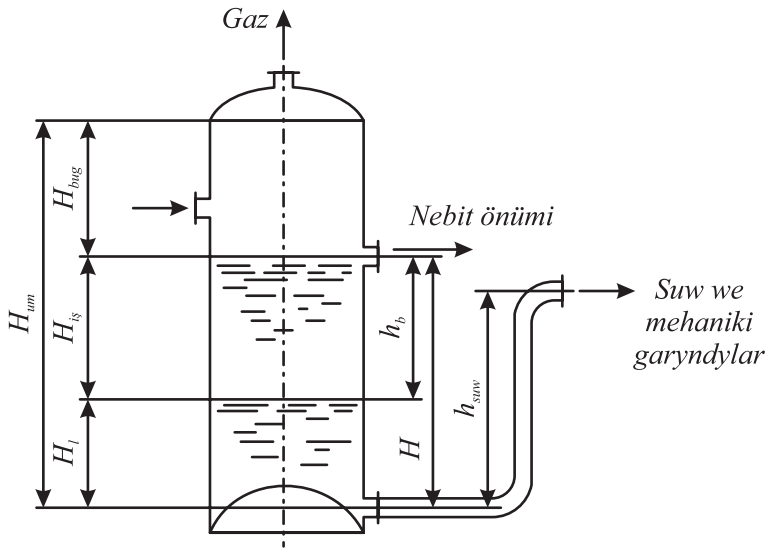


3.35-nji surat. Silindr şekilli kese çökdürijiler:

a – adaty kese; b – tekjeli

Silindr şekilli dik çökdürijiler. Dik çökdüriji göwrüm gornüşinde (3.36-njy surat) bolmak bilen, olar suwy bölmek üçin niýetlenendir. Dik çökdürijide geçýän ýagdaý aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\omega_0 > \frac{V}{0,785 \cdot D} \quad (3.62)$$



3.36-njy surat. Silindr şekilli dik çökdüriji

Çökdürijide birmeňzeş däl ulgamyň (nebit önümleri we suw) tizligi $0,004 \div 0,005$ m/s diýlip kabul edilýär. Önümiň we suwuň enjamda saklanýan wagty $0,25 \div 0,50$ sag. aralykdadyr.

Dik çökdürijide birmeňzeş däl ulgamyň tizligini kabul edip, enjamyň kese kesiginiň meýdany aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$F = \frac{V}{\omega_0}. \quad (3.63)$$

Çökdürijiniň diametri bolar:

$$D = 1,128 \cdot \sqrt{F}. \quad (3.64)$$

Adatça, 5.18-nji formula boýunça enjamyň tapylan diametri iň ýakyn standart baha çenli tegeleklenilýär.

Enjamyň umumy beýikligi indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$H_{umumy} = H_1 + H_{is} + H_{bug}. \quad (3.65)$$

Bu ýerde:

H_1 – suwly «ýassygyň» beýikligi, m;

H_{is} – suwy bölüjiniň işçi beýikligi, m;

H_{bug} – enjamyň bug giňişliginiň beýikligi, m.

Dik çökdürijiler hasaplanylanda, H_1 -iň bahasyny $0,7 \div 1,0$ m aralykda kabul edýärler.

Suwy bölüjiniň işçi beýikligi birmeňzeş däl ulgamyň bölünmegi üçin enjamda hökmany saklanylmalý wagtyna baglylykda hasaplanylýar:

$$H_{is} = \omega_0 \cdot \tau, \quad (3.66)$$

bu ýerde τ – garyndynyň enjamda saklanýan wagty, s.

Enjamyň bug giňişliginiň beýikligi (H_{bug}) 0,8÷1 m aralykda kabul edilýär.

Çökdürijiniň suwy aýryjy turbasynyň beýikligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$h_{suw} = H_{suwuklyk} - h_{benzin} + h_{benzin} \frac{\rho_{benzin}}{\rho_{suw}}, \quad (3.67)$$

bu ýerde: h_{suw} – çökdürijide suw gatlagynyň beýikligi, m; $H_{suwuklyk}$ – suwuklyk gatlagynyň beýikligi, m; h_{benzin} – benzin gatlagynyň beýikligi, m; ρ_{suw} – suwuň dykzlygy, kg/m³; ρ_{benzin} – benziniň dykzlygy, kg/m³.

3.12.2. Süzmek, süzgüçler (filtrler)

Süzmek – bu öýjük-öýjük süzüji materialyň kömegi bilen suspenziýany bölmek işidir. Süzüji materialyň öýjüklerinden suwuklyk geçýär, gaty fazanyň bölejikleri bolsa saklanylýar. Süzmekligiň aşakdaky görnüşleri bardyr:

a) süzmek – bu işde süzüji materialda çökündiniň gatlagynyň emele gelmegidir;

b) durlamak – bu örän az mukdarda çökündiniň emele gelmegi bilen, suwuklygy süzmekdir;

ç) goýaltmak – bu suspenziýanyň düzüminden suwuklygy bölmek we gaty fazanyň bolsa has konsentrirenen suspenziýa görnüşinde bölünmegidir.

Süzgüçlerdäki süzüji gatlak aşakdaky talaplary berjaý etmelidir:

1. gaty bölejikleri saklamak ukyby gowy bolmalydyr;

2. mehaniki berkligi ýeterlik derejede bolmalydyr;

3. süzülýän maddalara himiki taýdan durnukly bolmalydyr;

4. ýokary temperaturalarda ýylylyga durnuklylygy ýokary bolmalydyr.

Süzgüçlerde süzüji gatlak hökmünde dürli matalar, sim we polimer torlar, kagyplar, metaldan, aýnadan we keramikadan ýasalan öýjük-öýjük tekiz plastinalar we beýlekiler ulanylýandyr. Bulardan has köp ulanylýany, mata süzgüçli süzgüçlerdir, ýagny süzüji gatlagynyň materialy pagta-kagyzyly matalar. Süzüji gatlagynyň materialy ýüňden ýasalan süzgüçler seýrek ulanylýandyr. Soňkular turşulykly erginlere we duzly önümlere durnuklydyr, ýöne pH > 7 bolan erginlere durnukly däldir. Bulardan başga-da, sintetik we emeli matalardan taýýarlanylýan süzgüçler (hlorinli, poliamidli, aýna süýümlü we başgalar) hem ulanylýandyr. Matalaryň we örülen torlaryň gatylygy talabalaýyk bolmaýar. Şonuň üçin hem olaryň gatylygyny berjaý etmek maksady bilen, polatdan ýasalan gözenekler we torlar gerek bolýar.

Şeýle-de, süzüji gatlak hökmünde däneli materiallar hem ulanylýar, ýagny, çäge, maýda çagyl, kömür, agajyň gyryndysy (opilka) we diatomit.

Süzüji gatlagyň öýjükleriniň ölçegleri süzülýän önümiň düzümindäki gaty böljekleriň ölçeglerine baglydyr. Wagtyň geçmegi bilen, çökündi gatlagynyň galyňlygy ulalaýar we süzülýän önüm iki gatladan geçmeli bolýar: çökündiniň gatlagyny we süzüji gatlagy, şol sebäpli hem gidrawlik garşylyk ösýär we süzmekligiň tizligi peselýär.

Berlen öndürjilikde süzgüjiň ölçegleri süzülýän suwuklygyň süzüji we çökündiniň gatlagyndan geçiş tizliginiň ululygyna we wagt boýunça üýtgemek kanunyna baglydyr, ýagny geçiş tizligine baglydyr,

Süzmekligiň hereket edýän güýji hökmünde çökündiniň önündäki we öýjükli gatladan geçenden soňky basyşlaryň tapawudy alynýar. Hereket edýän güýji döretmegiň usuly boýunça süzgüçler aşakdaky görnüşlere bölünýärler:

a) wakuum süzgüçler (basyşlarynyň tapawudy 60 kPa-dan geçmeýär);

b) uly basyşda işleýän süzgüçler (basyşlarynyň tapawudy 0,5 MPa-dan geçmeýär);

ç) süzüji gatlagyň önünde uly basyşda, ondan geçenden soň wakuum astynda işleýän süzgüçler. Bu süzgüçler beýlekilere garanyňda, has seýrek ulanylýandyr.

3.12.3. Döwürleýin işleýän süzgüçler

Döwürleýin işleýän süzgüçlere aşakdakylar degişlidir:

a) nutç – süzgüçler (3.37-nji a surat);

b) druk – süzgüçler (3.37-nji b surat);

ç) ramaly pres – süzgüçler;

d) kameraly pres – süzgüçler;

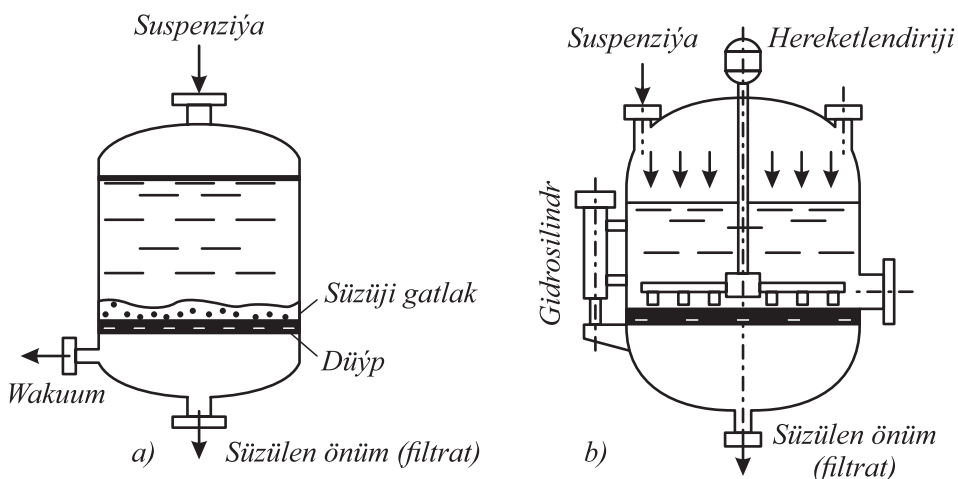
e) list görnüşli süzgüçler.

Nutç-süzgüç wakuumda işlemek üçin, druk-suszgüç bolsa, uly basyşda işlemek üçin niýetlenendir.

Druk-süzgüç – dik gap bolmak bilen (adatça «köýnekli»), ellips şekilli düýpden, ýokarky böleginde suspenziýany kabul etmek üçin niýetlenen giňşlikden ybaratdyr. Gabaranyň aşaky böleginde we «howaýy» düýpde süzüji gatlak berkidilýär. Süzmek işinde suspenziýa bilen doldurylan gabara gysylan gaz berilýär. Alnan çökündi ýuwulýar, guradylýar we garyşdyryjynyň kömegi bilen gapdalky ýa-da «howaýy» düýbün merkezinde ýerleşýän lükdan çykarylýar.

Bu süzgüçler esasan, orta we gowy süzülýän suspenziýalary bölmekde ulanylýar. Süzgüçleriň jebisligi (germetikligi) we islendik konstruksiýa materiallardan ýasap boljak mümkinçiligi, olary ýangyn we ýarylma howply, kristallaşýan we zäherleýji ysly önümleri bölmekde ulanmak mümkinçiligini ýokarlandyrýar.

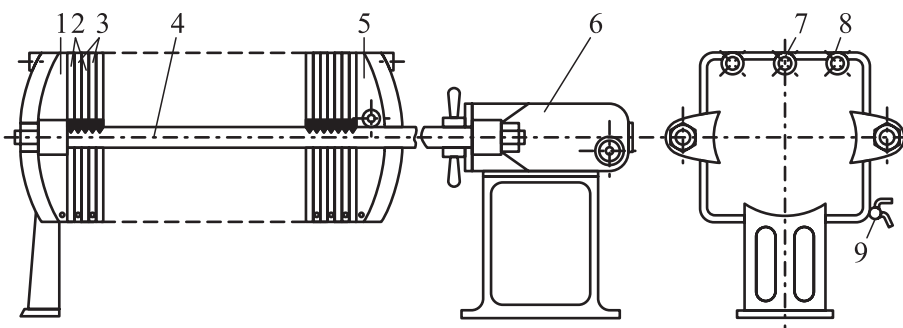
Nutç we druk süzgüçleriň umumy ýetmezçiligi – olaryň süzme üst meýdanynyň kiçiligidir (ulusy $7\div 8\text{ m}^2$ -dan geçmeýär).



3.37-nji surat. Döwürleýin işleýän süzgüçler:

a – nutç-süzgüç; b – druk-süzgüç

Ramaly pres-süzgüç (3.38-nji surat). Bu süzgüçlerde süzüji gatlak bolup, gezekleşdirilip oturdylan ramalaryň (2) we plitalaryň (3) aralyklarynda ýerleşdirilýän gönüburçly kesilen matalar hyzmat edýärler. Plitalar we ramalar dik ýerleşdirilýär we sütünlerden, direg (1) we gysygy (5) plitalardan, iki sany direg pürslerden (4) hem-de gidrawlik ýa-da elektromehaniki gysgyçdan (6) ybarat bolan gurnamada berkidilýärler. Kiçi süzgüçlerde el bilen towanly burumly gysgyç ulanylýar. Süz-güje suspenziýanyň, ýuwujy suwuň we gysylan howanyň berilmegi üçin, plita (1) ştuserler (7, 8) bilen üpjün edilýär. Süzülen önümi aýratyn aýrylýan süzgüçleriň plitalary kranlar bilen (9) üpjün edilýändir.

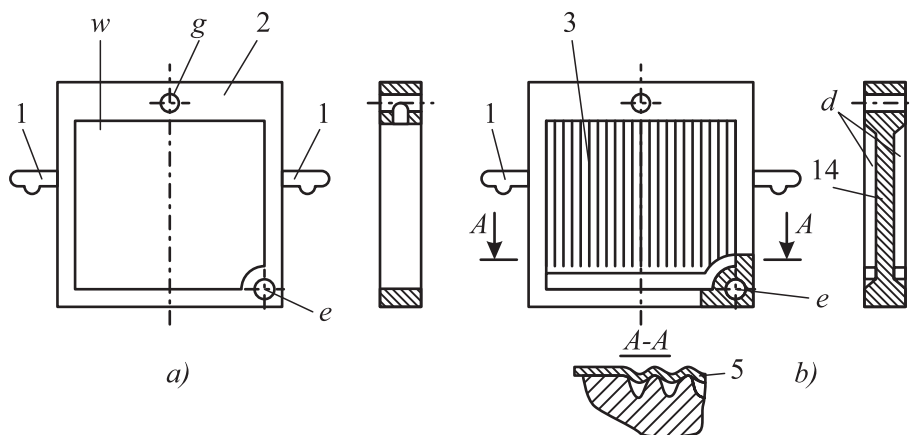


3.38-nji surat. Ramaly pres-süzgüç:

1 – direg plitasy; 2 – ramaly; 3 – plitalar; 4 – pürs; 5 – gysygy plita;
6 – gidrawlik ýa-da elektromehaniki gysgyç; 7, 8 – ştuserler; 9 – kran

Rama (3.40-njy a surat) zowwam geçýän boşluk (w) bilen üpjün edilýär we gyalary (2) tekiz işlenilýändir. 3.39-njy b suratda görkezilen plitada diwar (4) bilen bölünen iki sany çöketlik, çöketlikleriň gyalaryna doly ýetmeýän hem-de süzüji

mata üçin direg bolup hyzmat edýän ramalar oturdylandyr. Plitalar we ramalar öz jüründikleri (1) bilen direg pürslerine söýenýärler.



3.39-njy surat. Pres-süzgüjiň ramasy:

a – rama: 1 – jüründikler; 2 – rama; 3 – plitalar; b – plita: 1 – akdyryjylar; 3 – plitalar; 4 – diwar; 5 – suspenziýany, gysylan howany we ýuwujy suwuklygy bermek üçin, şeýle-de süzülen önümiň (filtratyň) çykarylmagy üçin niýetlenen ýollar

Plitalaryň we ramalaryň gýralary suspenziýany, gysylan howany we ýuwujy suwuklygy bermek üçin, şeýle-de süzülen önümiň (filtratyň) çykarylmagy üçin niýetlenen kanallary (5) emele getiriji (*g* we *e*) ötüklere bilen üpjün edilendir.

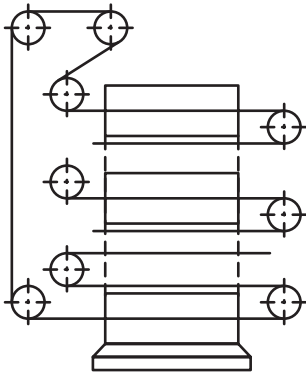
Plitalaryň we ramalaryň materiallary çöýundan, alýuminden, plastmassadan we açaňdan ýasalýar.

Plitanyň galyňlygy matalaryň mehaniki berkligine baglylykda, 25÷50 mm aralykda kabul edilýär. Adatça, olaryň ölçegleri 1×1 m-den geçmeýär. Plitalaryň massasy uly bolmaly däldir, sebäbi olary ýygnamak we sökmek (çökündini düşürmek) işleri el güýji bilen ýerine ýetirilýändir.

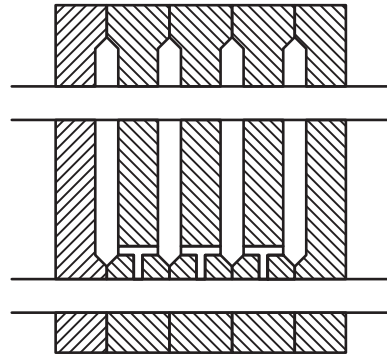
Uly süzgüç-preslerde 50÷60-a çenli plitalaryň we ramalaryň toplumu oturdylýandyr. Bu süzgüçleriň umumy süzüş meýdany 50 m²-a çenlidir.

Süzgüç-presleriň artykmaç taraplary: uly süzme meýdany, basyşyň uly üýtgeşme durmagyny emele getirmek mümkinçiligi, ýygnamak we sökmek işleriniň ýönekeýligi. Döýpli ýetmezçiligi – hyzmat etmede el güýjüniň ulanylýandygy.

Häzirki wagtda FPAKM kysymly süzgüçde (3.40-njy surat) çökündini awtomatlaşdyrylan usulda düşürmek meselesi netijeli çözüldi. Süzgüç-presiň plitalary kese ýerleşýärler, olaryň aralygynda rezin materialdan ýasalan üflenýän gatlar goýulýar. Süzüji üst bolup, plitalaryň aralygyndan egrem-bugram üznüksiz hereket edýän lenta hyzmat edýär. Çökündiniň çökme derejesine baglylykda, plitalaryň toplumu gysylýar we plitalaryň aralygy boýunça lenta hereket edip başlaýar hem-de bu ýagdaýda lentadaky çökündi pyçaklar bilen kesilip aýrylýar.



3.40-njy surat. FPAKM kysymly süzgüç



3.41-nji surat. Kameraly pres-süzgüç

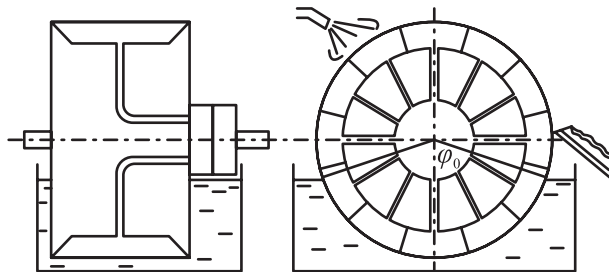
Kameraly süzgüç-pres (3.41-nji surat) gurnalyşy boýunça ramaly süzgüçlere meňzeşdir. Esasy tapawudy, germewlariň ýoklugydyr, ýagny ramaly süzgüç-presiň plitalarynyň gurnalyşyndan tapawut edýän plitalaryň toplumyndan ybaratdyr. Bu süzgüç esasan, süzülmesi kyn bolan, az konsentrasiýalany işlemekde ulanylýandyr.

3.12.4. Üznüksiz işleýän süzgüçler

Üznüksiz işleýän süzgüçlere aşakdakylar degişlidir:

- a) baraban görnüşli wakuum-süzgüçler;
- b) basyş astynda işleýän baraban görnüşli süzgüçler;
- ç) diskli süzgüçler;
- d) lentaly süzgüçler;
- e) «tarelkaly» wakuum süzgüçler;
- ž) aýlawly süzgüçler.

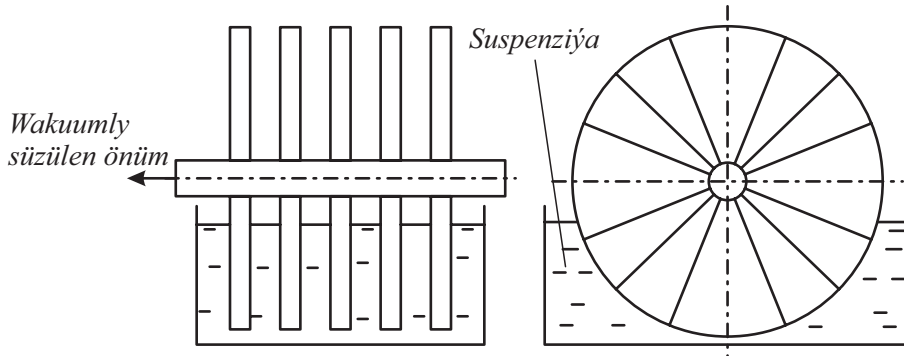
Daş ýüzi süzüji bolup hyzmat edýän baraban görnüşli wakuum süzgüçler (3.42-nji surat). Bu süzgüçleriň diametri 3,5 m, uzynlygy 8 m we süzüş meýdany $5 \div 100 \text{ m}^2$ aralykda bolýandyr. Barabanyň legeniň (korytonyň) içine çümdürilme burçy suspenziýanyň konsentrasiýasyna we ýagdaýyna baglydyr.



3.42-nji surat. Baraban görnüşli wakuum süzgüç

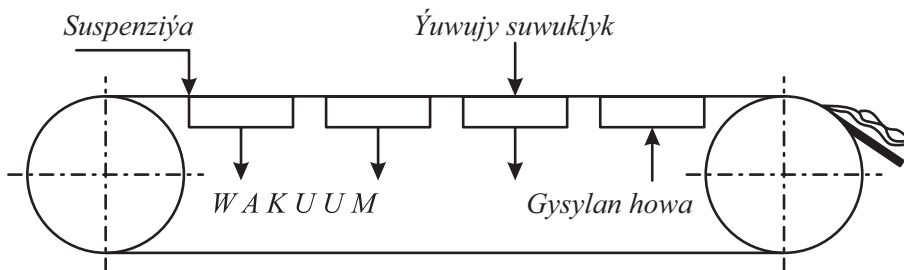
Çümdürilme burçy kiçi bolan ($80\div 100^\circ$) süzgüçler ýeňil süzülýän suspenziýalar üçin niýetlenendir. Agyr süzülýän suspenziýalar üçin çümdürilme burçy takmyndan 200° -a deňdir. Gaty fazaly pes konsentirlenen suspenziýalar üçin niýetlenen süzgüçleriň çümdürilme burçy $210\div 270^\circ$ aralykdadyr.

Diskli wakuum süzgüçler. Bu süzgüç boş wala setir oturdylan disklerden ybaratdyr (3.43-nji surat). Diskleriň gapdal üstlerine süzüji mata bilen örtülen sektorlar berkidilýär. Diskleriň ýüzüne ýyganan çökündi pyçaklaryň kömegi bilen kesilip aýrylýar. Baraban görnüşli wakuum süzgüçlere garanyňda, bu süzgüçleriň süzüş meýdany uludyr we süzüji matalaryny basym çalşyp bolýandyr.



3.43-nji surat. Diskli wakuum-süzgüç

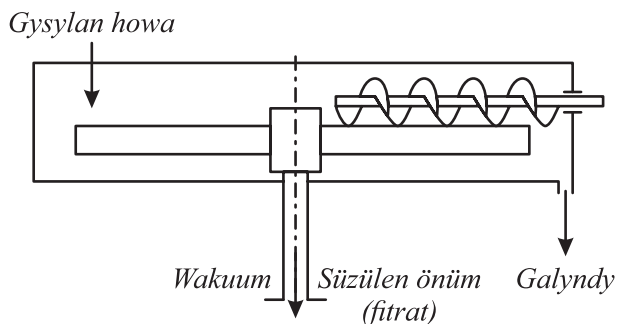
Lentaly süzgüçler (3.44-nji surat). Bu süzgüçler dürli ölçeglerde ýasalýar we stol görnüşinde bolmak bilen, onuň üstünde süzülen önümi (filtraty) we ýuwujy suwuklygy aýyrmak üçin wakuum-kameralar oturdylýar. Süzüji mata rezin garyndyly deşik-deşik lentany örtýär. Gyralarynda bolsa goramak üçin germewler ýerleşdirilendir. Lentanyň ortasynda süzujini setirleýin böleklere bölýän kese ramalar ýerleşdirilýär. Lentaly süzgüçlerde çökündide emele gelýän jaýryklary (jaýryklar wakuumyň peselmegine getirýär) tekizlemek üçin ýörite gurallar şeýle-de guratmagyň täsirli bolmagy üçin sandyadyjylar bilen üpjün edilýändir. Çökündini zyňýan oklawda bölünmegiň gowuy geçmegi üçin, ony içki kameraly ýasaýarlar. Bu kamerany üfleme üçin oňa gysylan howa ýa-da bug berilýär. Bu süzgüçleriň süzüş meýdany $3,2\div 10\text{ m}^2$; lentanyň ini $0,5\div 1,25\text{ m}$; umumy beýikligi bolsa 10 m-e çenli bolýandyr.



3.44-nji surat. Lentaly süzgüçler

Artykmaç taraplary: agyrylyk güýjüniň täsirinde uly bölejikleri çökdürmegiň mümkinçiligi (muňa baglylykda, süzmeklik tizleşýär); ýuwmak işiniň tagaşykly bolmagy; ýuka gatlakly çökündileri işläp boljak mümkinçiligi.

Ýetmezçilik taraplary: süzüş meýdanynyň kiçiligi; süzüş üstüniň ulanylma koeffisiýentiniň kiçiligi; suspenziýanyň berilmeginiň berk gözegçilikde bolmagy; süzülen önümiň (filtratyň) bulanyk bolmagy; süzülýän suspenziýanyň sowamagy.



3.45-nji surat. Tarelkaly wakuum süzgüç

Tarelkaly wakuum süzgüç (3.46-njy surat). Bu süzgüçde düzüminde esasan, agyr we iri däneli materiallar (magdanlaryň konsentratlary, daş kömür we beýleki gödek suspenziýalar) bar bolan suspenziýalary bölmek üçin ulanylýar. «Tarelkanyň» hereketlendirijisi aýlanma ýygylgyny sazlamaga mümkinçilik berýär. Süzüji gatlak hökmünde plastmassadan ýa-da metaldan ýasalan torlar, şeýle-de dykyz däl mata ulanylýar. Mata bilen dartylyp örtülen diskler suspenziýa guýulýar. Diskiň doly aýlanmasyndan soň, çökündi pyçaklar bilen kesilip aýrylýar. Bu süzgüçleriň süzüş meýdany $2,3 \div 74,3 \text{ m}^2$ aralykdadyr.

Artykmaç taraplary: gaty fazanyň gaty bölejikleriniň öz erkine çökmek ugrunyň süzmekligiň ugry bilen gabat gelýändigini sebäpli, süzmekligiň tizleşmegi; ýuwmaklygyň tagaşyklylygy; ululygy boýunça birmeňzeş däl bölejikli suspenziýalary süzmekligiň mümkindigi.

Ýetmez taraplary: ölçegleriniň ululygy; süzüjiň merkezinde we gyrasynda çyzyklaýyn tizliginiň tapawutlydygy sebäpli, çökündini deňölçegli ýuwmaklygyň kynlygy; süzüş meýdanynyň kiçiligi; çökündini goparmagyň kynlygy; süzüji mata-ny regenerirlemegiň kynçylygy.

3.12.5. Sentrifugirlmek

Sentrifugirlmek – bu sentrifuganyň aýlanýan barabanynda döredilýän merkezden daşlaşýan güýçleriň meýdanında birmeňzeş däl ulgamlary bölmek prosesidir. Sentrifugalarda örän dürli görnüşli birmeňzeş däl suwuk ulgamlar bölünýän-

dir, ýagny nebit, çalgý we ösýmlik ýaglary, duzlaryň kristallarynyň garyndysy, daş kömrüň küli, krahmalyň suspenziýasy we beýlekiler.

Sentrifugal esasy iki topara bölünýärler: süzujiler we çökdürijiler. Çökdüriji sentrifugalaryň tapawutly aýratynlygy, onuň aýlanýan barabanynda bütewi diwarynyň barlygydyr. Bu ýagdaýda suspenziýalary ýa-da emulsiýalary bölmek, dispers fazanyň çökmegi ýa-da ýokaryk galmagynyň hasabyna amala aşyrylýar.

Süzüji sentrifugal diňe suspenziýalary bölmek üçin niýetlenendir. Olaryň barabanynyň iç ýüzünde süzüji gatlak bilen örtülen deşik-deşik diwary bardyr. Hereket ediş güýjüniň ululygy boýunça süzüji sentrifugal süzüji-preslerden 2÷4 esse uludyr (basyşlarynyň tapawudy 1÷2 MPa ýetýändir). Süzüji sentrifugalaryň süzgüçlerden esasy aýratynlygy – çökündiniň netijeli guradylmagydyr. Mysal üçin, duzlaryň kristallarynyň merkezleşdirmesinde çökündiniň çyglylygy 1÷2%-den geçmeýär.

Sentrifugalaryň ýetmezçilikleri: aýlanýan rotoryň we onuň diregleriniň barlygy, hereketlendirijä harçlanýan energiýanyň ýokarylygy we süzüş üstüniň çäklenendirilendigidir. Sentrifuganyň esasy parametrleriniň biri bölme faktory (Frudyň kriteriýasy) bolup durýar. Bu ululyk merkezden daşlaşýan güçleriň meýdanynda bolup geçýän ýagdaýyň şoňa meňzeş grawitasiýa meýdanynda bolup geçýän ýagdaý bilen deňeşdirilende, önümlilik derejesini häsiýetlendirýän ululygydyr, ýagny:

$$K_{böl} - F_{m.baş} / F_{graw} = \omega^2 \cdot r \cdot (m - m_1) / g (m - m_1). \quad (3.68)$$

Bu ýerde:

$K_{böl}$ – bölme faktory;

$F_{m.daş}$ – merkezden daşlaşýan güýçleriň meýdany, m^2 ;

F_{graw} – grawitasiýa güýçleriň meýdany, m^2 ;

ω^2 – rotoryň aýlaw tizligi, rad/s;

r – rotoryň radiusy, m;

m – bölünýän bölejikleriň massasy, kg;

m_1 – bitewi fazanyň bölejikler tarapyndan gysylan massasy, kg.

$$\omega = 2\pi n, \quad (3.69)$$

onda

$$K_{böl} = 4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot r / g \approx 4 \cdot n^2 \cdot r \approx 2 \cdot n^2 \cdot D, \text{ ýagny } \pi^2 \approx g \text{ deňdir,} \quad (3.70)$$

bu ýerde: n – sentrifuganyň rotorynyň aýlaw sany, s^{-1} ; D – rotoryň diametri, m.

Bölme faktorynyň ululygyna baglylykda, sentrifugal aşakdaky görnüşlere bölünýärler:

a) haýal aýlawly – $K_{böl} < 1000$;

b) aralyk (normal) aýlawly – $1000 < K_{böl} < 3500$;

ç) ýokary tizlikli – $K_{böl} > 3500$.

Çökdüriji sentrifugalaryň öndürijiligi, barabanda suspenziýanyň bölejikleriniň hakyky çökme tizligi boýunça ýa-da şol bölejikleriň öz agramyna çökme tizligi boýunça hasaplanylýar. Soňky ýagdaýda sentrifuganyň öndürijiliginiň indeksi (Σ) ulanylýar.

Çökdürijiniň öndürijiligi bolar:

$$Q_{\text{çök}} = S_{\text{çök}} \cdot \mathcal{G}_{\text{çök}} \quad (3.71)$$

onda muňa meňzeşlikde sentrifuganyň öndürijiligi bolar:

$$Q_s = S_s \cdot \mathcal{G}_s = 2 \cdot \pi \cdot r_{\text{suw}} \cdot L \cdot \mathcal{G}_s \quad (3.72)$$

bu ýerde r_{suw} – suwuklygyň aýlanma radiusy, m; $\mathcal{G}_{\text{çök}}$ – grawitasion çökdürmegiň tizligi, m/s; \mathcal{G}_s – merkezden daşlaşma güýçleriň meýdanynda çökdürmegiň tizligi, m/s; $S_{\text{çök}}$; S_s – çökdürijide we sentrifugada suspenziýanyň enjama berilýän turbasyň kese kesiginiň meýdany, m²; L – sentrifugirlenýän gatlagyň galyňlygy, m.

$Q_s = Q_{\text{çök}}$ şerte baglylykda,

$$\Sigma = S_{\text{çök}} = S_s \cdot \mathcal{G}_s / \mathcal{G}_{\text{çök}} \quad (3.73)$$

Eger-de çökdürijide we sentrifugada bölejikleriň akma düzgüni (režimi) laminar bolsa, onda

$$\mathcal{G}_s / \mathcal{G}_{\text{çök}} = \omega_2 \cdot r / g = K_{\text{böl}} \quad (3.74)$$

muňa baglylykda

$$\Sigma = S_s \cdot K_{\text{böl}} \quad (3.75)$$

Sentrifuganyň takyk gurnamasy üçin $r_{\text{suw}} = D/2$ diýlip kabul edilýär.

Onda öndürijiligiň nominal indeksi bolar:

$$\Sigma_n = 2 \cdot \pi \cdot n^2 \cdot D^2 \cdot L \quad (3.76)$$

Σ we $\mathcal{G}_{\text{çök}}$ -niň belli bahalary boýunça sentrifuganyň nazary öndürijiligini edil ekwiwalent çökdürijiniň öndürijiligi ýaly hasaplanylýar:

$$Q_{\text{naz}} = \mathcal{G}_s \cdot \Sigma \quad (3.77)$$

Käbir faktorlar öndürijiligi peselidýärler, ýagny barabandan suwuklygyň sarkmagy, suwuklygyň dikligine deňölçeşsiz akmagy, bölejikleriň şekiliniň deň dälidigi, suwuklygyň berilýän we guýulýan ýerinde tüweleyiň (towlanmagyň) emele gelmegi, rotoryň sandyramasy we beýlekiler. Şonuň üçin hem hakyky öndürijilik bolar:

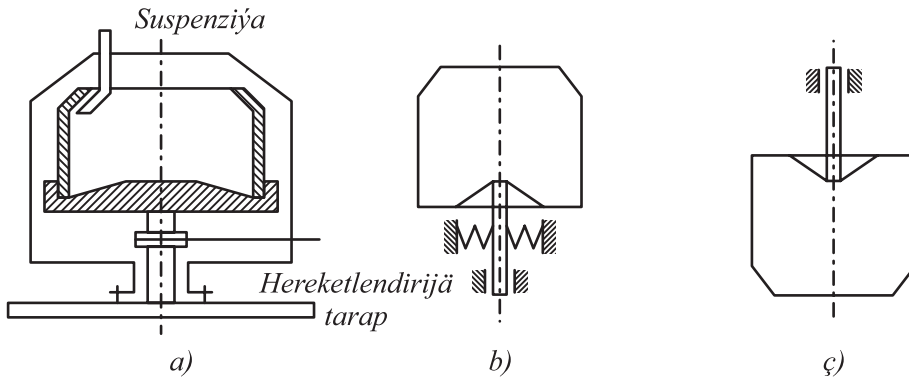
$$Q_{\text{hak}} = \xi_s \cdot Q_{\text{naz}} \quad (3.78)$$

bu ýerde: ξ_s – birlikden kiçi bahadaky tejribe koeffisiýenti, ýokary tizlikli turba görnüşli sentrifugalar üçin $\xi_s = 0,375$; çökdürijisi burum şekilli sentrifugalar üçin

$\xi_s = 0,216$ deňdir. Süzüji sentrifugalary üçin hem öndürilijligiň indeksniň hasaplaa masy ýokarda görkezilişi ýaly alnyp gidilýär, munuň fiziki manysy bolmasa-da, sentrifugalary deňeşdirmäge mümkinçilik berýär.

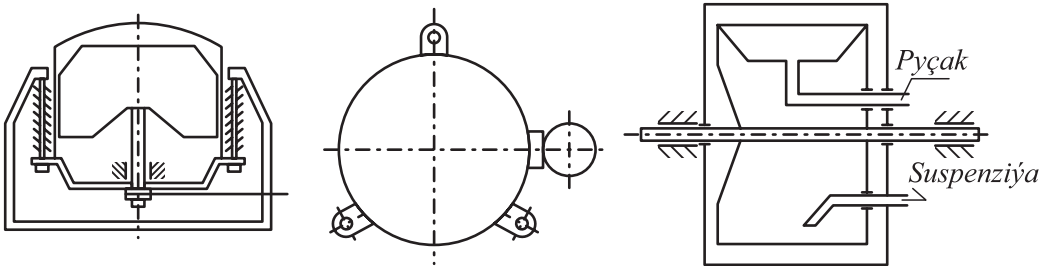
3.12.6. Döwürleýin işleýän sentrifugalary

Podşipnikleri berk berkidilen dik sentrifuga (3.46-njy surat) çökdüriji hem süzüji bolup bilýändir. Sentrifugalaryň islendik beýleki kysymalarynda (3.47-nji we 3.48-nji suratlar) togtadyjynyň (tormozyň) öçürilmedik we gapagyň açyk ýagdaýynda elektrik hereketlendiriji işe goýberilmez ýaly, togtadyjy we elektrik hereketlendiriji böwetlenýändir. Muňa meňzeşlikde, elektrik hereketlendiriji işe goýberilgi ýagdaýynda togtadyjyny işe goýbermek we gapagy açmak gadagandyr. Döwürleýin işleýän sentrifugalaryň hemmesi çökündini el bilen döwürleýin düşürmek düzgününde (režimde) işleýändir.



3.46-njy surat. Dik sentrifugalaryň shemasy:

a – podşipnikleri berk berkidilen sentrifuga; b – maýyşgak podşipnikli; ç – asylýan sentrifuga



3.47-nji surat.
Süzüji sentrifuganyň shemasy

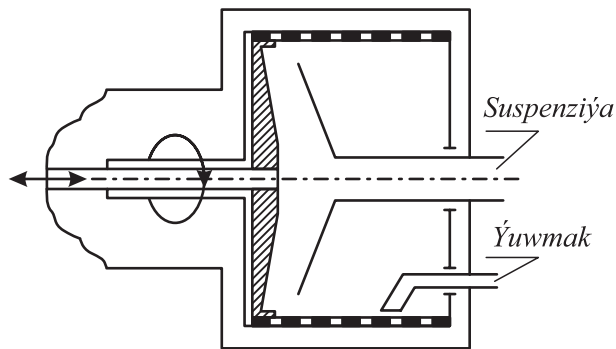
3.48-nji surat.
Awtomatlaşdyrylan sentrifuganyň shemasy

Awtomatlaşdyrylan sentrifugalar üznüksiz işleýändirler, yöne çökündini döwürleýin düşürmek mehanizmeleşdirilendir. Awtomatlaşdyrylan sentrifugalaryň barabanynyň diametri 800, 1200, 1800 mm-de ýasalýandyr. Bölme faktory $K_{bol} = 1300; 810; 520$.

3.12.7. Üznüksiz işleýän sentrifugalar

Çökündini pulsirlemek bilen düşürýän sentrifugalar (3.49-njy surat). Bu sentrifugalar düzümindäki gaty bölejikleriniň ölçegi 0,1 mm-den geçmeýän suspenziýalary bölmek üçin niýetlenendir. Häzirki wagtda önümçilige goýberilýän bu kysymdaky sentrifugalar bir, iki we köp akymly (kaskadly) bolýarlar. Bu sentrifugalaryň esasy artykmaç taraplary: täsiriniň üznüksizligi, harçlanýan energiýanyň we metalyň az möçberliligi, gaty fazany uly bolmadyk bölekler bölmegi (otnositellikde), çökündini guratmak derejesiniň gowulygy we ýuwmaklygynyň netijelidigidir.

Ýetmezçilik tarapy: süzülen önüm (filtrat) bilen gaty fazanyň köp äkidilmegi.



3.49-njy surat. Çökündini pulsirlemek bilen düşürýän sentrifuga

Bir akymly (kaskadly) sentrifugalar yönekeý we arzandyr, yöne köp akymla (kaskadla) garanynda netijeliligi pesdir. Bu sentrifugalaryň rotorynyň diametri 400÷1600 mm aralykdadyr. Bu sentrifugalarda maýda kristally ýa-da az dispergirenýän amorf suspenziýalary işlemek gadagandyr.

Çökündiniň çyglylygynyň we ýuwulma derejesiniň üýtgemezligi üçin, suspenziýadaky gaty fazanyň konsentrasýasy we onuň berilme tizligi hemişelik bolmalydyr. Suspenziýanyň az konsentrasýasynda ol süzülip ýetişmeýär, bu bolsa çökündiniň ýuwlup, gopmagyna getirýär we suwuklygyny çökündiniň bunkerine düşmegine eltýär. Başga tarapdan, suspenziýanyň has köp konsentrasýasy onuň akyjlygynyň peselmegine we baraban boýunça çökündiniň deňölçegsiz paýlanmagyna getirýär, bu bolsa rotorda sandyramany döredýär.

Şeýlelikde, her suspenziýa üçin konsentrasýanyň iki çägi bardyr: aşaky we ýokarky.

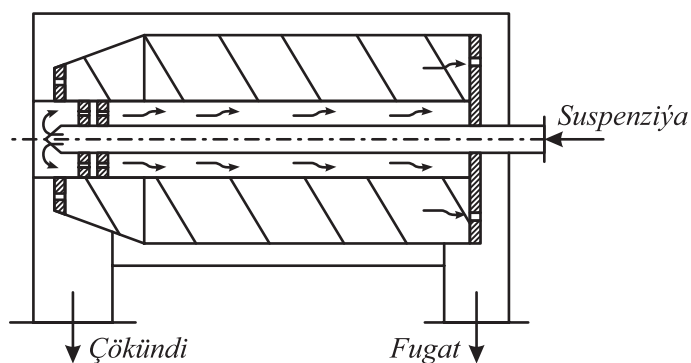
3.12.8. Burumly sentrifuga

Bu sentrifuga (3.50-nji surat) çöküriji sentrifuga bolmak bilen, onda çökündi burumyň kömegi bilen düşürilýär. Bu sentrifugalary eremeýän gaty fazaly suspenziýany we düzüminde bölejikleriň ölçegi 5-den 1000 mkm, göwrümleýin konsentrasiýasy 1-den 40%-e çenli bolan suspenziýalary bölmekde giňden ulanylýandyr. Suspenziýanyň we çökündiniň hereketiniň ugry boýunça sentrifugalary göni we garşylyklaýyn akymly bolýarlar.

Sentrifugalaryň rotorlary silindr ýa-da konus görnüşde bolmak bilen, dik ýa-da kese oturdylýar. Bu sentrifugalary iki topara bölünýär:

a) tiz aýlanýanlar (çökündi boýunça öndüriligi 0,3÷20 t/sag, bölme faktory 3000-den uly däl);

b) haýal aýlanýanlar (çökündi boýunça öndüriligi 35÷100 t/sag, bölme faktory 150÷ 800 aralykda).



3.50-nji surat. Burumly sentrifuga

Birinji topara degişli maşynlar himiýa önümçiliginde giňden ulanylýar, ikinji topara degişliler bolsa kömri gazyp alýan önümçilikde köp ulanylýandyr.

Gaty çökündini geçirmek üçin baraban we burum biri-birine ýakyn ýygyllykly aýlaw bilen aýlanýarlar. Bu bolsa dişli ýa-da ýörite reduktorlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Çöküriji sentrifugalary niýetlenişi boýunça üç topara bölünýär: guradyjylar; köpugurly (uniwersal) we durlaýjylar. Guradyjylar, bölejikleriň ölçegleri 25 mkm-den kiçi bolmadyk ýokary konsentrirenen suspenziýalary bölmek üçin niýetlenendir.

Bularyň esasy artykmaç taraplary, çökündi boýunça ýokary öndüriligi we çökündiniň çyglylygynyň pes bolýanlygydyr. Bu sentrifugalaryň bölme faktory 2000-e çenlidir. Çökündini ýuwmaklyk diňe şu sentrifugalarda göz önünde tutulandyr.

Köpugurly sentrifugalary bölejikleriň ölçegleri 10 mkm-den uly bolmadyk pes we orta konsentrasiýaly suspenziýalary bölmek üçin niýetlenendir. Bölme faktory 2000÷3000 aralykdadyr.

Durlaýjylar ýokary dispersli gaty fazaly pes konsentrlenen suspenziýalary arassalamak üçin niýetlenen bolup, olaryň bölme faktory 2500. Durlaýjylaryň suspenziýa boýunça öndürijiligi ýokarydyr we olarda arassa fugat (suspenziýadan bölünip alnan suwuklyk) alyp bolýandyr.

Bulardan başga-da, çökündini inersiýa güýji bilen ýa-da sandyrama bilen düşürýän sentrifugalar bardyr.

3.12.9. Döwürleýin işleýän çökdüriji sentrifugalaryň tehnologik hasaplamasy

1. Barabanyň doly göwrümi:

$$V_b = \pi \cdot R^2 \cdot L, \quad (3.79)$$

bu ýerde: R – rotoryň daşky radiusy, m; L – rotoryň diwarynyň beýikligi, m.

2. Barabandaky materialyň gatlagynyň içki radiusy:

$$r_1 = R \cdot \sqrt{m}, \quad (3.80)$$

bu ýerde m – barabanyň dolma derejesi.

3. Barabandaky materialyň göwrümi:

$$V_m = \pi \cdot (R^2 - r_3^2) \cdot L = \pi \cdot R^2 (1 - m) \cdot L. \quad (3.81)$$

4. Barabandaky materialyň ortaça radiusy:

$$r_{ort} = \frac{R + R \cdot \sqrt{m}}{2} R \left(0,5 + \frac{\sqrt{m}}{2} \right). \quad (3.82)$$

5. Bölme faktory:

$$K_{böl} = \frac{\omega^2 \cdot r_{ort}}{g} = \frac{n^2 \cdot r_{ort}}{900}, \quad (3.83)$$

bu ýerde: n – rotoryň aýlanma ýygylgy, aýl/min; ω – rotoryň aýlaw tizligi, rad/s.

6. Stoksyň kanuny boýunça bölejikleriň çökme tizligi:

$$W_0 = \frac{d^2 \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot K_{böl}}{17 \cdot \mu}, \quad (3.84)$$

bu ýerde: d – bölejikleriň diametri, m; ρ_1 – gaty fazanyň dykzlygy, kg/m³; ρ_2 – suwuk fazanyň dykzlygy, kg/m³; μ – suwuklygyň dinamiki şepbeşikligi, Pa·s; g – erkin gaçmanyň tizlenmesi, m/s².

7. Çökdürmek prosesiniň dowamlylygy:

$$\tau_{\text{çök}} = \frac{R - r_1}{W_0}. \quad (3.85)$$

8. Sentrifugirlemegiň umumy dowamlylygy:

$$\sum \tau = \tau_{\text{çök}} + \tau_{\text{iş.goy}} + \tau_{\text{tog}} + \tau_{\text{düş}}, \quad (3.86)$$

bu ýerde: $\tau_{\text{iş.goy}}$ – sentrifugany işe goýbermegiň wagty, sag; τ_{tog} – sentrifugany saklamagyň wagty, sag; $\tau_{\text{düş}}$ – sentrifugadan çökündini düşürmegiň wagty, sag.

9. Çökdüriji sentrifuganyň öndürijiligi:

$$Q = \frac{m \cdot V_b}{3600 \cdot \sum \tau}. \quad (3.87)$$

10. Elektrik hereketlendirijiniň kuwwaty:

$$N_E = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \quad (3.88)$$

bu ýerde N_1 – barabanyň inersiýasyny ýeňip geçmek üçin kuwwat,

$$N_1 = \frac{M_b \cdot W^2}{4 \cdot \tau_{\text{iş.goy}}}; \quad W = \omega \cdot R = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30}, \quad (3.89)$$

bu ýerde: M_b – barabanyň massasy, kg.

N_2 – materialyň massasynyň inersiýasyny ýeňip geçmek üçin kuwwat,

$$N_2 = \frac{\rho_{\text{ön}} \cdot V_b \cdot W^2}{4 \cdot \tau_{\text{iş.goy}}}, \quad (3.90)$$

N_3 – podşipniklerde sürtülmäge harçlanýan kuwwat,

$$N_3 = f \cdot M_u \cdot g \cdot W_{\text{wal}}, \quad (3.91)$$

bu ýerde: f – sürtülme koeffisiýenti (0,7÷0,1); M_u – sentrifuganyň we önümiň umumy massasy, kg; W_{wal} – walyň töwerekleýin tizligi, rad/s.

N_4 – howanyň garşylygyny ýeňip geçmek üçin harçlanýan kuwwat,

$$N_4 = 10^{-8} \cdot R^5 \cdot n^3 \approx 9 \cdot 10^{-5} \cdot \omega^3 \cdot R^5. \quad (3.92)$$

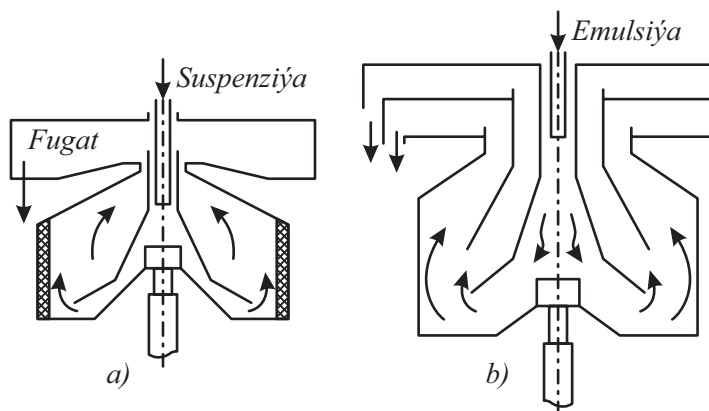
Onda elektrik hereketlendirijiniň kuwwaty:

$$N_{\text{El.her}} = \frac{N_E}{\eta}; \quad \eta = 0,8 \div 0,9. \quad (3.93)$$

3.12.10. Separatorlar. Çygly bölüjiler

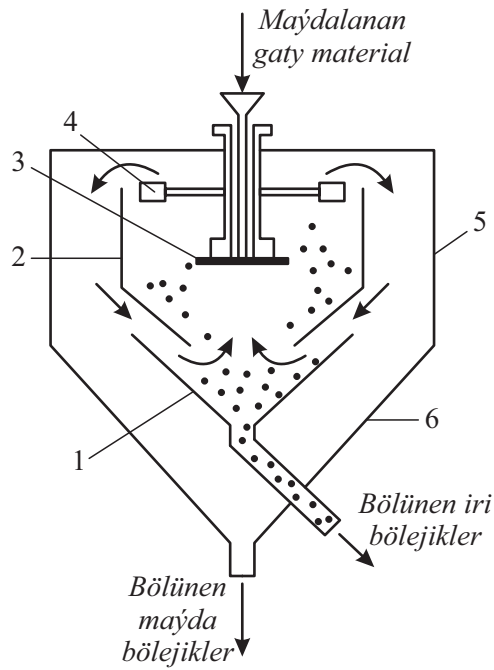
Separatorlar (3.51-nji a we b suratlar) emulsiýalary, şeýle-de böljekleriniň ölçegleri 0,1 mkm-den kiçi bolmadyk pes konsentrlenen suspenziýalary bölmek üçin niýetlenendir. Gaty materiallary bölmekde separatorlaryň aşakdaky görnüşleri ulanylýandyr.

Howa separatory (3.52-nji surat). Bu separatorda gaty materiallary bölmegiň grawitasiýa usuly ulanylýandyr. Separator konus şekilli düýp (6) bilen birleşdirilen silindrdən (5) ybaratdyr. Silindriň (5) içinde konus düýpli (1) içki silindr (2) ýerleşdirilen. Onuň içinde «tarelka» (3) we wentilýatoryň perleri (4) oturdylýar. Wentilýator elektroherketlendirijiniň kömegi bilen herekete getirilýär. «Tarelka» bilen wentilýatoryň perleri aýlananda, separatoryň içinde howa akymly emele gelýär (akymlyaryň ugry suratda görkezilen). Maýdalan material aýlanyp duran «tarelka» berilýär we içki silindriň kesimi boýunça zyňlýar. Materialyň maýdajyk böljekleri howa akymy bilen alnyp gidilýär we daşky hem-de içki silindrleriň arasyndaky boşluga çykarylýar. Ol ýerde böljekler tizligini ýitirýär we diwarlara urlup, aşak gaçýar hem-de konusdan (6) maýdalanan fraksiýa görnüşinde çykarylýar. Iri böljekler içki silindrde aşaklygy-na gaçýar we içki konusdan (1) daşyna, ýagny täzedden maýdalamak üçin iberilýär.



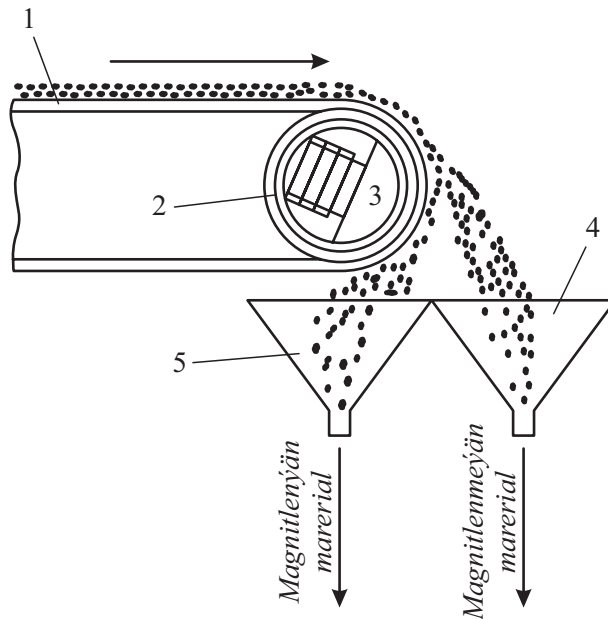
3.51-nji surat. a – bir kameraly durlaýjy separator;
b – bir kameraly bölüji separator

Magnitli bölme. Bu usul, esasan, magnitli tutulýan materiýalary magnitli tutulmaýan materiallardan bölmek üçin we magdanyň düzümine tötanleýin düşen polat jisimleri aýyrmak üçin niýetlenendir. Magdany bölmek elektromagnit separatorlarda amala aşyrylýar (3.53-nji surat). Material maýdalanandan soň hereket edýän lentaly transportýora (1) düşýär. Transportýoryň elektromagnit (3) oturdylan barabany (2) bolýar. Haçan-da lenta barabanyň üst ýüzi bilen galtaşanda, materialyň magnit bilen çekilmeyän böljekleri lentadan magnitlenmeyän materiallar üçin niýetlenen gaba (4) dökülýär, materialyň lentanyň ýüzüne ýelmeşen magnitlenýän böljekleri bolsa, lenta barabanyň magnitli üstünden doly geçýänçä lenta bilen gidýärler.



3.52-nji surat. Howa separatory:

1 – içki konus; 2 – içki silindr; 3 – «tarelka»; 4 – wentilyatoryň perleri;
5 – daşky silindr; 6 – daşky konus

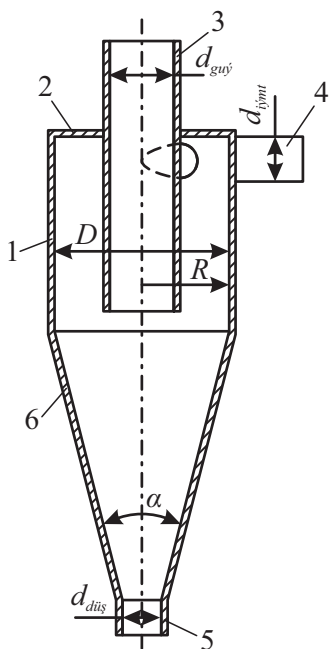


3.53-nji surat. Elektromagnit separatory:

1 – transportýor; 2 – aýlanýan baraban; 3 – elektromagnit;
4 – magnitlenmeyän materiallar üçin gap; 5 – magnitlenyän materiallar üçin gap

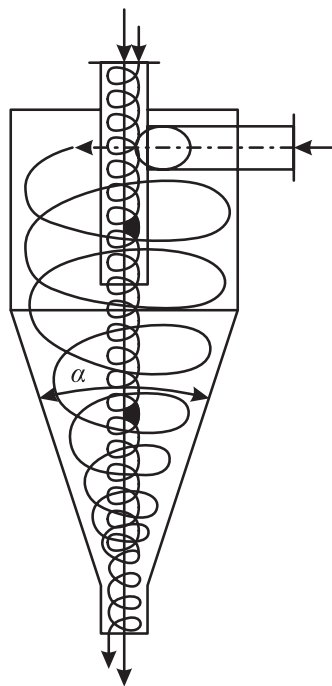
Haçan-da lenta barabanyň magnitli üstünden geçenden soň, ol bölejikler magnitlenýän materiallar üçin niýetlenen gaba (5) dökülýärler. Bu usulyň ýetmezçiligi, diňe magnit bilen tutulýan bölejikleri tutup bolýanlygy.

Gaty däneleýin materiallary bölmegiň usullary, çig maly düzüjileriň düzüminiň fiziki we himiki häsiýetleriniň tapawutlaryna esaslanýar, ýagny dyklyzlygyna, gatylygyna, ereýjiligine, eremek we pyramak temperaturasyna, elektrik geçirijiligine, magnitli bölünmegine, dürli suwuklyklarda bölünmegine we beýlekilere.



3.54-nji surat. Silindr-konusly çygly bölüji:

1 – silindr bölegi; 2 – gapak; 3 – ýokarky guýulma patrubka; 4 – iýmitlendiriji patrubka; 5 – düşürilýän patrubok; 6 – konus bölegi



3.55-nji surat.

Suwuklygyň geçip giden yzynyň shemasy

Çygly bölüjiler (3.54-nji surat) – bu enjamlarda birmeňzeş däl suwuk ulgamlary bölmek üçin suwuklygyň towanýan akymynda döreyän merkezden daşlaşýan güýçleriň meýdany peýdalanylýandyr. Bu ýagdaýda bölme faktory 500÷2000 aralykdadyr. Gidrosiklonlar suspenziýalary goýaltmak, durlamak we toparlara bölmek üçin niýetlenendir. Enjamyň gurnawy 3.54-nji suratda görkezilendir. Enjam ýokarky gapak (2) bilen ýapylan silindr bölekden (1) we konusdan (6) ybaratdyr. Enjama suspenziýa basyş bilen gapagyň (2) aşagynda gabara tangensial ýerleşdirilen iýmitlendiriji patrubka (4) boýunça berilýär. Goýaldylan önüm aşakda ýerleşen düşürme patrubkadan (5) çykarylýar, durlanan önüm bolsa ýokarda ýerleşýän guýulma patrubkanyň (3) üsti bilen çykarylýar.

Suspenziýanyň endigan aýlanma hereketiniň hasabyna ýüze çykyan merekezden daşlaşýan güýjüň täsiri astynda, gaty fazanyň iri we agyr bölejikleri enjamyň diwarynyň iç ýüzüne tarap zyňlýar we spiral geçip giden zýy boýunça (3.55-*nji surat*) konus bölege (6) geçýär, soňra düşürme patrübkanıň (5) üsti bilen çykarylýar. Ýeňil bölejikler bolsa suwuklygyň radial akymy bilen enjamyň okuna tarap hereketde bolýar we ýokaryk galýan durlanan akym bilen guýulma patrübkasýndan (3) çykarylýar.

Enjamyň gurnawy ýönekeý, tagaşykly (kompakt), ýasamak ýeňil we ulanylyşda ýönekeýdir. Enjamyň diametri 50÷100 mm, onuň silindr böleginiň beýikligi, takmynan, diametrine deňdir, konuslyk burçy 10÷20° aralykdadyr. Enjamyň gulluk möhletini uzaltmak üçin onuň iç ýüzüni iýilmä durnukly materiallar bilen *futerowka* edýärler.

Futerowka (nemesçe Futter – içlik diýen manyny berýär), ýagny enjamyň iç ýüzüne gorag örtügi örtmekdir.

Enjamyň aralyk işleme üçin $d_{düş} / d_{güý}$ gatnaşyk uly orna eýedir, adatça, ony 1,66÷3,33 aralykda kabul etmek teklipe edilýär. Bu gatnaşygy üýtgetmek bilen, enjamyň işini sazlap bolýandyr. Şeýle-de, enjamyň netijeli işleme, onuň gabarasynyň we patrübkalarynyň diametrine, konuslyk burçuna, girimdäki basyşa, suspenziýanyň konsentrasiýasyna, gaty bölejikleriň ölçeglerine, gaty we suwuk fazanyň dykzlygyna baglydyr.

Enjamyň diametrini ulaltmak bilen, onuň öndürilijligini ýokarlandyryp bolýar, ýöne bölünmegiň hil görkezijileri ýaramazlaşýar, şonuň üçin hem käbir suspenziýalary işlemekde kiçi diametrdäki gidroaýlawlar ulanylýandyr.

3.13. Gazlary arassalamak

Birmeňzeş däl gaz ulgamlaryny bölmek işi öwrenilende, ilki bilen iki fazaly ulgamlar göz önünde tutulýandyr, şonuň üçin hem «iki fazaly ulgam» diýlip nämä aýdylýandygyna düşünmelidir. Iki fazaly ulgamlar diýlip, aşakdakylar kabul edilendir:

1. *Tozanlar* – bular bölejikleriniň diametri 5÷500 mkm aralykda bolan howadaky *geterogen* garyndydyr.

2. *Tüsseler* – bular ýanmagyň we käbir himiki reaksiýalaryň netijesinde emele gelýän we bölejikleriniň diametri 0,1÷5 mkm aralykda bolan howadaky ulgamdyr.

3. *Dumanlar* – bular adatça, buglaryň kondensirlenmeginde ýa-da suwuklygyň gazly gurşawda pürkilmeginde emele gelýän, suwuklyk damjalarynyň ölçegleri 0,3÷5 mkm aralykda bolan howada dispergirlenen ulgamdyr.

4. *Aerozollar* – bular gaty ýa-da suwuk bölejikleriniň ölçegleri 0,1÷1 mkm aralykda bolan, gaz halyndaky dispers gurşawly we dispers fazaly iki fazaly ulgamlardyr.

Iki fazaly ulgamlaryň bölünme ýagdaýynda doly göz ýetirmek üçin fazalaryň her biriniň düzümini we fazalaryň mümkin bolýjak galtaşma görnüşini hökmany bilmedir. Iki fazaly ulgamlaryň esasy komponentleriniň biri-de olaryň düzümindäki gaty bölejiklerdir. Şonuň üçin hem tozan-gazly ulgamlary bölmek usuly, şeýle-de gazlary tozandan arassalaýjy enjamlar saýlanylanda, ilki bilen gaty bölejikleriň fiziki häsiýeti göz önünde tutulýandyr. Gaty bölejikleriň fiziki häsiýetleri aşaklyardyr:

1. Tozanyň bölejikleriniň ölçegi we formasy. Bu häsiýet tozan tutujy enjamlarda bölejikleriň çökme tizligine örän uly täsiri bardyr. Ýöne tebigatda dogry şar şekilindäki bölejikler örän seýrek duşýandyrlar. Şeýle-de, bölejikler gaz akymynda hereket edenlerinde, köplenç, biri-biri bilen çaknyşýarlar we pytraýarlar, ýada tersine, biri-biri bilen ýelmeşip, has iri bölejikleri – *agglomeratlary* – emele getirýärler. Şonuň üçin hem hasaplamalarda bölejigiň ekwiwalent diametri kabul edilendir. Bölejigiň ekwiwalent diametri – bu şaryň diametri bolmak bilen, onuň göwrümi bölejigiň göwrümüne deňdir (massalarynyň deň ýagdaýynda). Ekwiwalent diametriň ululygyny aşakdaky baglanyşyk boýunça tapmak mümkindir:

$$d_{ekw} = \sqrt[3]{6 \cdot V_{böl} / \pi}, \quad (3.94)$$

bu ýerde $V_{böl}$ – bölejigiň göwrümi, m^3 .

2. Tozanyň bölejikleriniň dykzlygy. Tozanyň bölejikleriniň hakyky, ürgün we hyýaly dykzlyklaryny tapawutlandyrýarlar. *Hakyky dykzlyk* – bu materialyň gurluşy bilen kesgitlenýän, tozanyň her bir bölejiginiň dykzlygydyr. *Ürgün dykzlyk* – bu hakyky dykzlykdan tapawutlylykda, käbir bölejikleriň jemleriniň dykzlygy bolmak bilen, bölejikleriň aralygyndaky howaly gatlagyň bardygyny göz önünde tutýandyr. Ürgün dykzlygyň ululygy hakyky dykzlygyň ululygyndan mydama kiçidir. Basgylan ýagdaýda ürgün dykzlyk 1,2÷1,5 esse ulalýandyr. *Hyýaly dykzlyk* – bu bölejigiň massasynyň onuň tutýan göwrümüne bolan gatnaşygy bolmak bilen, öz içine öýjükleri, boşluklary we nätekizlikleri alýan dykzlykdyr. Hyýaly dykzlygyň ululygy hakyky dykzlyk bilen deňeşdirilende, kiçi bolmagy mümkindir, bu bolsa aglomerirlenýän we ýelmeşýän tozanlar üçin mahsusdyr.

3. Bölejikleriň dispersiligi. Bu tozanyň wajyp häsiýeti bolmak bilen, ol bölejikleriň ölçegleri boýunça paýlanma derejesini görkezýändir we bölejikleriň umumy üstleriniň, olaryň göwrümleriniň jemine bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýändir. Tozanyň dispers düzümini barlamak üçin, bölejikleriň ähli massasyny fraksiýalara bölýärler we bölejikleriň umumy massasyndaky fraksiýanyň paýyny kesgitleýärler. *Fraksiýa* – bu bölejigiň oňnositel paýy bolmak bilen, onuň ölçegleri ýokarky we aşaky çäkler hökmünde kabul edilip, bahalaryň kesgitlenen aralygynda ýerleşýändir.

Tozanyň dispers düzümi adatyça, tablisa (3.13-nji tablisa) ýada grafikler görnüşinde berilýändir.

Tozanyň fraksiýalary

Fraksiýanyň araçäklerinde bölejikleriň ölçegleri, mkm	Fraksiýalar, bölejikleriň umumy massalaryndan %-de	Fraksiýanyň araçäklerinde bölejikleriň ölçegleri, mkm	Fraksiýalar, bölejikleriň umumy massalaryndan %-de
<1,6	2,08	10÷16	18,74
1,6÷2,5	3,61	16÷25	14,57
2,5÷4	8,32	25÷40	12,50
4÷6,3	17,56	>40	2,02
6,3÷10	20,60		

4. *Bölejikleriň adgezion häsiýeti.* Ýagny bölejigiň ýelmeşmek ukybydyr. Ýelmeşmek derejesi ýokary ýagdaýlar gaz geçirijileriň we tozan tutujy enjamlaryň bölekleýin dykylmagyna eltýändir (ölçegleri 10 mkm-den kiçi bolan bölejikler). Ýelmeşmegiň görkezijisi hökmünde tozanly gatlagyň üzülmä bolan berkligi (durnuklylygy) kabul edilendir. Bölejikler ýelmeşmek häsiýeti boýunça dört topara bölünýär:

a) *ýelmeşmeýän* ($p < 60$ Pa) – kwars we dolomit tozany, şlak, gury palçyk we beýlekiler;

b) *gowşak ýelmeşýän* ($p = 60 \div 300$ Pa) – koks, kül, apatit tozany;

ç) *orta ýelmeşýän* ($p = 300 \div 600$ Pa) – bu bölejikleriň has giň topary bolmak bilen, muňa torfuň, metalyň tozany, agajyň gyryndysy, un, bölejikleriniň iň ýokary ölçegi 25 mkm bolan tozanlar degişlidir;

d) *güýçli ýelmeşýän* ($p > 600$ Pa) – sement, gips, asbest, ösümlük tozany (pagta, ýüň) we bölejikleri 10 mkm-den uly bolmadyk tozanlar degişlidir.

5. *Bölejikleriň abraziwlişligi* – bu tozanyň metalyň sürtülip iyilmegini ýokarlandyran ukybydyr. Tozanyň bu häsiýeti bölejikleriň gatylygyna, şekiline, ölçegine we dyklylygyna baglydyr. Bu häsiýet esasan-da, merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde işleýän enjamlarda has ýaramaz täsir edýändir.

6. *Bölejikleriň suwlanmagy.* Bu häsiýet tozany çygly tutujylaryň işleýişiniň netijeliligine uly täsir edýändir. Suwlanma häsiýeti boýunça bölejikler indiki toparlara bölünýändir:

a) *gidrofil materiallar* – suw bilen gowy çyglanýan materiallar (mineral duzlar, kwars, metalyň tozany);

b) *gidrofob materiallar* – suw bilen gowy çyglanmaýan materiallar (grafit, kömür, kükürt);

ç) *aňrybaş gidrofob materiallar* (parafin, teflon).

7. *Bölejikleriň çyg çekijiligi* – bu materiallaryň çyglanmak ukybydyr. Bu häsiýet tozany çygly tutujylar taslananda we olaryň ulanylyşynda hökmany göz önünde tutlmalı görkezijidir.

8. *Bölejikleriň udel elektrik garşylygy.* Bu häsiýet aýratyn bölejikleriň düzümine we gaz akymynyň ululyklaryna bagly häsiýetdir. Bu häsiýet boýunça tozanlar üç topara bölünýärler:

a) pes omly (bölejikleriň udel elektrik garşylygy 10^4 Om·sm-den pes). Bular elektrosüzgüçlerde gowy tutulmaýarlar;

b) elektrosüzgüçlerde gowy tutulýan tozanlar (bölejikleriň udel elektrik garşylygy $10^4 \div 10^{10}$ Om · sm aralykda);

ç) ýokary omly tozanlar (bölejikleriň udel elektrik garşylygy 10^{13} Om · sm-den uly). Bular elektrosüzgüçlerde tutulanda, elektrodlarda ýelmeşip galýarlar we olardan örän kynlyk bilen aýrylýarlar.

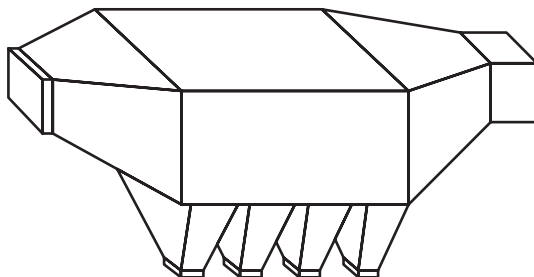
9. *Tozanyň öz-özünden ýanmak we partlama garyndylary emele getirip bilijilik ukyby* – bu häsiýet howa bilen örän ösen galtaşma üstüni emele getirip bilýän we ýokary konsentrasiýaly ($500 \div 800$ g/m³) tozanlara degişlidir.

3.14. Gazlary arassalamagyň usullary

Gazlary arassalamagyň indiki usullary ulanylýar:

1. Grawitasiýa, merkezden daşlaşýan we elektrik meýdanlarynda çökdürmek.
2. Çygly arassalamak (bölejikleri suwuklyk bilen tutmak).
3. Süzmek.
4. Toplumlaýyn arassalamak (gazyň komponentini absorбирlemek bilen, çygly arassalamak).

Grawitasiýa we inersiýa güýçleriniň täsirinde işleýän tozan tutujylar tozan bölejikleriniň diametri 50 mkm-den uly bolan we has iri bölejikleri çökdürmek üçin niýetlenendir. Häzirki wagtda tozan çökdürijiler diňe tozanly gazlary başlangyç arassalaýjy enjamlar hökmünde ulanylýar, esasan-da tozanyň başlangyç konsentrasiýasynyň ýokary bolan ýerlerinde has giňden ulanylýandyrlar.



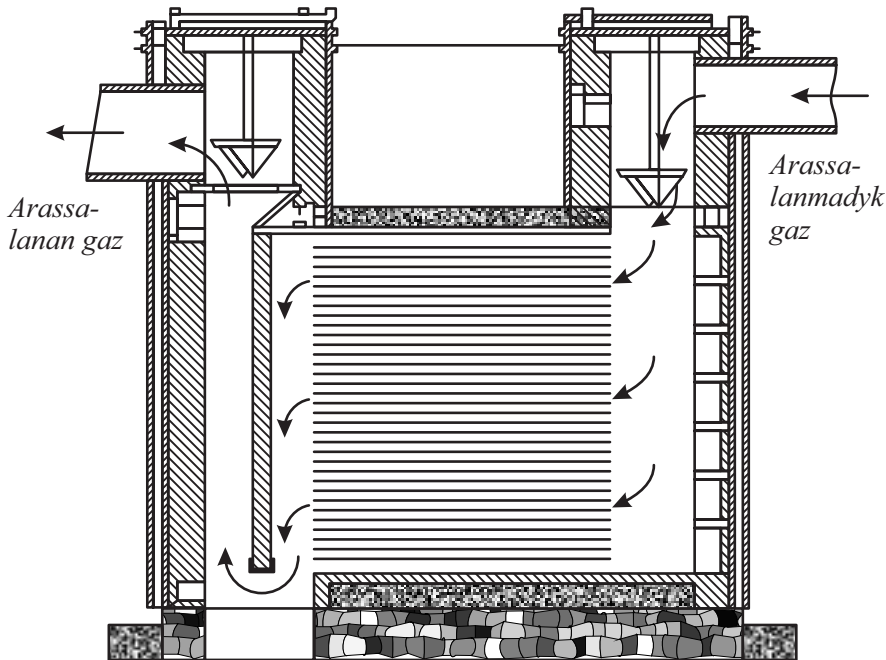
3.56-njy surat. Tozan tutujy kamera

Iri bölejikleri tutmak üçin niýetlenen yönekeý gurluşyň biri, çökdüriji kameralardyr. Bu kameralarda bölejikler işçi kameranyň üstünden tozanly gaz akymynyň haýal hereketde geçirilmeginiň netijesinde çökdürilýändir, şonuň üçin hem kamera-

nyň esasy ölçegleri onuň beýikligi we uzynlygydyr. Ýöne ölçegleriniň ululygyna we netijeliliginiň pesligine garamazdan, häzirki wagtda çökdüriji kameralar himiýa, dag magdan baýlaşdyryjy we metallurgiýa önümçiliklerinde ýeterlik derejede giňden ulanylýandyr. Bu enjamlaryň artykmaçlyk taraplary: gurluşynyň ýönekeýligi, ulanylyşda çylşyrymly däldigi, ygtybarlylygy we gidrawlik garşylygynyň pesligidir.

3.56-njy suratda tozan tutujy kameranyň gurnamasy görkezilendir. Ölçege-riniň uludygy sebäpli, ony ýasamak üçin adatça, kerpiç ýa-da beton ulanylýandyr. Kameralarda hereket edýän gaz akymynyň tizligi $1\div 2$ m/s-dan geçýän däldir.

Kameralaryň gurnamalarda geçirilen derňewleriň netijesinden görnüşi ýaly, tozan bölejikleriniň doly tutulmagy üçin kameranyň meýdanyny we beýikligi-ni ulaltmak maksadalaýykdyr. Şonuň üçin hem kameralarda beýikligi kiçeltmek maksady bilen, köplenç, goşmaça kese ýa-da ýapgyt tekjeleri ýerleşdirýärler. Bu bolsa öz gezeginde tozan bölejiklerini tutmagyň netijeliligini n esse ýokarlandyr-ýandyr. Bu ýerde n – tekjeleriň sany. 3.57-nji suratda önümçilikde giňden ýaý- ran Gowardyň tozan çökdürijisiniň gurnamasy görkezilendir. Bu kameranyň ýetmezçiligi: kamerada tutulan tozan bölejiklerini çykarmagyň (aýyrmagyň) kyn- çylygy we onuň esasynda tozan bölejikleriniň ikilenji gezek alnyp gidilýändigidir.



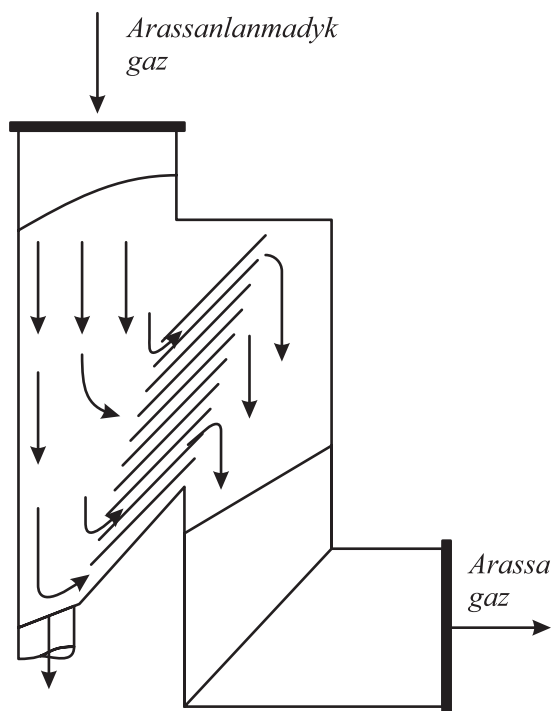
3.57-nji surat. Gowardyň tozan tutujy kamerasy

Ikilenji gezek tozanyň alnyp gidilmegini azaltmak üçin inersion kysymdaky enjamlarda gabarasynyň silindr böleginiň we bunkeriniň çuňlugyny ulaltmak maksadalaýyk bolup durýar. Tozanly gaz akymynyň gözenek bilen çaknyşmagynyň ne-

tijesinde gaz akymynyň ugruny üýtgetmegi, köp derejede täsirli peýda berýändir. Enjamda ýerleşdirilýän gözenek ýapgyt plastinalardan ybaratdyr.

3.58-nji suratda bölejikleriniň ölçegi 20 mkm-den uly bolan tozanlary tutmak üçin niýetlenen kameranyň suraty görkezilendir. Bu enjamyň ýetmezçiligi: gözenegiň plastinalarynyň iýilmegi we gazlaryň çyglanma nokadyna çenli sowadylmagynda, çökündileriň emele gelmegidir.

Senagat önümçiliginde düzüminde ölçegleri 0,1 mm bolan gaty bölejikli gazlar bilen iş salyşmaly bolýar. Şeýle gazlary arassalamak üçin köplenç, merkezden daşlaşýan güçleriň täsirinde çökermek usuly giňden ulanylýandyr. Bu usul tozandan arassalajy enjamlarda amala aşyrylýar.



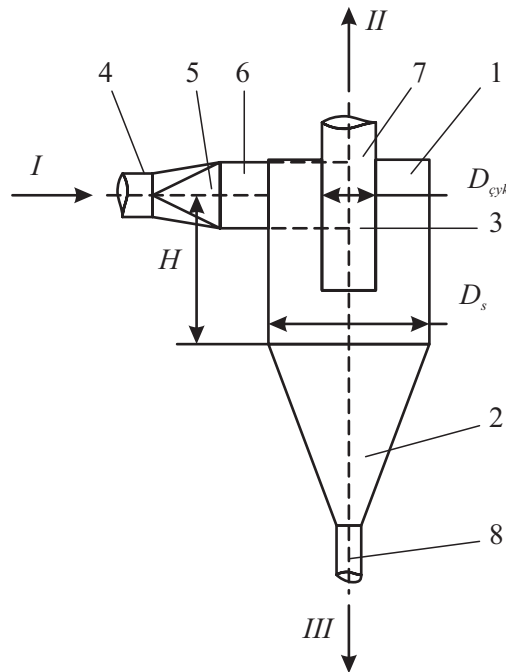
3.58-nji surat. Ýapgyt gözenek plastinaly kamera

Gazlary tozandan arassalajy enjamlarda arassalamak, esasan, bölünen önümleri täzeden aýratynlykda ulanmak maksady bilen geçirilýär. Önümçilikleriň köpüsinde gaty bölejikleriň äkidilmeginiň netijesinde, tozanly gaz emele gelýändir (mysal üçin, ýalyňly ýanýan gaty materialdan; gaýnaýan gatlakdan), bu ýagdaýda tozan tutujylarda bölünýän gaty bölejikler tehnologik prosese gaýtarylyp berilýär.

Tozan tutujy enjamyň işjeňlik derejesi, onda tutulyp alnan tozanyň paýynyň ululygy boýunça kesgitlenilýär. Köplenç, oňa peýdaly täsir koeffisiýenti (η) diýilýär we enjamda tutulan tozanyň möçberiniň enjama girýän gaz akymynyň umumy möçberine bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär:

$$\eta \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\%, \quad (3.95)$$

bu ýerde G_1 we G_2 başlangyç we arassalanan gazdaky bölejikleriň mukdary, kg/sag. Tozan tutujy enjamyň gurnamasy 3.59-njy suratda görkezilendir. Başlangyç tozanly gaz (I akym) silindrik turba boýunça (4) tozan tutuja berilýär. Konusly geçiriji (5) kömegi bilen göni bölek öz şekilini gönüburçly forma öwürýär. Soňra başlangyç gaz uly tizlik bilen tangensial ýerleşdirilen gönüburçly patrubkanyň (6) üsti bilen tozan tutuja düşýär. Gaz akymynyň ýokary tizligi gaty bölejikleriň tozan tutuja barýan kanallarda gaçyp galmagynyň önüni alýar. Tozan tutuja gazyň tangensial berilmegi, akymyň merkezi silindrik turbanyň (3) daşyndan towanyp aýlanmagyny üpjün edýär. Bu ýagdaýda ýüze çykýan merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde gaty bölejikler tozan tutujynyň diwaryna tarap zyňlýar, arassalanan gaz bolsa (II akym) patrubkanyň (7) üsti bilen çykyp gidýär. Tozan tutujynyň gapdal diwarlaryna çöken gaty bölejikler agyrylyk güýjüniň täsirinde tegelek konus (2) boýunça çykarylýan patrubka (8) tarap geçýär we enjamdan çykýar (III akym).



3.59-njy surat. Tozan tutujynyň shemasy:

1 – silindr; 2 – konus; 3 – merkezi turba; 4 – girimiň turbasy; 5 – konusly geçiriji;
6 – girimiň patrubkasy; 7 – arassalanan gazyň çykymy; 8 – gaty materialyň çykymy;
I – tozanly gaz; II – arassalanan gaz; III – gaty material

Gabara bilen (D_s) merkezi turbanyň ($D_{çyk}$) aralgyndaky H beýiklikli halkalaýyn giňişlige tozan tutujynyň işçi göwrümi diýilýär we V_s bilen aňladylýar, onda

$$V_s = \frac{\pi (D_s^2 - D_{\text{cyk}}^2) H}{4}, \quad (3.96)$$

bu ýerde: D_s – tozan tutujynyň silindr böleginiň diametri, m; D_{cyk} – arassalanan gazyň çykýan turbasynyň diametri, m; H – tozan tutujynyň işçi böleginiň beýikligi, m.

Erkin kesikde gazyň şertli tizligi deň bolar:

$$W_{\text{sert}} = \frac{V}{S}, \quad (3.97)$$

bu ýerde: V – gaz akymynyň göwrümi, m³/sek; S – tozan tutujynyň erkin kesigi, m². Tozan tutujyda basyşlaryň aratapawudy ýerli garşylyk görnüşinde şertli kesgitlenilýär:

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{W_{\text{sert}}^2}{2g} \cdot \gamma_g = \xi \cdot \frac{W_{\text{sert}}^2}{2} \cdot \rho_g, \quad (3.98)$$

bu ýerde: ξ – garşylygyň umumy koeffisiýenti; $\gamma_g = \rho_g \cdot g$ gazyň udel agramy, N/m³; ρ_g – gazyň dykyzlygy, kg/m³.

Tozan tutujyda badyň (naporyň) aratapawudynyň teklip edilýän bahalary:

$$\Delta P / \gamma_g = 55 \div 75 \text{ m}. \quad (3.99)$$

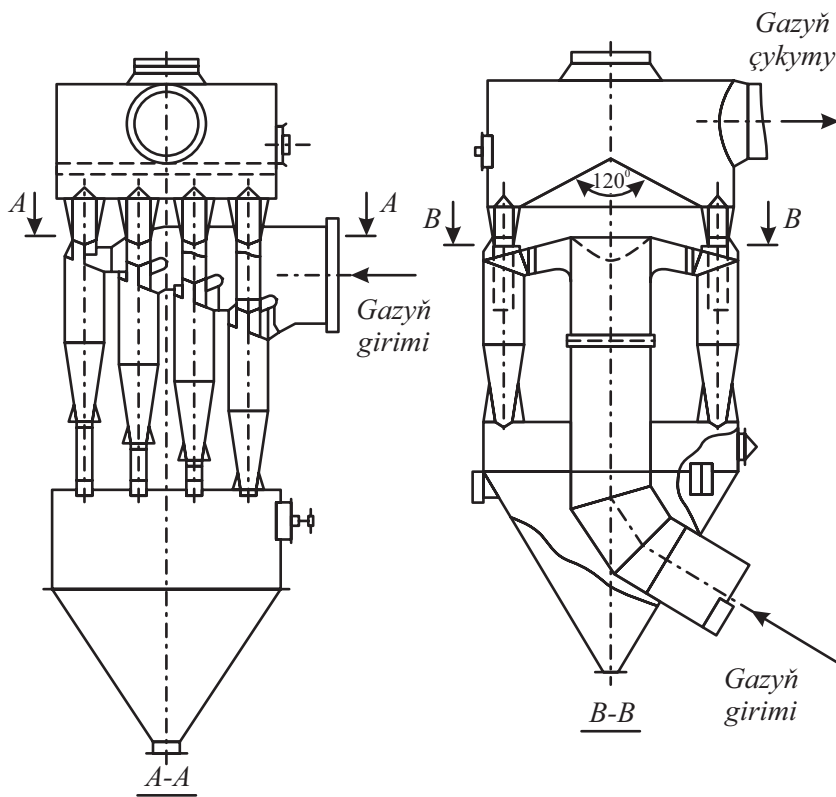
Tozanlary tutmagyň netijeliligi arassalanan gazyň göwrümüne, tutulýan bölejikleriň dispersligine, bölejikleriň gaz akymyndaky konsentrasiasyna we onuň temperaturasyna, tozan tutujy ulgamyň dogry saýlanylyşyna baglydyr.

Berlen öndüriligi üpjün etmek üçin tozan ýygnaýjysy we gazyň berilýän hem-de çykýan kollektory umumy bolan ugurdaş işleýän tozan tutujylaryň toparyny ulanmak maksadalaýykdyr (3.60-njy surat). Uly diametrli bir tozan tutujynyň ýerine birnäçe kiçi diametrli tozan tutujylary ulanmak has tapawutly bolup durýar. Sebäbi gazyň çyzyklaýyn tizliginiň deň ýagdaýynda enjamyň diametriniň kiçeldilmeği bilen, merkezden daşlaşýan güýçler ulalýandyr.

Adatça, tozan tutujylaryň umumy sanyny 2-den 8-e çenli almak bilen, jübütleýin ýa-da töwerek boýunça ýerleşdirýärler. Tozan tutujylary dik oturdylan gaz geçirijiniň daşynda 10÷14-den ýerleşdirýärler.

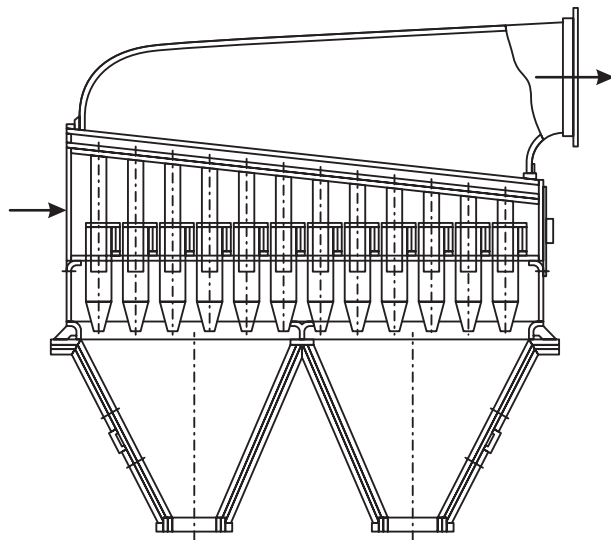
Toparlaýyn tozan tutujylarda arassalamagyň derejesi edil bir tozan tutujy enjamyň tozan tutujylygy bilen deňdir.

Kiçi diametrdäki tozan tutujylaryň artykmaç taraplary, batareýaly tozan tutujylarda has hem doly amala aşyrylýar (3.61-nji surat). Bu enjamlaryň elementleriniň diametri 100÷300 mm aralykdadyr. Batareýlarda olaryň sany ýüzlerçä ýetýändir. Enjamda gaza aýlanma hereketi bermek üçin, tangensial ýa-da okly towlaýjylar ulanylýar. Häzirki wagtda täze tehnologiýalarda batareýaly tozan tutujylaryň has giňden ýaýrany, göni akymly tozan tutujydyr (3.62-nji surat).

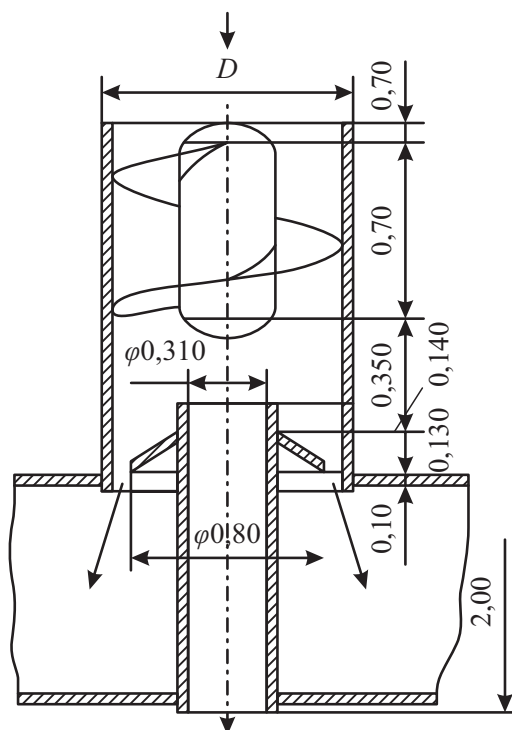


3.60-njy surat. Toparlaýyn tozan tutujylar:

a – gönüburçly ýerleşdirmek; b – töwerek boýunça ýerleşdirmek



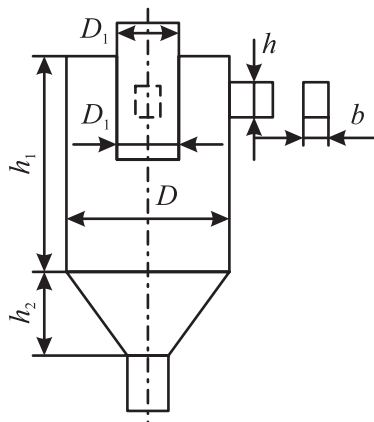
3.61-nji surat. Batareýaly tozan tutujynyň shemasy



3.62-nji surat. Göni akymly tozan tutujy

3.14.1. Tozan tutujylaryň hasaplamasy

Tozan tutujynyň esasy ölçegleri 3.63-nji suratda görkezilendir. Stoksyň kanunyna gabat şertlerde ($R_e < 0,2$) bölejikler çökdürilende, çökdürmegiň nazary tizligi aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:



3.63-nji surat. Tozan tutujynyň hasaplamagyň shemasy

$$\omega_0 = \frac{d^2 (\rho_g - \rho_{gaz}) \omega_{gaz}^2}{9 \cdot \mu_{gaz} \cdot D}, \quad (3.100)$$

bu ýerde: ω_{gaz} – tozan tutujyda gazyň töwerek boýunça tizligi, adatyça 12÷14 m/s; ρ_g – gaty bölejikleriň dykzlygy, kg/m³; ρ_{gaz} – gazyň dykzlygy, kg/m³; D – tozan tutujynyň içki diametri, m; μ – gazyň şepbeşikligi, Pa · s.

Alnan bahanyň barlagy;

$$R_e = \frac{\omega_0 \cdot \rho_{gaz} \cdot g}{\mu_{gaz}} < 0,2. \quad (3.101)$$

Eger-de Reýnoldsyň çägi 0,2-den uly çykan ýagdaýynda, onda Arhimiđiň çägi boýunça hasaplama geçirilýär:

$$A_r = \frac{g \cdot d^3 (\rho_g - \rho_{gaz}) \rho_{gaz}}{\mu_{gaz}^2}. \quad (3.102)$$

Soňra bölünme faktory (Frudyň çägi) tapylýar:

$$F_r = \frac{2 \cdot \omega_{gaz}^2}{g \cdot D}. \quad (3.103)$$

Eger-de $A_r \cdot F_r < 84000$ bolsa, onda $R_e = (A_r \cdot F_r / 13,9)^{0,714}$;

$A_r \cdot F_r > 84000$ bolanda, onda $R_e = 1,71 \sqrt{A_r \cdot F_r}$ bolar.

Onda

$$\omega_0 = \frac{R_e \cdot \mu_{gaz}}{\rho_{gaz} \cdot D}. \quad (3.104)$$

Giriş patrubkasynyň kese kesiginiň meýdany aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$f = b \cdot h = \frac{V_{gaz}}{\omega_{gir}}, \quad (3.105)$$

bu ýerde V_{gaz} – gazyň işçi şertlerdäki harçlanmasy, m³/s; ω_{gir} – giriş patrubkada gazyň tizligi (takmynan 20 m/s. Adatyça $h = 4 \cdot b$).

Tozan tutujynyň diametri indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$D = 5,9 \cdot b = 2,95 \sqrt{\frac{V_{gaz}}{\omega_{gir}}}. \quad (3.106)$$

Gazy çykaryjy turbanyň içki diametri:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{V_{gaz}}{\omega_t}}, \quad (3.107)$$

bu ýerde ω_t – gazyň turbadaky tizligi, adatça 4÷8 m/s. Gazy çykaryjy turbanyň daşky diametri:

$$D_1 = d_1 + 2 \cdot S_p, \quad (3.108)$$

bu ýerde S_p – turbanyň diwarynyň galyňlygy.

Tozan tutujynyň saýlanyp alnan diametriniň dogrulygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$D = \frac{D_1}{1 - 10 \cdot \frac{\omega_0}{\omega_{gaz}}}. \quad (3.109)$$

Tozan tutujynyň silindr böleginiň beýikligi indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$h_1 = 2 \cdot V_{gaz} / (D - D_1) \omega_{gaz}. \quad (3.110)$$

Tozan tutujynyň konus böleginiň beýikligi, gaty bölejikleriň ygtybar çykaryl-mak şertine baglylykda kesgitlenilýär.

Tozan tutujynyň gidrawlik garşylygy indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$h_p = \xi \cdot \frac{\omega_{gir}^2 \cdot \rho_{gaz}}{2}, \quad (3.111)$$

bu ýerde ξ – tozan tutujynyň gurnamasyna baglylykda alynýan garşylyk koeffi-siýenti (0,25÷0,7).

Batareýli tozan tutujy hasaplanylanda, ilki bilen onuň elementleriniň gerek bo-lan sanyny kesgitlemelidir, ýagny:

$$n = 28,7 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{V_{gaz}}{d_{el}^2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta\rho}{\rho_{gaz} \cdot g \cdot \Sigma\xi}}}, \quad (3.112)$$

bu ýerde: d_{el} – tozan tutujynyň elementiniň diametri, m; $\Sigma\xi$ – garşylygyň jemleriniň koeffisiýenti (takmynan 80 deň).

$$n = n_1 + n_2, \quad (3.113)$$

bu ýerde: n_1 – kameranyň ini boýunça elementleriň sany; n_2 – kameranyň uzynlygy boýunça elementleriň sany.

Kameranyň ini aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$B = d_{el} \cdot n_1 + (0,003 \div 0,005) \cdot (n_1 - 1). \quad (3.114)$$

Kameranyň uzynlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$B = d_{el} \cdot n_2 + (0,003 \div 0,005) \cdot (n_2 - 1). \quad (3.115)$$

Elementiň kese kesiginiň meýdany indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$f_{el} = \frac{\pi \cdot d_{el}^2}{4}. \quad (3.116)$$

Elementde gazyň şertli tizligi:

$$\omega_{\text{sert}} = \frac{V_{\text{gaz}}}{n \cdot f_{el}}. \quad (3.117)$$

Hakyky gidrawlik garşylyk indiki formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\Delta p = \sum \xi \cdot \frac{\rho_{\text{gaz}} \cdot \omega_{\text{sert}}^2}{2}. \quad (3.118)$$

Elementiň çykyş turbasynda gazyň tizligini kabul edip, turbanyň içki diametri kesgitlenilýär:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{V_{\text{gaz}}}{\omega_t \cdot n}}. \quad (3.119)$$

Batareýaly tozan tutujynyň paýlaýjy kamerasyna girýän kanalyň beýikligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

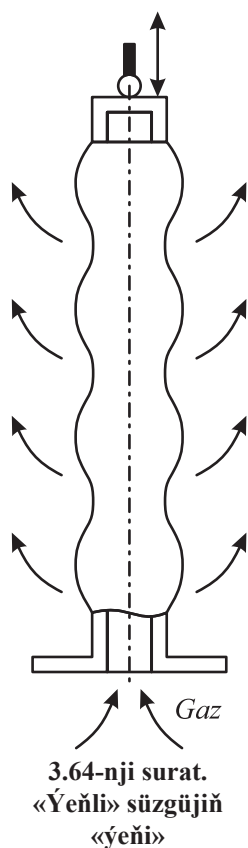
$$h = \frac{V_{\text{gaz}}}{\omega_{\text{gir}} (B - n_1 \cdot d_d)}, \quad (3.120)$$

bu ýerde d_d – çykaryjy turbanyň daşky diametri, m.

3.14.2. Gazy arassalaýjy enjamlaryň beýleki görnüşleri. Gazlary mehaniki garyndylardan arassalaýjy enjam

Mataly süzgüçler. Bu toparyň süzgüçleri önümçilikde has giňden ýaýrandyr. Olaryň süzüji germewleri mata materialyndan ýasalýandyr we süzme ýagdaýynda onuň ýüzünde tutulan tozan gatlagy ýygnanyp, süzüji gatlagy emele getirýär we süzüji gözenek bilen birlikde gazyň ýokary derejede arassalanmagyny üpjün edýändir. Matanyň tutma derejesi onuň öýjüklerniň ululygyna baglydyr. Öýjüklü germewi saýlamak birnäçe faktorlara esaslanýandyr, ýagny: süzülýän gazyň himiki

häsiýetine, süzüji germewiň gidrawlik garşylygyna, gazyň düzümindäki gaty bölejikleriň ölçeglerine. Mata materialdan ýasalan germewler, esasan-da «ýeňli» süzgüçlerde ulanylýandyr (3.64-nji surat). «Ýeňli» üçin mata saýlanylanda, matanyň mehaniki berkligi, himiki we termiki durnuklylygy bilen kesgitlenilýändir. «Ýeňli» süzgüçleriň ulanylyşda ýokary temperatura çägi, matanyň termiki durnuklylygy bilen esaslandyrylýär, aşaky çägi bolsa, matanyň çyglanmagy we matanyň gidrawlik garşylygyny ýokarlandyryan palçykly hapa bilen çyrşalmagy bolup geçýän çyglanmak temperaturasy hasaplanýandyr.



Süzüji germewiň görnüşine baglylykda, gazlary arassalamakda süzgüçleriň aşakdaky görnüşleri ulanylýandyr:

- a) tebigy, sintetik we mineral süýümlerden (mataly materiallar), mata däl süýümlü materiallardan (keçe, karton we beýlekiler) we öýjükli list görnüşli materiallardan ýasalan *maýyşgak* germewli öýjükli süzgüçler;
- b) *yarym gaty* germewli öýjükli süzgüçler (gatlaklary süýümden, demir gyryndydan we torlar bolan);
- ç) süzüji gatlagy däneli materialdan bolan *gaty* germewli öýjükli süzgüçler (öýjükli keramika, plastmassa, bişirilen ýa-da preslenen metal külkeler);
- d) süzüji gatlagyň *däneleri* koksdan, çagyldan, kwars çägesinden we beýlekilerden bolan süzgüçler.

«Ýeňli» süzgüçlerde arassalamagyň ýokary derejesini gazanyp bolýar (98–99%).

Süzüjiň esasy ýetmezçilikleri: matanyň basym iýilmegi we matanyň öýjükleriniň basym dykylmagydyr.

«Ýeňli» süzgüçleriň gowy işlemegi üçin süzüji matalar ýygananan tozanlardan döwürleýin arassalanyp durylmalydyr. Aşakdaky görkezilýän tablisada dürli matalaryň birneňeş şertlerde deňeşdirme netijeliligi görkezilendir.

3.14-nji tablisa

Süzüji matalaryň deňeşdirme netijeliligi

Mata	Tutujylygyň netijeliligi, %		
	Arassa	Tozanlanan	Regenerasiýadan soň
Sintetiki ýuka	2,0	65,0	13,0
Sintetiki galyň	24,0	75,0	66,0
Ýüň galyň	39,0	82,0	69,0

Çygly arassalamak (bölejikleri suwuklyk bilen tutmak). Tozanly gaz akymynyň düzüminden tozan bölejiklerini tutmak, esasan, tozanly gaz akymyny suwuklyk bilen galtaşdyrmak arkaly amala aşyrylýär. Prosesiň geçirilýän enjamlaryna

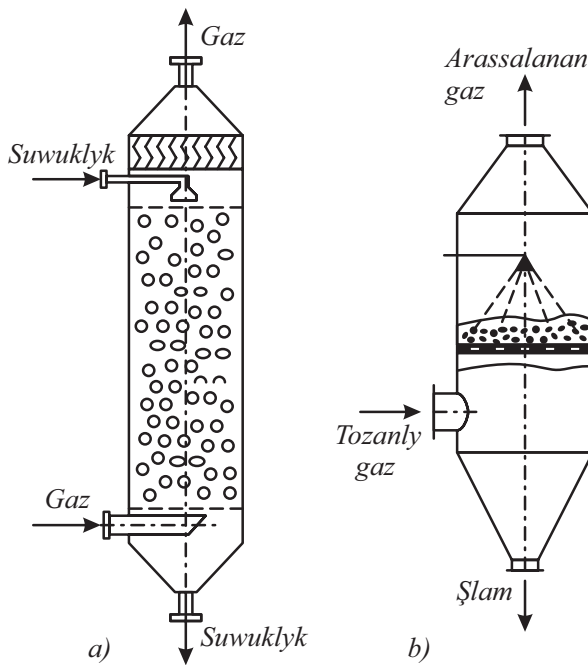
bolsa çygly tozan tutujyklar ýa-da tozan tutujy skrubberler diýilýär. Bu enjamlaryň esasy artykmaçlyk taraplary aşakylardan ybaratdyr:

- tozan tutujylyk netijeliliginiň ýokarylygy;
- ölçegleri 0,1 mkm-a çenli bolan bölejikleri tutup bilijilik ukyby;
- ýokary temperaturaly we çygly gazlary arassalap boljak mümkinçiligi;
- bug we gaz halyndaky komponentleri tutup boljak mümkinçiligi.

Enjamlaryň ýetmezçilik taraplary:

- tutulýan önümiň şlam görnüşinde bölünmegi, akyndy suwlaryň täzedan arassalanmagynyň hökmanylygy, munuň esasynda bolsa prosesiniň bahasynyň ýokarlanýandygy;
- suwuklygyň damjalar görnüşinde äkidilmegi;
- gazlaryň çyglanma nokadyna çenli sowadylmagynda gaz geçirijileriň dykylmak we enjamlary tozan bilen basylmak howpy;
- enjamlarda poslama garşy gorag örtügiň hökmanylygy.

Tozan tutujy skrubberiniň gurnamasynyň dürli görnüşleri 3.65-nji suratda görkezilendir. 3.65-nji (a) suratda şar şekilli gozganmaýan jebislenirijiniň beýikligi 200÷300 mm, gözenekleriniň aralygy bolsa 1200÷1500 mm aralykdadyr. Oturtmanyň şarlary polietilenden, polistiroidan, rezinden, aýnadan we beýleki materiallardan ýasalýandyr. Şarlaryň diametri enjamyň diametriniň 1/10-dan geçmeli däldir. Bu kysymdaky önümçilik enjamlarynyň diametri 6500 mm-e çenli bolýandyr. Enjamlaryň esasy ýetmezçiligi, gaz akymynyň 2÷3 m/s tizliginde oturtmanyň suwuklykda gark bolýandygy sebäpli, durnuksyz işleýändigidir.



3.65-nji surat. Çygly tozan tutujy skrubberler:

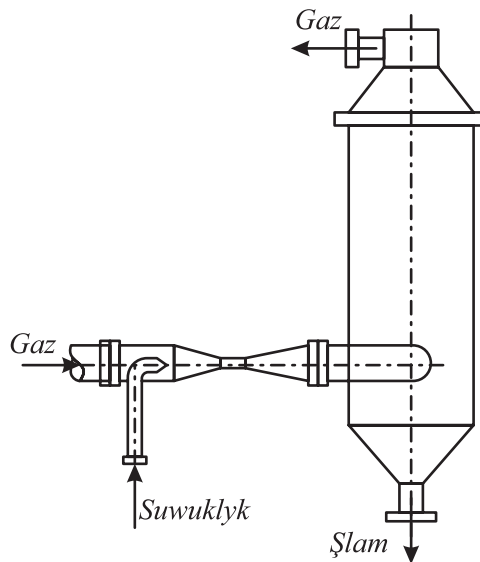
a – şar şekilli jebislenirijili skrubber; b – «tarekaly» skrubber

«Tarelkaly» skrubberlerde (3.65-nji b surat) tozanly gaz bilen suwuklygyň galtaşmasy dürli gurnamalardaky «tarelkada» geçirilýär. Galtaşmanyň häsiýeti tozanly gaz akymynyň tizligine düýpli baglydyr. Akymyň kiçi tizliginde (1 m/s-dan kiçi) gaz suwuklygyň gatlagyndan düwmejikler görnüşinde geçip gidýär. Tozan bölekleriniň 5 mkm-den iri bölekleri düwmejikleriň üst ýüzüne çökyärler.

Bu enjamlaryň artykmaç taraplary: gidrawlik garşylygynyň kiçiligi we enjamyň kese kesigi boýunça suwuklygyň deň derejede pýlanylýandygydyr. Ýetmezçilik taraplary: ölçegleri 5 mkm-den kiçi bolan bölekleri tutujylyk ukybynyň pesligi we suwuklyk boýunça ýüklenmegiň ýokarylygydyr.

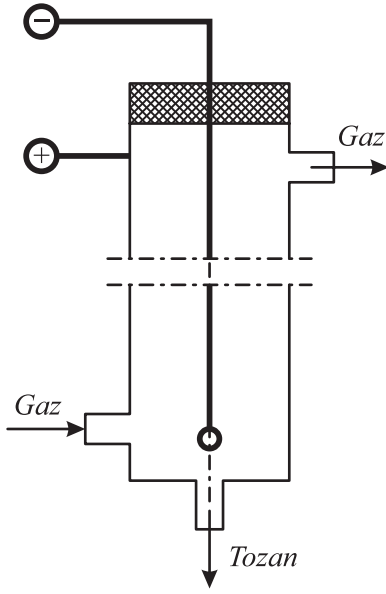
Çygly tozan tutujylaryň köpüsi ölçegleri 1 mkm-den kiçi bolan gaty bölekleri tutmaýarlar. Bu mesele diňe gaz akymynyň tizligini suwuklyk damjalaryna degişlilikde ýokarlandyrmak arkaly çözüp bolýandyr. Ýokary degişli tizlik Wenturiniň skrubberinde almak nünkindir (3.66-njy surat). Bu enjamlarda uly tizlikde (60÷150 m/s) hereket edýän gaz akymy bilen çyglandyryan suwuklygyň intensiw (ýokary derejede) pytradylmagy amla aşyrylýandyr. Tozan bölekleriniň çyglandyryan suwuklygyň damjalarynda çökdürilmegine gaz akymynyň turbulentlylygi we tozanyň tutulýan bölekleri bilen suwuklyk damjalarynyň arasyndaky degişli ýokary tizlik goldaw berýändir.

Enjamyň gidrawlik garşylygyny pesltmek üçin Wenturiniň skrubberiniň esasy bölegi Wenturiniň turbasy görnüşinde ýasalandyr, ýagny gazyň giriminiň endigan gysylmagy (konfuzor) we onuň çykymynyň bolsa endigan giňelmegidir (diffuzor). Konfuzor we diffuzor soplonyň (gorlowinanyň) üsti bilen birleşdirilýändir.

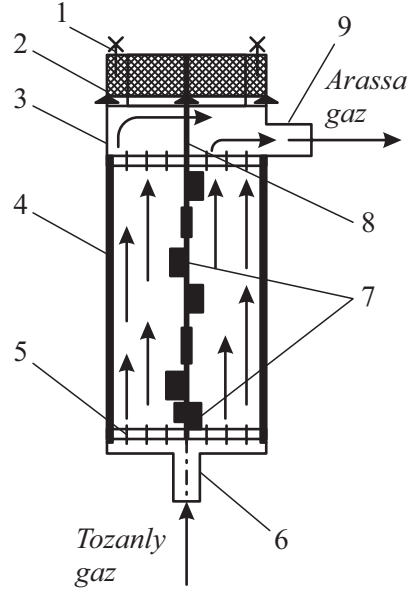


3.66-njy surat. Wenturiniň skrubberi

Elektrosüzgüçler (3.67-nji surat). Elektrosüzgüçler gury we çygly elektrosüzgüçlere bölünýärler. Gury elektrosüzgüçlerde gaty bölekler tutulýar we soňra döwürleýin elektrodlardan silkelenip, gaçyrylyp durylýar.



3.67-nji surat.
Elektrosüzgüjiň shemasy



3.68-nji surat. Magnitli süzgüç:
1 – şpilka; 2 – gapak; 3 – gabara; 4 – içki silindr;
5 – aşaky gözenek; 6 – gazyň girýän ştuseri;
7 – magnitler; 8 – ok; 9 – gazyň çykýan ştuseri

Çygly elektrosüzgüçlerde tozan bilen birlikde dumanyň damjalary hem tutulýandyr. Tutulan tozan elektrodlardan suw bilen ýuwlup aýrylýandyr.

Elektrosüzgüçler gazlary maýdajyk bölejiklerden, ölçegleri 0,005 mkm bolan az konsentrasiýaly damjajyklary tutup, gazy doly arassalamak üçin niýetlenendirler. Olar adatça, gazyň 0,2÷1,5 m/s tizliginde işleýärler.

Gazy bu usulda arassalamaklygyň häsiýeti esasan, elektrodalaryň arasyndaky giňişlikde döreýän elektrik meýdanynyň dartgynlylygy bilen kesgitlenýändir.

Gazlary mehaniki garyndylardan arassalaýjy enjam. Gazlary mehaniki garyndylardan arassalamakda esasan, magnitli süzgüç ulanylýar, ýagny ammiak önümçiliginde suwuk ammiagyň düzüminden katalizatoryň tozanyny tutmak üçin niýetlenendir. Suwuk ammiak $t = 0^{\circ}\text{C}$ temperatura we $P = 318 \text{ kgg/sm}^2$ basyş bilen magnitli süzgüje aşaky ştuserden (6) berilýär (3.68-nji surat). Soňra gaz içki silindriň (4) aşaky gözeneginden (5) silindriň içine düşýär we aşakdan ýokarylygy-na hereket edýär. Bu pursatda gazyň düzümindäki katalizator tozanlary (mehaniki garyndylar) okda (8) ýerleşdirilen magnitler (7) tarapyndan çekilip, tutulyp alynýar. Arassalanan gaz içki silindriň ýokarky gözeneginden çykýar we gazyň çykýan ştuseriniň (9) üsti bilen enjamdan çykýar.

Magnitli süzgüç belli bir kesgitlenen döwürden soň sökülip, magnitleriň daşy-na ýyganan mehaniki garyndylardan kerosiniň kömegi bilen arassalanýar. Enjamyň tozan tutujylyk üst meýdany – $F = 0,14 \text{ m}^2$, göwrümi – $V = 0,013 \text{ m}^3$ deňdir.

IV BÖLÜM

ÝYLYLYK PROSESLERI WE ENJAMLARY

4.1. Ýylylyk geçirmegiň esaslary. Ýylylyk daşajylar (göterijiler) we olaryň hereketleriniň ugurlary

Dürli temperaturaly iki jisimiň arasynda ýylylyk geçmek prosesinde ýylylyk çalyşma diýilýär. Onuň hereket ediji güýji bolup, gyzgynlygy ýokary we pes gyzdyrylan jisimleriň temperaturalarynyň tapawudy bolup durýar. Ýylylyk çalyşmalyga gatnaşýan jisimlere ýylylyk daşajylar diýilýär. Ýylylygyň ýaýramagynyň üç usuly bardyr: ýylylyk geçirijilik, konweksiýa we ýylylyk şöhlenme.

Ýylylyk geçirijilik – bu mikrobölejikleriň gönimel biri-biri bilen galtaşmagynyň netijesinde, jisimiň gyzgyn böleginden gyzgynlygy pes bölegine ýylylygyň geçirilmegidir. Gaty jisimlerde ýylylyk geçirijilik ýylylygy ýaýratmagyň esasy görnüşi bolup durýar.

Konweksiýa – bu gazyň ýa-da suwuklygyň makroskop göwrümleriniň hereketiniň we garyşdyrylmagynyň netijesinde ýylylygyň geçirilmegidir. Ýylylygyň geçirilmegi erkin konweksiýada hem mümkindir, ýagny suwuklygyň göwrüminiň dürli nokatlarynda temperaturanyň deň dældiginiň netijesinde ýüze çykýan we bu nokatlarda dykzlyklaryň tapawudy bilen esaslandyrmada mümkindir. Şeýle-de mejburi konweksiýada, haçan-da suwuklygyň tutuş görüminiň mejburi hereketinde mümkindir, mysal üçin, suwuklygyň garyjy bilen garyşdyrylmagy.

Ýylylyk şöhlenme – bu şöhlendirýän jisimiň atomlarynyň we molekulalarynyň ýylylyk hereketine esaslanan, dürli uzynlykly tolkunly elektromagnit yrgyldylarynyň ýaýrama prosesidir. Jisimleriň hemmesi başga jisimler tarapyndan siňdirilýän we ýene-de ýylylyga öwrülýän energiýany şöhlendirmäge ukyplydyrlar.

Ýylylygy bermek – bu diwar tarapyndan gaz (suwuklyk) halyndaky gurşawa ýylylygyň geçirilmegidir ýa-da tersine.

Ýylylygy geçirmek – bu gyzgynlygy ýokary temperaturaly suwuklykdan (gazdan) haýsy hem bolsa bir üst ýa-da gaty diwaryň üsti bilen temperaturasy pes suwuklyga (gaza) ýylylygyň geçirilmek prosesidir.

Ýylylyk prosesler azyndan iki sany dürli temperaturaly önümiň täsirleşmegi esasynda geçýändir. Bu ýagdaýda ýylylyk uly temperaturaly önümden pes temperaturaly önüme geçirilýändir. Ýylylygy geçirmek üçin hereket edýän önümlere *ýylylyk daşajylar* diýilýändir.

Enjamlarda ýylylyk çalyşmagy amala aşyrmak üçin ýylylyk daşajylary saýlamak birnäçe şertler boýunça kesgitlenilýär: ýylylyk prosesiniň niýetlenişi we häsiýeti boýunça (gyzdyrmak, sowatmak, bugartmak we kondensasiýa); ýylylyk

çalşyjy enjamyň gurnawy boýunça; ýylylyk daşajylaryň ýylylyk fiziki, himiki we ulanylyş häsiýeti boýunça; ykdysady düşünjeler we beýlekiler boýunça.

Ýylylyk çalşyjy enjamlarda we energetiki gurluşlarda ulanylýan ýylylyk daşajylar enjam ýagdaýy boýunça gaty, suwuk we gaz halynda bolýandyrlar.

Gaty ýylylyk daşajylar nebiti gaýtadan işläp çykarýan, metallurgiýa we beýleki önümçilik pudaklarynda gazlary gyzdyrmak, suwly bugy aşa gyzdyrmak we organiki suwuklyklaryň buglaryny 1000÷2000°C temperatura çenli gyzdyrmak maksady bilen ýokary temperaturaly proseslerde ulanylýandyr. Bular diametri 8÷12 mm ölçegdäki şarjagazlar ýa-da has maýdajyk däneler görnüşinde bolup, polatdan, çouýundan, kaolinden şeýle-de alýuminiň, magniniň we sirkoniýniň oksidlerinden ýasalyrlar.

Gyzgyna durnukly gaty ýylylyk daşajylar hereket etmeýän, aşak gaçýan (dökülýän) ýa-da gaýnaýan gatlakly ýylylyk çalşyjylarda giňden ulanylýandyr.

Suwuk ýylylyk daşajylara adaty we agyr suw, mineral ýaglar, difenil, kremniý-organiki birleşmeler, metallaryň we duzlaryň erginleri degişlidirler.

Gaz halyndaky ýylylyk daşajylara howa, tüsse gazlary, azot, kömürturşy gazy, kükürdiň ikili oksidi, wodorod, geliý şeýle-de suwuň buglary degişlidir.

Temperaturasy 2000°C-den geçýän ýerlerde ionlaşdyrylan (pes temperaturaly plazma diýip atlandyrylýan) gazlar ulanylýar.

Temperaturasy daşky gurşawyň temperaturasyndan we 0°C-den pes bolan ýerlerde sowadyjylaryň görnüşleri (aşgarly metallaryň duzlarynyň suwly erginleri, ammiak, uglewodorodlar we beýlekiler), has pes temperaturada bolsa kriogen suwuklyklar (suwuk azot, kislorod, howa, geliý) ulanylýar.

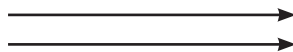
Ýylylyk daşajylaryň häsiýetleri köpdürlüdür we ýylylyk tehniki prosesler taslananda we guralanda uly täsirleri bardyr. Şonuň üçin hem ýylylyk daşajylar saýlananda, olaryň has wajyp tehnologik häsiýetleri göz önünde tutulmalydyr. Ýylylyk daşajylaryň ýylylyk fiziki häsiýetlerine dykyzlyk, ýylylyk sygym, ýylylyk geçirijilik, bug emele gelmek ýylylygy, gaýnamak we eremek temperaturalary degişlidir.

Iki komponentli ýylylyk daşajylar. Tehnologik enjamlarda ýylylyk çalyşmagy güýçlendirmek üçin uly bolmadyk gaty jisimlerden ýasalan oturtmalar ulanylýandyr. Bu oturtmalaryň üstünden sowadyjy ýa-da gyzdyryjy akym geçýändir. Şeýlelikde, gozganmaýan oturtma ýylylyk çalşykda gatnaşýan ikinji düzüm bolup durýandyr. Oturtma – munuň özi öýjük-öýjük keramika, koksýň bölekleri, Raşigiň halkalary, böleklenen dürli katalizatorlar we beýlekiler.

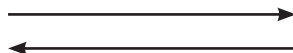
Önümçilik tejribeliginde *üç komponentli ýylylyk daşajylar* ulanylýan ýylylyk-massa çalyşma prosesleri we enjamlary bardyr. Üç komponentli ýylylyk daşajylar bolup, bugly howanyň garyndysy we işjeňleşdirilen kömür (silikagel, katalizatorlar we beýlekiler) hyzmat edýär.

Ýylylyk çalşyjy enjamlarda ýylylyk daşajylaryň hereketleri aşakdaky görnüşlerde bolýandyr:

a) ugurdaş hereketde:



b) garşylyklaýyn hereketde:



ç) kesişýän hereketde:



4.2. Ýylylyk çalşygy enjamlar, gurnamalary, işleýiş düzgünleri we ulanylyşy

Ýylylyk çalşygy enjamlar ýylylyk çalyşma prosesini geçirmek üçin niýetlenendir, şonuň ýaly-da ýylylygy peýdalanmak zerurlygy bar bolsa, tehnologik önümi gyzdyrmak ýa-da sowatmak üçin niýetlenendir.

Ýylylyk çalşygy enjamlar himiýa we garyşyk önümçilikleriň pudaklarynyň tehnologik enjamlarynyň örän düýpli bölegini düzýär, ýagny himiýa önümçiliginiň enjamlarynyň 15, 18%-ni, nebit-himiýasynyň we nebiti gaýtadan işleýän kärhanalaryň enjamlarynyň bolsa 50%-ni tutýarlar. Bu bolsa himiýa tehnologiýasynyň ähli esasy prosesleriniň (bugartma, rektifikasiýa, guratma we beýlekiler) hökmany ýylylygy bermek ýa-da bölme bilen baglanyşykly bolýandygy bilen düşündirilýär.

Ýylylyk çalşygy enjamlary aşakdaky görkezijiler boýunça toparlara bölünýär:

1. Gurnawy boýunça;

a) turba daşly (mundan beýläk gabarasy turbadan ýasalan diýip aňladylar) enjamlar, «turbanyň içindäki turba», çyglandyryjylar, suwuklyga çümdürilen enjamlar, howa bilen sowadyjylar.

b) ýylylyk çalyşma üst gatlagy list görnüşli materialdan ýasalan enjamlar (plastinaly we spiral şekilli enjamlar).

ç) ýylylyk çalyşma üsti metal däl materialdan ýasalan enjamlar (grafitden, plastmassadan, aýnadan we ş.m.).

2. Niýetlenişi boýunça sowadyjylar, gyzdyryjylar, bugardyjylar, kondensatorlar.

3. Ýylylyk daşajyklaryň hereketleriniň ugurlary boýunça ugurdaş göni, garşylykly, atanakly we garyşykly enjamlar.

Önümçilik kärhanalarynyň tehnologik prosesleri üçin ulanylýan ýylylyk çalşyjylaryň 80%-ni gabaraly turbadan ýasalan ýylylyk çalşygy enjamlary tutýar. Bu ýylylyk çalşyjylar ýasalyşy boýunça örän ýönekeýdir, ulanylyşda örän ygtybarly we köpugurly bolup durýarlar, ýagny gazlaryň, buglaryň, suwuklyklaryň we garyşyk ýylylyk daşajyklaryň arasynda ýylylyk çalyşmak üçin niýetlenendirler hem-de dürli basyşlarda we temperaturalarda ulanmak mümkinçilikleri bardyr.

Polat materialdan ýasalan «turbanyň içindäki turba» kysymly we burumly ýylylyk çalşyjylar ýylylyk çalşyjy enjamlaryň umumy göwrüminiň 8%-ni, çoýundan ýasalan çyglandyryjylar bolsa 2%-ni tutýar.

Burum şekilli, plastinaly we howa bilen sowadyjy ýylylyk çalşyjy enjamlaryň tutýan oruny onçakly köp däldir, ýöne täze ornaşdyrylýan tehnologik ýollarda enjamlaryň bu kysymlary örän uly orny tutýar.

Önümçilik enjamlarynda ýylylyk çalyşma ýagdaýyny geçirmegiň şerti örän dürli-dürlüdür. Bu enjamlar dürli ýagdaý ýagdaýdaky (gaz, bug, damjaly suwuklyk, emulsiýa we beýlekiler) we dürli guruluşdaky işçi önümler üçin, dürli basyşlarda we temperaturalarda hem-de dürli fiziki-himiki häsiýetli önümleri işlemekde ulanylýarlar.

Ýylylyk çalşyjy enjamlaryň ulanylyşynyň örän çylşyrymly bolup durýandygy sebäpli, olara edilýän talaplar hem örän dürli bolup durýar. Şonuň üçin hem dürli gurnawdaky we kysymdaky enjamlar ulanylýar. Enjamyň her bir kysymy üçin, ýylylyk çalyşma üst gatlagyny örän giň aralykda alyp bolar ýaly, köp ölçeglerde işlenilip taýýarlanylýandyr. Ol ölçeglerdäki ýylylyk çalşyjylar işçi önümiň rugsat berilýän basyşy, temperaturasy we enjamyň ýasalan materialy boýunça tapawutlanýarlar.

Ýylylyk çalşyjylaryň kysymlary, ölçegleri, ululyklary we materiallary boýunça giň nomenklaturasynyň bolmagy, ýylylyk çalyşmanyň takyk şertlerine mümkinçilik berýär. Aşakda ýylylyk çalşyjylaryň gurnawynyň we ondaky ýylylyk daşajjylaryň hereketiniň shemasyny saýlap almak üçin umumy teklip berilýär:

a) ýylylyk daşajjylaryň uly basyşynda gabarany turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamy saýlamakda turbalaryň içi boýunça basyşy has uly bolan ýylylyk daşajjyny ugrukdyrmak teklip edilýär, sebäbi turbalaryň diametri gabaranyň diametrine garanynda kiçi bolandygy sebäpli, has uly basyşy saklamaklyga mümkinçilik berýär;

b) poslama täsirli ýylylyk daşajjyny turbalaryň içi boýunça geçirmek maksadalaýykdyr, sebäbi çüýrän turbalary çalyşmak, enjamyň gabarasyny çalşandan ýeňil düşýär;

ç) ýylylyk daşajjynyň poslama täsiri bar bolsa, onda polimer materialdan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamy ulanmak teklip edilýär. Mysal üçin, poslama örän durnukly ftoroplastdan ýasalan enjamlary ulanmak;

d) eger-de ýylylyk daşajjynyň biri garyndyly bolup, çökündi emele getirýän bolsa, onda arassalamak ýeňil bolar ýaly, ony ýylylyk çalşyjynyň sökmesi aňsat tarapyndan maksadalaýyk hasap edilýär.

Bellenip geçilişi ýaly, gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlar has giňden ýaýran gurnaga bolup durýar.

TDS 9929-82 boýunça polat materialdan bolan, gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň aşakdaky kysymlary ýasalýar:

G kysymly–turba gözenekleri gozganmaýan ýylylyk çalşyjy;

K kysymly–gabarasy sazlaýjy elementli ýylylyk çalşyjy;

U kysymly turbalary *U* şekilli ýylylyk çalşyjy;

ÝE kysymly ýüzýän enjamly ýylylyk çalşyjy;

ÝEK kysymly ýüzýän enjamly we kompensatorly ýylylyk çalşyjy

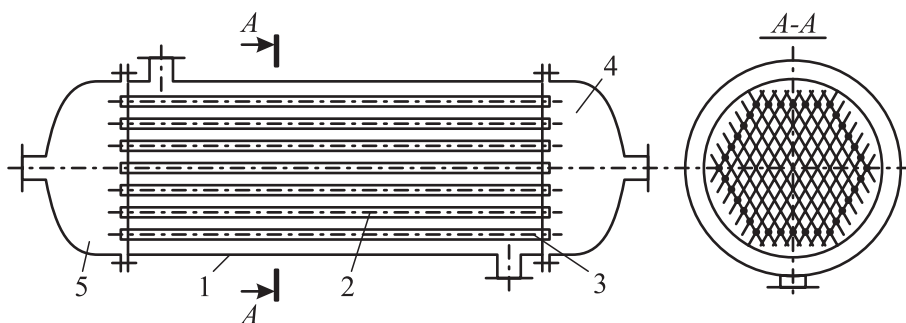
Mis materialdan ýasalan ýylylyk çalşyjylar TDS 119741-77 boýunça iki kysymda bolýarlar, ýagny *G* we *K*.

Niýetlenişi boýunça gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlar, ýylylygy çalşyjy, sowadyjy, kondensator ýa-da bugardyjy bolup bilýärler.

Materialy polatdan, gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlar himiýa önümçiliginde ulanylýan enjamlaryň düzüminiň esasy bölegi bolup durýarlar. Bu enjamlar temperaturasy – 60°C-dan + 600°C-e çenli bolup, suwuk we gaz halyndaky önümlerde ýylylyk çalyşmak üçin niýetlenendir. Materialy polatdan bolan, gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň dürli kysymlary himiýa önümçiliginiň kärhanalarynda şeýleräk ulanylýarlar: *G* – 7%; *K* – 15%; *U* – 3%; galany *ÝE* we *ÝEK*.

4.2.1. Turba gözenekleri gozganmaýan ýylylyk çalşyjy (*G* kysymly)

Turba gözenekleri gozganmaýan ýylylyk çalşyjynyň gurnag shemasy 4.1-nji suratda görkezilendir.



4.1-nji surat. Turba gözenekli gozganmaýan ýylylyk çalşyjy:

1 – gabara; *2* – ýylylyk çalşyjy turbalar; *3* – turba gözenegi; *4, 5* – ellips şekilli gapaklar

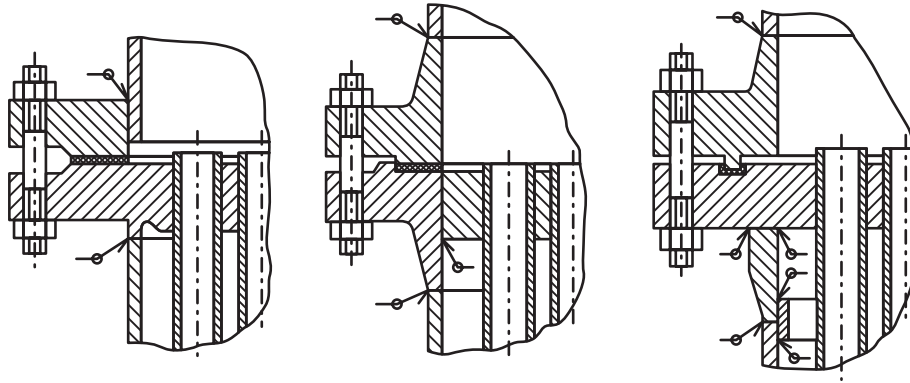
Enjamyň gabarasynnda (1) turba toplumu ýerleşdirilýär, turba toplumynyň ýylylyk çalşyjy turbalary (2) turba gözenegine (3) berkidilýär. Turba gözenegi gabara bilen berk keşirilenip birleşdirilýär. Enjamyň gabarasynyň iki gapdal taraplary ellips şekilli gapaklar (4,5) bilen ýapylýar. Gabara we gapaklar biri-biri bilen flanes birleşmesi bilen birleşdirilýär.

Ýylylyk daşajjylaryň girmegi we çykmagy üçin enjam ştuserler (6) bilen üpjün edilendir. Bu enjamlarda ýylylyk daşajjylaryň biri turbalaryň içi boýunça hereket edýär, beýlekisi, turbalaryň aralyklary boýunça hereket edýär.

G kysymly enjamlaryň esasy aýratynlygy olaryň turbalarynyň turba gözenegi bilen berk birleşdirilýänligidir, gözenekler bolsa öz gezeginde gabara bilen keşir-

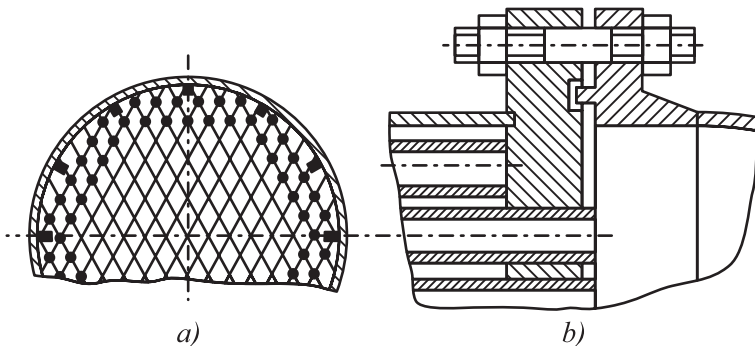
lenip birleşdirilýär. Şuňa baglylykda, turbalar gabaradan aýratyn özbaşdak süşüp bilmeýärler. Şonuň üçin hem bu kysymly enjamlara başgaça, berk birleşdirilen gurnamadaky ýylylyk çalşyjy hem diýilýär.

Enjamyň turba gözenekleriniň gabara bilen birleşmesiniň käbir görnüşleri 4.2-nji suratda görkezilendir.



4.2-nji surat. Turba gözenekli enjamyň gabarasy bilen birleşdirilişiniň görnüşleri

Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylaryň turbalary ýerleşdirilende, gabaranyň diwarynyň iç ýüzi bilen turba toplumynyň arasyndaky boşluk örän kiçi bolar ýaly göz önünde tutulmalydyr. Eger-de şeýle edilmese, onda ýylylyk daşýjynyň köp bölegi ýylylyk çalşmanyň üst ýüzüniň esasy bölegi bilen galtaşman geçip bilýär. Turba toplumu bilen gabaranyň arasyndaky boşlukdan geçýän ýylylyk daşýjynyň möçberini azaltmak üçin, bu boşlukda ýörite dolduryjy oturdylýar, mysal üçin, gabyga berkidilen kese zolaklar kebşirlenip birleşdirilýär (4.3-nji a surat), ýa-da «ýapyk» turbalar oturdylýar. «Ýapyk» turbalar turba gözenegine birleşdirilmeyär we gabaranyň diwarynyň iç ýüzünde ýerleşdirilýär (4.3-nji b surat).



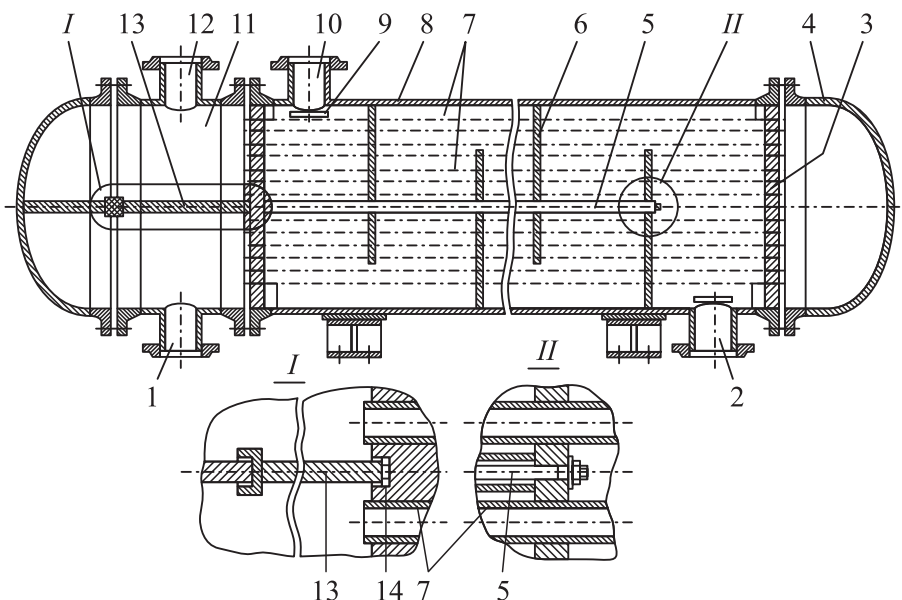
4.3-nji surat: a – turba toplumu bilen gabaranyň arasyndaky boşlukda kese zolagyň ýerleşdirilişi; b – «ýapyk» turbanyň oturdylyşy

Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylarda ýylylyk berme koeffisiýentini ýokarlandyrmak üçin ýylylyk daşajylaryň ýokary tizligi gerek bolýar: gazlar üçin 8,30 m/s, suwuklyklar üçin 1,5 m/s-dan az bolmaly däl. Bu tizlikler enjam taslananda turbalaryň we turba aralygynyň giňişliginiň kesimleriniň meýdanyny saýlamak arkaly üpjün edilýär.

Eger-de turbalaryň kesiginiň meýdany (turbalaryň sany we diametri) saýlanan bolsa, onda ýylylyk hasaplamanýň netijesinde ýylylyk geçirmäniň we ýylylyk çalşmаныň üstüniň koeffisiýenti kesgitlenilýär. Ol boýunça bolsa turba toplumynyň uzynlygy kesgitlenilýär.

Hasaplamanýň netijesinde turba toplumynyň turbasynyň uzynlygy öndürilýän turbalaryň uzynlygyndan uly çykmagy mümkindir. Muňa baglylykda, köp girelge-li (turbalar boýunça) ýylylyk çalşyjy enjamlar ulanylýar. Bu enjamlaryň paýlaýjy kamerasynda kese germew ýerleşdirilýär. *G* kysymly ýylylyk çalşyjylaryň iki, dört we alty girelge-li gurnamalary öndürilýär.

G kysymly, ikigirelge-li, kese oturdylyan ýylylyk çalşyjy (4.4-nji surat) silindr şekilli gabaradan (8), paýlaýjy kameradan (11) we iki sany gapakdan (4) ybarat. Turba gözenegine berkidilýän turbalar (7) ýylylyk çalşyjynyň turba toplumyny emele getirýär. Turba gözenekleri gabara kebşirlenip birleşdirilýär.



4.4-nji surat. *G* kysymly, iki girelge-li, kese oturdylyan ýylylyk çalşyjy:

- 1 – turbalara berilýän ýylylyk daşajyjynyň çykmagy üçin ştuser; 2 – turbalaryň aralygyndaky giňişlige berilýän ýylylyk daşajyjynyň girmegi üçin ştuser; 3 – turba gözenegi; 4 – ellips şekilli gapak; 5 – kese sütün; 6 – dik germewler; 7 – turbalar; 8 – gabara; 9 – serpikdiriji; 10 – turbalaryň aralygyndaky giňişlige berilýän ýylylyk daşajyjynyň çykmagy üçin ştuser; 11 – paýlaýjy kamera; 12 – turbalara berilýän ýylylyk daşajyjynyň girmegi üçin ştuser; 13 – kese germew; 14 – dykzlandyryjy

Gapaklar, paýlaýjy kamera we gabara flanesli birleşme arkaly birleşdirilýär. Gabarada hem-de paýlaýjy kamerada ýylylyk daşajjynyň turbalara (1,12) we turbalaryň arasyndaky giňişlige (2, 10) girmegi we olardan çykmagy üçin ştuserler ýerine ýetirilendir. Paýlaýjy kameradaky kese germew (13) ýylylyk daşajjynyň turbalar boýunça girmegini üpjün edýär. Kese germewiň turba gözenegi bilen birleşýän yeriniň dykyzlandyrylmagy, gözenegiň kanaljygynda (3) ýerleşdirilen, metal däl materialdan taýýarlanylýan dykyzlandyryjy (14) bilen amala aşyrylýar.

Ýylylyk bermäniň çaltlygy ýylylyk daşajjylaryň hereketine köp derejede baglydyr. Ýylylyk daşajjynyň hereketi turbalara perpendikulýar bolanda, ýylylyk bermäniň çaltlygy, ýylylyk daşajjynyň hereketi turbalaryň uzaboýuna bolan hereketindäkiden has ýokary bolýar. Şonuň üçin hem ýylylyk çalşyjylaryň turbalarynyň arasyndaky boşlukda ýörite, kese berkidilen sütünde (5) dik germewler (6) oturdylýar. Bular ýylylyk daşajjynyň hereketiniň, enjamyň uzaboýuna egrem-bugram hereket etmegi üçin niýetlenendir. Ýylylyk daşajjynyň, enjamyň turbalarynyň aralygyndaky boşluga berilýän ýerinde serpikdiriji (9) göz önünde tutulan. Onuň şekili tegelek ýa-da gönüburçly ýylmanak zolak görnüşinde bolýar. Ol turbalary ýerli gyrlyp iýilmeden goramak üçin niýetlenendir.

G kysymly ýylylyk çalşyjylar öz gurnamasynyň ýönekeýligi we arzanlygy bilen tapawutlanýar. Ýöne olaryň esasy iki sany ýetmezçiligi bar. Birinjiden, turbalaryň daş ýüzüni mehaniki usul bilen hiç hili arassalap bolmaýanlygy. Käbir ýylylyk daşajjylaryň düzüminde bolsa turbalaryň daş ýüzüne çöküp galýan çökündiler bolup, olar turbalaryň daş ýüzünde kesmek emele getirýär. Çökündilerden emele gelen kesmek, ýylylyk geçirijilik koeffisiýentiniň peselmegine eltýär we enjamda ýylylyk geçme prosesini örän ýaramazlaşdyrýar. Ikinjiden, *G* kysymly enjamlarda gabara we turbalarda temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan dartgynlylyk sebäpli, bu enjamlaryň ulanylyşy çakli bolýar. Bu öz gezeginde şeýle düşündirilýär: ýylylyk çalşyjynyň gabarany we turbalary, enjam işlän döwründe temperaturanyň täsirinde dürli deformatsiýalara sezewar bolýar, ýagny gabaranyň temperaturasy turbalaryň arasynda aýlanyp durýan ýylylyk daşajjynyň temperaturasyna ýakyn bolýar, turbalaryň temperaturasy bolsa, ýylylyk berme koeffisiýenti uly bolan ýylylyk daşajjynyň temperaturasyna ýakyn bolýar. Eger-de gabaranyň we turbalaryň ýasalan materiallarynyň göni çyzykly giňelme koeffisiýentleri dürli bolsa, onda temperaturanyň täsirinde süýnme tapawudy ýokarlanýar. Bu ýagdaýda ýüze çykýan dartgynlylygyň we enjamyň içinden geçýän önüminiň basyşynyň täsiri enjamyň hatardan çykmagyna eltýär.

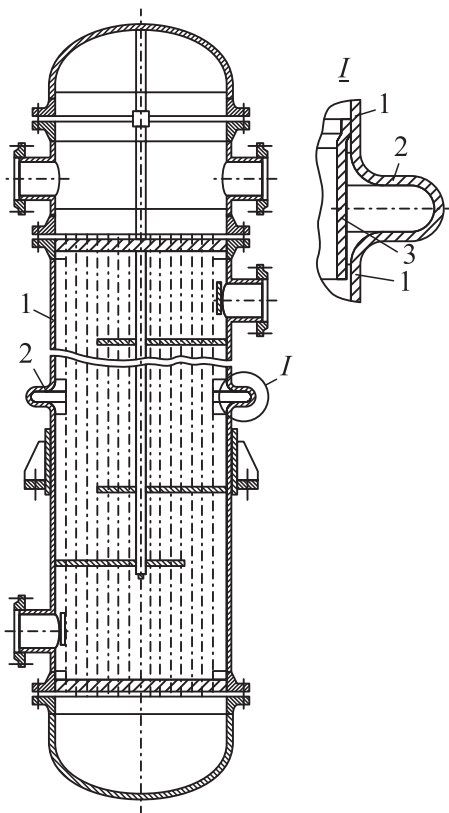
Görkezilen kemçilikler sebäpli *G* kysymly ýylylyk çalşyjy, gabaranyň we turbalarynyň temperaturalarynyň uly bolmadyk tapawudynda (50°C-dan pes) ulanylýar, bu tapawutda gurnamanyň öz-özünü kompensirlemegi mümkin bolýar. Temperaturanyň döredýän dartgynlylygyny aradan aýyrmak üçin hem-de gabaranyň we turbalaryň temperaturasyny sazlamak üçin, *G* kysymly ýylylyk çalşyjy enjamlar

işe goýberilende, ýylylygy çalyşýan ýylylyk daşajjyny ilki bilen turba aralygyna bermeklik, soňra bolsa beýleki önümi turbalaryň içine bermeklik teklipl edilýär.

Eger-de hasaplamalaryň esasynda temperaturalaryň tapawudy ýokarda görkezilenden uly çyksa, onda temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan dartgynlylygy bölekleýin sazlaýan, *K* ýa-da *ÝEK* kysymly ýylylyk çalşyjylar, doly sazlamak üçin bolsa *U* ýa-da *ÝE* kysymly ýylylyk çalşyjylar ulanylýar.

4.2.2. Gabarany sazlaýjy elementli (kompensatorly) ýylylyk çalşyjy (K kysymly)

Bu enjamlarda temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan dartgynlylygy bölekleýin sazlamak üçin, gabarada oturdylyan ýörite maýyşgak elementler (giňeldijiler we kompensatorlar) ulanylýar. Gabarasy turbadan ýasalan, dik oturdylyan *K* kysymly ýylylyk çalşyjy (4.5-nji surat), *G* kysymly ýylylyk çalşyjydan, gabarasy (1) kebşirlenip birleşdirilen, linza şekilli kompensatoryň (2) we plankanyň (3) barlygy bilen tapawutlanýar.

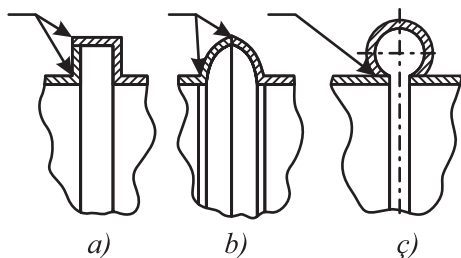


4.5-nji surat. Gabarany sazlaýjy elementli (kompensatorly) ýylylyk çalşyjy:
1 – gabara; *2* – linza şekilli kompensator; *3* – planka

Bu enjamlarda planka turba aralygynyň gidrawlik garşylygyny peseltmek üçin niýetlenendir; planka gabara ýylylyk daşajjynyň berilýän tarapyndan kebşirlenilýär. *K* kysymly enjamlarda köplenç, bir we köp elementli linza şekilli kompensatorlar ulanylýar. Linza şekilli kompensatoryň sazlaýjy ukyby takmynan, ondaky kompensatorlaryň sanyna proporsionaldyr, ýöne linzalarynyň sany dörtde köp kompensatorlary ulanmak maslahat berilmeýär, sebäbi gabaranyň bükülmä bolan garşylygy peselýär. Bu kompensatorlaryň sazlaýjy ukybyny güýçlendirmek üçin, kompensator ýygналанда, ilkibaşda gysylan görnüşinde (eger-de kompensator süýnmä niýetlenen bolsa) ýa-da süýndürilen görnüşinde (eger-de kompensator gysylma niýetlenen bolsa) ýasalyar.

Linza şekilli kompensatorlar kese enjamlarda oturdylanda, her linzanyň aşaky böleginde dykylyk üçin ötükler burawlanmalydyr. Bu dykylyk haçan-da enjamda suw bilen synag geçirilenden soň, suwy dökmek üçin niýetlenilendir.

K kysymly enjamlarda linza şekilli kompensatorlardan başga-da, olaryň beýleki görnüşleri hem ulanylýar, ýagny daşky guralary plastina bilen birleşdirilen, tekiz ugurdaş halkalardan ýasalan kompensator (4.6-njy a surat), iki sany ýarymsfera şekilli elementlerden kebşirlenip ýasalan kompensator (4.6-njy b surat), turbadan ýasalan kompensator (4.6-njy ç surat) we ş.m.



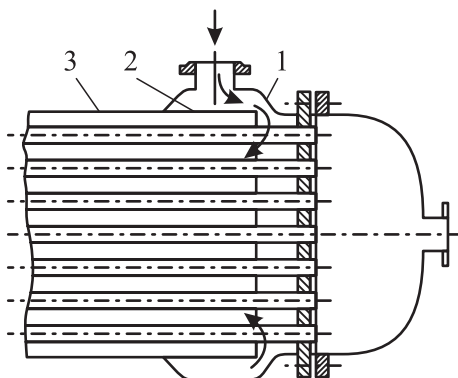
4.6-njy surat. Kompensatorlar:

a – tekiz ugurdaş halkalardan ýasalan kompensator; *b* – iki sany ýarymsfera şekilli elementlerden kebşirlenip ýasalan kompensator; *ç* – turbadan ýasalan kompensator

Turbadan ýasalan kompensatorlar beýlekilere garanynda ýasalyşy ýönekeý hem-de bahasy arzandyr. Olar turbalardan ýasalyar, ýagny ilki bilen turbany egreldýärler, soňra egreldilen turbanyň iç ýüzüni kesip aýyrýarlar. Olaryň esasy kemçiligi, kompensatoryň gabara bilen kebşirlenip birleşdirilmesiniň çylşyrymlylygyndan ybaratdyr. Gabarasyndaky maýyşgak elementine (1) baglylykda, temperaturanyň täsiri bilen ýüze çykýan giňelmäni böläkleýin sazlaýjy enjamlara gabarany (3) giňeldiji elementli enjam hem degişlidir (4.7-nji surat).

Bu gurnamanyň aýratynlygy: turbalaryň aralygyndaky emele gelýän, ýagny ýylylyk çalyşmanyň ýaramaz geçýän ýerleriniň bolmaýanlygy sebäpli, ýylylyk çalyşma has netijeli geçýär. Esasan hem gabarany turbadan ýasalan enjamlarda ol ýerler turba gözenekleriniň ýakynynda emele gelýär. Bu bolsa önümiň berilýän

we çykýan ştuserleriniň gözeneklerden daşrakda ýerleşýändigini bilen düşündirilýär. Enjamda ol ýerleri aradan aýyrmak üçin paýlaýjy (2) göz önünde tutulandyr. Bu paýlaýjy ýylylyk daşajjynyň, turbalaryň aralygy boýunça deň derejede paýlanylmagyny üpjün edýär.



4.7-nji surat. Gabarany giňeldiji elementli ýylylyk çalşyjy:

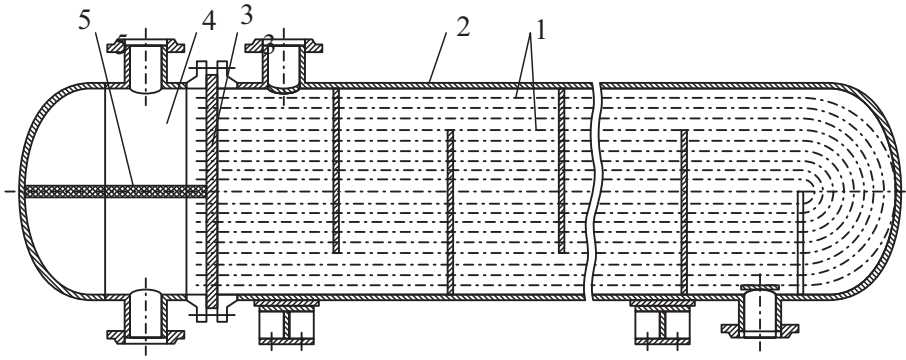
1 – maýşgak elemnt; 2 – paýlaýjy; 3 – gabara

Kompensatorlary we giňeldijileri oturtmaklyk H kysymly ýylylyk çalşyjylaryň esasy kemçiligi bolan, temperaturalaryň tapawudynyň çäklenmesini aradan aýyrylanlygydyr, ýöne bu enjamyň bahasynyň ýokarlanmagyna eltýär, şonuň ýaly-da, K kysymly enjamlaryň işi basyşy çäkli bolýar, ýagny $P = 2,5$ MPa-dan uly basyşlarda ulanylyşa ýaramsyzdyr.

4.2.3. Turbalary U şekilli ýylylyk çalşyjy (U kysymly)

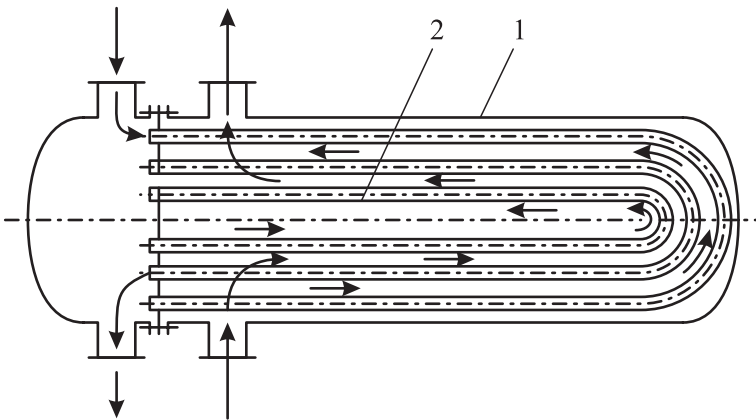
Gabarany turbadan ýasalan bu enjamlaryň gurnalyşy turbalaryň erkin süýnmesini üpjün edýär. Bu bolsa temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan dartgynlylygyň döremegini aradan aýyrýar. Bu enjamlar (4.8-nji surat) gabaradan (2), bir sany turba gözeneginden (3) hem-de U şekilli turbalardan (1) ybaratdyr. Turba gözenegi paýlaýjy kamera (4) bilen bilelikde enjamyň gabarasyna sökülýän flanes arkaly birleşdirilýär. Ýylylyk daşajjynyň turbalar boýunça aýratyn girmegi we çykmagy üçin, paýlaýjy kamerada kese germew (5) göz önünde tutulýar.

Turbalary U şekilli ýylylyk çalşyjylarda önümiň turbalara girimi bir girelgeli bolýar, turbalaryň aralygyna bolsa bir ýa-da iki girelgeli bolýar. Iki girelgeli enjamda (4.9-njy surat) gabaradan (1), turba toplumu bilen bile çykarylýan kese germew (2) oturdylýar. Enjamyň gabarasy (1) bilen kese germewiň (2) arasyndaky yşdan ýylylyk daşajjynyň geçmezligi üçin, metal materialdan bolan maýşşgak plastinalar (3) oturdylýar (4.10-njy a surat), ýa-da rezinbest garyndysyndan ýasalan, bagjyk görnüşündäki dykzylandyryjyny (3) kese germewiň (2) ýoluna oturtmak arkaly üpjün edilýär (4.10-njy b surat).



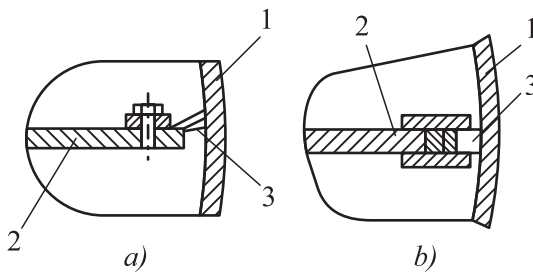
4.8-nji surat. Turbalary U şekilli ýylylyk çalşyjy:

1 – U şekilli turbalar; 2 – gabara; 3 – turba gözenegi; 4 – paýlaýjy kamera; 5 – kese germew



4.9-nji surat. Turbalary U şekilli, iki girelgesi ýylylyk çalşyjy:

1 – gabara; 2 – kese germew

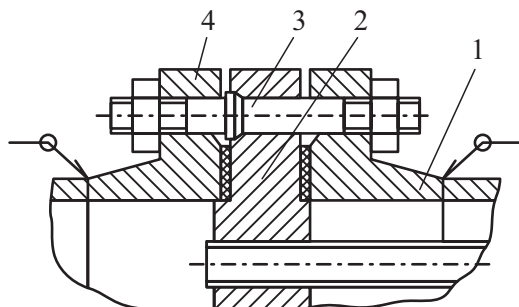


4.10-nji surat. Germew bilen gabaranyň arasyndaky boşlugyň dykzlandyrylyşynyň görnüşleri:

a – maýyşgak metal plastinaly; b – bagjykly; 1 – gabara; 2 – kese germew; 3 – maýyşgak plastinalar; (4.10-nji b suratda 3 – bagjyk)

Bu enjamlarda temperaturanyň täsiri bilen turbalaryň erkin süýnmesi bolup geçýär: ýagny, her bir turba plýonka we gapdalyndaky turbalara dahylsyz süýnip

bilýär. Enjamyň paýlaýjy kamerasyň flanesiniň (4), gabaranyň flanesi (1) bilen birleşmesiniň gurnamasy 4.11-nji suratda görkezilendir. Konus şekilli saklaýjysy bolan ýörite şpilka (3), turba gözenegi (2) bilen gabaranyň birleşmesini gozgamasyzdan, paýlaýjy kamerany aýyrmaga mümkinçilik berýär.



4.11-nji surat. Paýlaýjy kameranyň ýylylyk çalşyjynyň gabarasyna birleşdirilişi:

*1 – gabaranyň flanesi; 2 – turba gözenegi; 3 – ýörite şpilka;
4 – paýlaýjy kameranyň flanesi*

Turbalary U şekilli ýylylyk çalşyjylarda esasy ýaýran, kemçilik turbalaryň turba gözenegi bilen birleşdirilýän ýerindedir. Bu birleşmä turba toplumynyň hem-de turbalaryň içinden geçýän önümiň agramy uly täsir edýär we büküji dartgynlylygyň ýüze çykmagyna eltýär. Şol sebäpli, turba toplumyndaky büküji dartgynlylygyň täsirini peseltmek üçin hem-de turba toplumu gurnama we sökme işlerini ýeňilleşdirmek üçin, diametri 800 mm-den uly bolan enjamlaryň turba toplumynyň aşagy tigrçekli (rolikli) diregler bilen üpjün edilýärler.

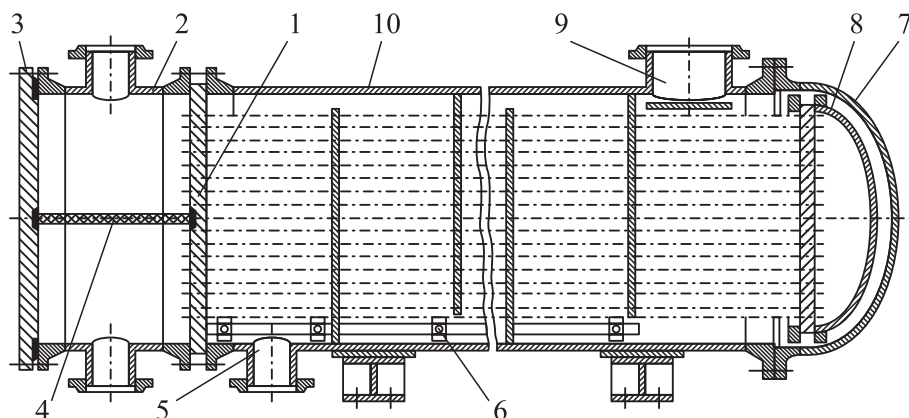
Enjamyň U şekilli turbalary sowuk ýa-da gyzdyrylan ýagdaýynda egredilip ýasalýar. Turbanyň egriminde tolkunyň düşmezligi we turbanyň diwarynyň galyňlygynyň ýukalmazlygy üçin, egrelme radiusy şeýle alynýar – $R \geq 4 d_T$; bu ýerde d_T – turbanyň daşky diametri, m, ýagny egrelme radiusy turbanyň daşky diametriň 4 essesinden kiçi bolmaly däldir.

Turbalary U şekilli ýylylyk çalşyjynyň artykmaçlyk taraplary: turbalaryň daş ýüzüni arassalamak ýa-da turbalary çalşmak üçin turba toplumyny durşuna çykar-mak mümkinçiligidir. Ýöne turbalaryň daş ýüzüni mehaniki usul bilen doly arassalamak mümkinçiligi az bolýar.

4.2.4. Ýüzýän enjamly ýylylyk çalşyjy (ÝE kysymly)

Ýüzýän enjamly ýylylyk çalşyjylarda turbalar iki sany turba gözeneklerine berkidilýärler. Olaryň biri gönümel gabara bilen baglanyşýar, beýlekisiniň bolsa erkin ýagdaýda ok boýunça süýşmäge mümkinçiligi bolýar, bu bolsa gabarada we turbalarda temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan deformatsiýalary aradan aýyrýar.

Kese oturdylan, iki girelgeli ÝE kysymly kondensator (4.12-nji surat) gabardan (10) we turba toplumyndan ybaratdyr.



4.12-nji surat. Ýüzýän enjamly kondensator:

- 1 – turba gözenegi; 2 – paýlaýjy kamera; 3 – tekiz gapak; 4 – kese germew;
 5 – turba aralygyna berilýän ýylylyk daşajjynyň çykýan şuseri; 6 – direg platformasy;
 7 – ellips şekilli daşky gapak; 8 – ýüzýän enjamyň ellips şekilli gapagy; 9 – turba aralygyna berilýän ýylylyk daşajjynyň girýän şuseri; 10 – gabara

Çep gapdalky turba gözenegi (1) gabara we paýlaýjy kamera (2) bilen, flanes birleşmesi arkaly birleşdirilýär. Paýlaýjy kamerada kese germew (4) oturdylýar. Kamera tekiz gapak (3) bilen ýapylýar. Sag gapdalky turba gözenegi hereket edýän bolup durýar, ýagny ol, gabaranyň içinde erkin ýerleşdirilmek bilen, erkin ýagdaýda bolýar we özüne berkidilen gapak (8) bilen «ýüzýän enjamy» emele getirýär. Enjam ýüzýän enjam tarapyndan gapak (7) bilen ýapylýar. Enjam gyzanda we turbalar süýnende, ýüzýän enjam gabaranyň içinde süýşip bilýär. Turba toplumynyň erkin süýnmegini üpjün etmek üçin, diametri 800 mm-den uly bolan enjamlaryň gabarasynyň iç ýüzi direg platformasy (6) bilen üpjün edilýär.

Ýokarky şuser (9), buguň girmegi üçin niýetlenen, şonuň üçin hem onuň diametri uly bolýar. Aşaky şuser (5), kondensatyň çykmagy üçin niýetlenen, şonuň üçin hem onuň diametri kiçi bolýar.

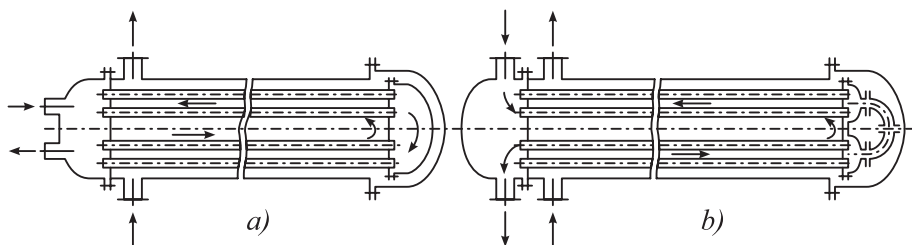
Kondensasiýada ýylylyk berme koeffisiýentler täsirli bolansoň, olar önümiň hereketiniň kadasyna düýbünden bagly hem bolmaýar. Şonuň üçin hem bu enjamdaky turbalaryň arasynda oturdylan germewler diňe turbalary saklamak we olara berklik bermek üçin niýetlenendir.

Ýüzýän enjamly enjamlar adaty turbalaryň aralyklarynda önümiň hereketi boýunça bir girelgeli edilýär, ýöne turbalaryň aralygyna kese germew oturtmak bilen, köp girelgeli gurnamany hem almak bolýar (4.13-nji a surat).

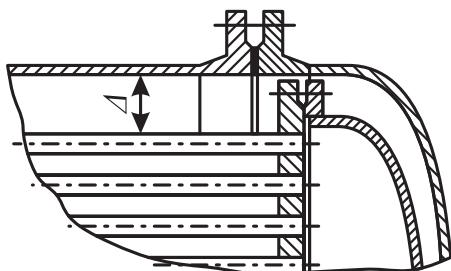
ÝE kysymly enjamlarda temperaturanyň täsiri astynda ýüze çykýan deformatsiýalar gowy sazlanýlan hem bolsa, bu sazlanma kähallatlarda ýeterlik derejede

däldir. Sebäbi turbalaryň özündäki süýnmeleriň tapawutlary, turba gözeneginiň döwürmelerine eltip bilýär. Şu sebäpli, diametri 1000 mm-den uly bolan, köp girel-geli ÝE kysymly ýylylyk çalşyjylarda, önümiň turba toplumyna girýän we ondan çykýan ýerinde, önümiň we ýylylyk daşajyynyň temperaturasynyň aratapawudy 100°C-den uly bolsa, onda düzgüne görä, enjamyň diametri boýunça kesilen ýüziji enjam oturdylýar (4.13-nji b surat).

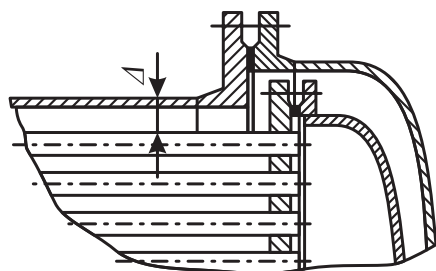
Ýüzýän enjamly ýylylyk çalşyjylaryň esasy wajyp böleginiň biri hem, ýüzýän enjamyň turba gözeneginiň gapak bilen birleşmesidir. Bu birleşme turba toplumynyň gabaradan aňsat çykarylmagyny we gabara bilen turba toplumynyň arasyndaky Δ yşyň iň dar ýagdaýyny üpjün etmelidir. Bu birleşmäniň aşakdaky görnüşleri bar: 4.14-nji suratda görkezilen görnüşde turba toplumyny gabaradan çykarmak aňsat bolýar, ýöne Δ aralyk uly bolýar. Bu shema boýunça berkitmek örän ýönekeý bolup durýar, ony köplenç, bug giňişlikli bugardyjylarda ulanylýar. 4.15-nji suratdaky görnüşde bolsa, ýüzýän enjamyň flanesiniň diametri gabaranyň diametriden uly edilýär we munuň esasynda Δ aralygyň kiçelmegi gazanylýar, ýöne turba toplumyny sökmek çylşyrymlaşýar. Bu görnüş boýunça içinden diňe arassa önüm geçýän ýerlerde ulanmak mümkinçiligi bolýar. Turba toplumyny gabaradan aňsat çykarar ýaly we Δ aralyk kiçi bolar ýaly, gurnamalar 4.16-njy (a, b, ç) suratlarda görkezilendir. Bular ýaly ýönekeý birleşmeleriň birinde kesilen flanesler ulanylýar (4.16-njy a surat).



4.13-nji surat. ÝE kysymly, ýüzýän enjamly, iki girel-geli ýylylyk çalşyjy:
a – ýüzýän enjamly bütewi; b – ýüzýän enjamly kesilen



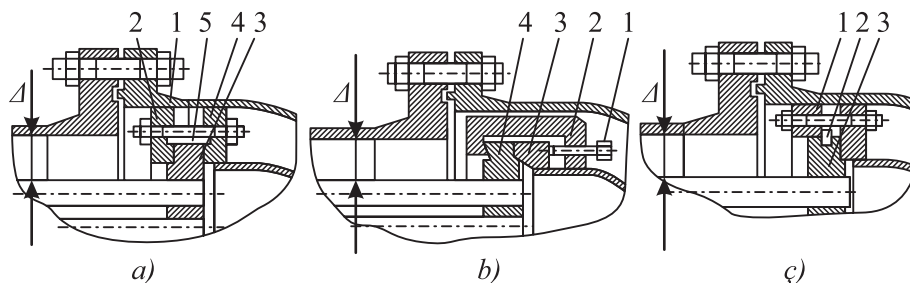
4.14-nji surat. Uly diametrdäki gabarada ýüzýän enjamy ýerleşdirmegiň görnüşü



4.15-nji surat. Kiçi diametrdäki gabarada ýüzýän enjamy ýerleşdirmegiň görnüşü

Gurnama, kesilen flanesden (1) çäklendiriji halka (2) bilen (çekdirilen, iki sany ýarym halkalardan ybarat bolan birleşme), dykzlandyryjydan (3), ýüzýän enjamyň gapagyndan (4) we turba toplumyndan (5) ybarat.

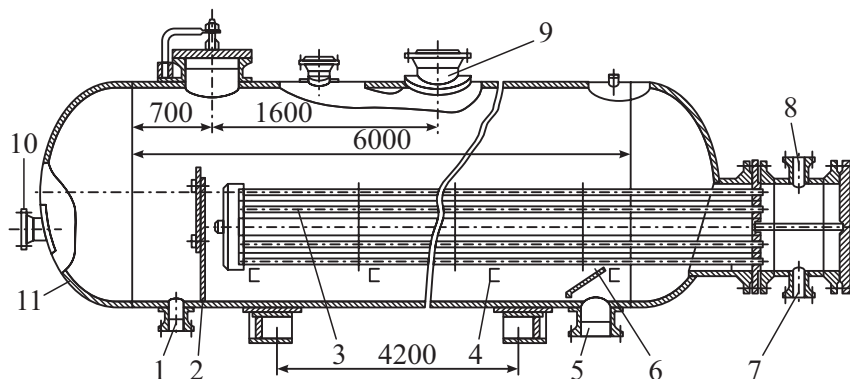
Gurnamanyň köp ýaýran görnüşiniň biri hem flanesli çekdirijili birleşmedir (4.16-njy b surat). Bu gurnama flanesli çekdirijiden (2), turba gözeneginden we gapagyň flanesinden (3) ybaratdyr. Wintler (1) egrediji pursatlaryň täsirinden goramak maksady bilen, flanesi dykzlandyryjynyň merkezine gabat geler ýaly oturdylmalydyr. Beýleki gurnamada (4.16-njy ç surat) geýdirilýän flanes (1), kesilen halkalar (2) bilen saklanylýar. Kesilen halka bolsa turba gözeneginiň (3) kanaljygynda oturdylýar.



4.16-njy surat. Ýüzýän enjamyň gapagyny turba gözenegine berkitmäniň usullary:

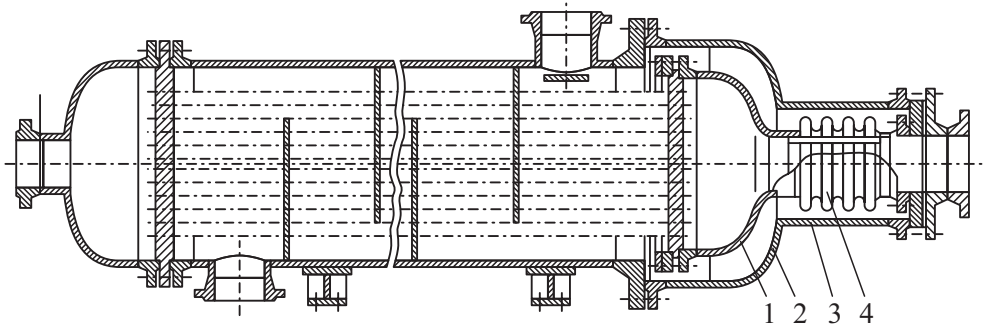
a – kesilen flanesli: 1 – kesilen flanes; 2 – çäklendiriji halka; 3 – dykzlandyryjy; 4 – ýüzýän enjamyň gapagy; 5 – turba gözenegi; b – flanesli-çekdirijili: 1 – wint; 2 – flanesli çäklendiriji; 3 – gapagyň flanesi

Ýüzýän enjamly turba toplumu esasan, bug giňişlikli bugardyjylarda has köp ulanylýar. Bu enjamlarda bugartma üsti uly bolmalydyr, şonuň üçin hem bugardyjynyň diametri turba toplumynyň diametrinden has uly edilýär, turba toplumyndaky dik germewler bolsa, turba toplumyna diňe berklik bermek üçin niýetlenendir.



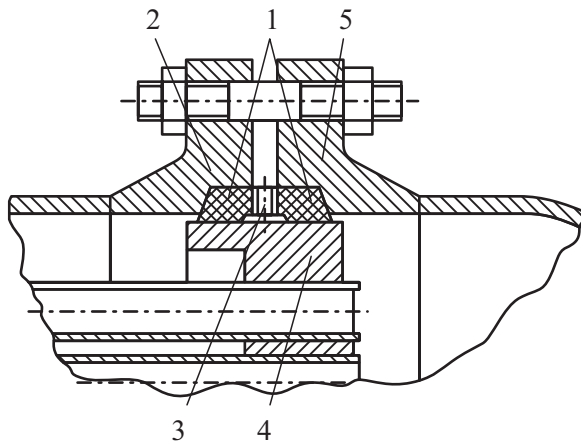
4.17-nji surat. Bugardyjy: 1 – ştuser; 2 – dik germew; 3 – turba toplumu; 4 – pürsler (balka); 5 – önümiň girýän ştuseri; 6 – serpikdiriji; 7 – turbalara berilýän ýylylyk daşajjynyň girýän ştuseri; 8 – turbalardan çykýan ýylylyk daşajjynyň ştuseri; 9 – gapak; 10 – gurnama gapagy; 11 – gabara

Bugardyjy enjamda (4.17-nji surat) gabaradaky (11) suwuklygyň derejesi gabarada oturdylan germew (2) bilen saklanylýar. Ýeterlik göwrümdäki buguň giňişligini saklamak we bugartma üstüni ulaltmak üçin, gabaradaky suwuklygyň derejesinden gabaranyň ýokarsyna çenli aralyk, takmynan, gabaranyň diametriniň 30%-ine barabar bolmalydyr. Turba toplumy (3) bugardyjynyň gabarasynda kese oturdylan pürslerde (balka) (4) ýerleşdirilýär. Turba toplumynyň gurnama işlerini ýenilleşdirmek üçin, germewde (2) we çep gapdalky düýpde, gapak (10) göz önünde tutulan. Bu gapagy açyp, gabaranyň içine lebyodkanyň polat tanapyny geçirmek bolýar. Önüm bugardyja şuseriň (5) üsti bilen berilýär; turba toplumyny sürtülmeden goramak üçin, bu şuseriň ýokarsynda serpikdiriji (6) ýerleşdirilýär. Ýylylyk daşajy turba toplumyna şuserden (7) berilýär we beýleki şuserden (8) çykýar. Bular ýaly enjamlarda turba toplumynyň birnäçesini oturtmak bolýar.



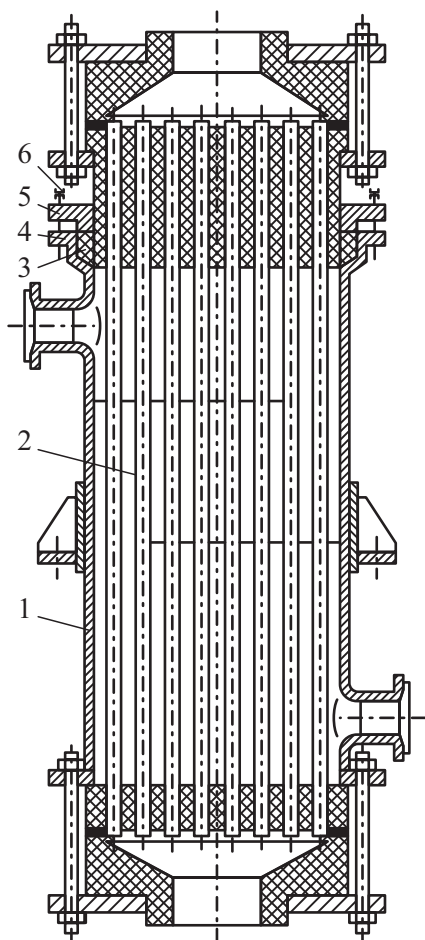
4.18-nji surat. Ýüzýän enjamly we ýüziji enjamy kompensatorly ýylylyk çalşyjy:

1 – ýüzýän enjam; 2 – gapak; 3 — uzaldylan şuser; 4 – kompensator



4.19-nji surat. Töwerekleýin salnikli dykyzlandyрма:

*1 – salnigiň halkalary; 2, 5 – flanesler; 3 – ýagtylandyryjy;
4 – turba gözenegi*



4.20-nji surat. Turşy, iýji önümler üçin ýylylyk çalşyýjy enjam:
1 – gabara; 2 – turba toplumy; 3 – turba gözenegi; 4 – flanes; 5 – wtulka; 6 – şpilka

4.2.5. Ýüzýän enjamly kompensatorly ýylylyk çalşyýjy (ÝEK kysymly)

Bu enjamlarda temperaturanyň täsiri bilen ýüze çykýan dartgynlylyk, ýüzýän enjamyň özünde oturdylan maýyşgak elementiň, ýagny kompensatoryň kömegi bilen sazlanýlýar. ÝEK kysymly ýylylyk çalşyjylar berilýän önümleriň hereketiniň ugurlary boýunça garşylyklaýyn ugrukdyrylýan bolup, bir girelgesi edilýär we $P = 5 \div 10$ MPa basyşda ulanylýar.

Bu gurnamadaky ýylylyk çalşyjy (4.18-nji surat) ýokarda görkezilen ýylylyk çalşyjylardan, gapagynda (2) uzaldylan ştuseriň (3) oturdylandygy bilen tapawutlanýar. Ştuseriň içinde bolsa, kompensator (4) ýerleşdirilýär. Kompensatoryň bir

tarapy ýüzýän enjam (1) bilen birleşdirilen, beýleki tarapy bolsa ýylylyk çalşyjynyň gapagyndaky ştuser bilen birleşdirilýär. Ýylylyk çalşyjynyň beýleki bölekleriniň gurnamasy ÝE kysymla meňzeşdir. 4.18-nji suratda görkezilen gurnamada turba toplumyny düzmek, sökmek we turbalary mehaniki usul bilen arassalamak mümkinçiligi bolýar.

ÝEK kysymly enjamlarda ulanylýan kompensatorlar K kysymly enjamlarda ulanylýan linza şekilli kompensatorlardan diametrleriniň kiçiligi, tolkunlarynyň sanynyň köplügi we diwarynyň galyňlygynyň ýukalygy bilen tapawutlanýarlar.

Bu kompensatorlary basyşlaryň aratapawudy 2,5 MPa uly bolan ýerlerde ulanmak bolýar, şonuň üçin hem ÝEK kysymly enjamlary, ýylylyk daşajylaryň ikisini hem bir wagtda, ýagny turbalara we turbalaryň aralygyna bermeklik bilen ulanmaga rugsat berilýär. Temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan deformasiýalaryň tapawudyny bölekleyin kompensirleýän ýylylyk çalşyjynyň ýene-de bir görnüşi, ýumşak salnikli ýylylyk çalşyjy enjamdyr. 4.19-njy suratda turba gözeneginiň (4) töwerekleýin dykyzlandyrylyşy görkezilendir. Dykyzlandyрма salnigiň halkalary (1) tarapyndan üpjün edilýär. Bu halkalar дренаž halkaksynyň iki tarapynda ýerleşdirilýär we flansler (2,5) bilen gysylýar. Eger-de salnikden ýylylyk daşajyjynyň syzylmasy bolsa, onda ýylylyk daşajy дренаž halkasyndaky ötügiň üsti bilen enjamdan çykarylýar.

Bu gurnamadaky enjamyň turba gözeneginiň gyraky taraplary ýeterlik derejede giň bolmalydyr, sebäbi dykyzlandyryjyny we дренаž halkalaryny ýerleşdirmek aňsat bolýar hem-de turbalar süýnende gözenegiň hem süýnmesini ýeňilleşdirýär. Bu enjamy uçýan we çalt ýanýan suwuklyklar üçin ulanmak gadagandyr.

Turşy, iýiji önümleri doýgunlaşan suwly bug bilen gyzdyrmak üçin niýetlenen enjam (4.20-nji surat) metaldan ýasalan gabaradan (1) we grafitden ýasalan turba toplumyndan (2) ybaratdyr. Enjamyň ýokarky böleginde, ýagny gabaranyň hereket edýän turba gözenegi (3) bilen birleşýän ýerinde salnik oturdylýar. Salnigi dykyzlandyryjy hökmünde grafit siňdirilen asbest bagjygy ulanylýar. Dykyzlandyрма gysýan wtulkany (5) süýşirmek bilen we şpilkany (6) çekdirmek bilen amala aşyrylýar. Ýöne turbalaryň aralygynda basyşyň ulalan ýagdaýynda, salnikden ýylylyk daşajyjynyň syzylmasyna getirýändiginiň hökman göz önünde tutulmalydyr.

4.2.6. Turba daşly ýylylyk çalşyjy enjamlaryň elementleri

Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň esasy elementleri: gabara, paýlaýjy kamera we turba toplumu bolup durýar. Turba toplumu öz gezeginde turbalardan, turba gözeneklerinden we germewlerden ybaratdyr. Polatdan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň elementleri polat materiallardan ýasalýar, şonuň ýaly-da, misden ýasalan (TDS 11971-77) enjamlaryň käbir elementleri polatdan ýasalýar. Ýokarda agzalan ýylylyk çalşyjylaryň niýetlenişine baglylykda, olaryň materiallary TDS-e degişlilikde ornaşdyrylýar.

Gabara we paýlaýjy kamera. Diametri 600 mm-den kiçi bolan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň gabarasy, köplenç, turbalardan ýasalýar, diametri 600 mm-den uly bolan enjamlaryň gabarasy bolsa list görnüşli materialy бүkmek arkaly ýasalýar. Soňky ýagdaýda enjamyň uzynlygy has uly bolsa, onda gabara üç bölek, ýagny iki gyraky we ortaky silindrdan ybarat bolýar. Silindrler biri-biri bilen kebsirilenip birleşdirilýär. Iki gyraky silindrleriň uzynlyklary aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär, ýagny:

$$L = 2 \cdot \sqrt{D_K + S_K}, \quad (4.1)$$

bu ýerde D_K – gabaranyň daşky diametri, mm; S_K – gabaranyň diwarynyň galyňlygy, mm.

Iki gyraky silindrleriň diwarynyň galyňlyklary ortaky silindriň diwarynyň galyňlygyndan 1,2, 1,4 esse galyň bolmalydyr. Bu bolsa enjamyň gabarasynyň turba gözenegi bilen birleşmesinde döreyän dartgynlylygy kompensirlemek üçin zerurlygy bilen düşündirilýär.

Ýylylyk çalşyjy enjamlar üçin, esasan hem olaryň U, ÝE we ÝEK kysymlylary üçin hökmany ýagdaýda gabarasynyň şekiliniň durnuklylygy üpjün edilmelidir: gabaranyň bu häsiýetine aýratyn talaplar edilmelidir, sebäbi bu enjamlary arassalamak üçin olaryň turba toplumyny germewleri bilen bile çykaryp durmaly bolýar. Gabara bilen germewiň arasyndaky yşň ölçegi bolsa birnäçe mm-den geçmeýär. Gabaranyň бүkilmegi bolsa, enjamy gurnama etmekde we turba toplumyny sökmekde kynçylyklary döredýär.

G kysymly enjamlar üçin gabaranyň we turbalaryň öz-özünü kompensirlemek ukyby üpjün edilmelidir, ýagny temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan süýnmede döreyän dartgynlylyga garşy durnuklylyk ukyby üpjün edilmelidir.

Temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan dartgynlyklar kesgitlenende, G kysymly ýylylyk çalşyjylaryň turba gözenekleri hiç hili deformasiýa sezewar bolmaýarlar, gabara bilen turbalara bolsa ok boýunça бүkülmä täsir etmeýär diýip kabul edilýär.

Enjamyň gabarasy we turbalarynyň materialynyň maýyşgaklyk diýip kabul edilen modullary E_K we E_T (MPa) hem-de çyzyklaýyn giňelme koeffisiýentleri α_K we α_T ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) kabul ediliň hem-de L – turbanyň uzynlygy (m); F_T we F_K – turbalaryň we gabaranyň kese kesik meýdany (m^2), t_T we t_K – olaryň temperaturalary ($^{\circ}\text{C}$) diýip belgilenmeleri girizeliň. Anyklyk üçin kabul edýäris: $t_T > t_K$.

Eger-de turbalar we gabara biri-biri bilen berk baglanyşykda bolmaýan bolsalar, onda olaryň degişli deformasiýalaryny aşakdaky deňleme boýunça kesgitläp bolar:

$$\Delta/L = \varepsilon = \alpha_T (t_T - t_0) - \alpha_T (t_T - T_0), \quad (4.2)$$

bu ýerde: Δ – turba toplumu we gabaranyň diwarynyň aralygyndaky yşň ölçegi, mm (4.14; 4.15; 4.16-njy suratlara seret); t_0 – enjam ýasalan zawody tarapyndan ýygnalanda, daşky gurşawyň temperaturasy, ($^{\circ}\text{C}$).

Hakyky şertlerde bu tapawut gabaranyň deformasiýasy ($\Delta'_K/L = \varepsilon_K$ – süýnme) we turbalaryň deformasiýasy ($\Delta'_T/L = \varepsilon_K$ – gysylma) bilen kompensirlenýär.

Mälim bolşy ýaly

$$\varepsilon = \varepsilon_K \cdot \varepsilon_t. \quad (4.3)$$

Gabaranyň we turbalaryň deformasiýalary, gabaranyň sünmede ýüze çykýan dartgynlygy $-\sigma_K$ we turbalar gysylanda ýüze çykýan dartgynlygy $-\sigma_T$ bilen kesgitlenilýär:

$$\sigma_K = \varepsilon_K \cdot E_K; \quad \sigma_T = \varepsilon_T \cdot E_T. \quad (4.4)$$

Bu dartgynlyklary ýüze çykarýan okdaky güýç $Q (H)$, gabara we turbalar üçin deňdir we ony aşakdaky ýaly ýazyp bolar:

$$\varepsilon_K \cdot E_K \cdot F_K = \varepsilon_T \cdot E_T \cdot F_T. \quad (4.5)$$

(4.4) deňlemäni göz önünde tutmak bilen, (4.5) we (4.2) deňlemeleri (4.3) deňlemä goýup, taparys:

$$\sigma_T = \theta [\alpha_T(t_T - t_0) - \alpha_K(t_T - t_0)]/F_T. \quad (4.6)$$

$$\sigma_K = \theta [\alpha_T(t_T - t_0) - \alpha_K(t_T - t_0)]/F_K. \quad (4.7)$$

bu ýerde:

$$\theta = E_K \cdot F_K \cdot E_T \cdot F_T / (E_K \cdot F_K + E_T \cdot F_T). \quad (4.8)$$

Materialynyň maýşgaklyk moduly $E = 200$ GPa we çyzykly giňelme koeffisiýenti $\alpha = 1,21 \cdot 10^{-50} \text{ C}^{-1}$, gabarasynyň we turbalarynyň temperaturalarynyň ara tapawudy $\Delta_T = 50^\circ\text{C}$ bolan, şonuň ýaly-da, gabarasynyň we turbalarynyň kese kesiginiň meýdany $F_K = F_T$ deň bolan ýylylyk çalşyjylar üçin dartgynlyklar $\sigma_K = \sigma_T = 0,5 \cdot \alpha \cdot E \cdot \Delta_T = 60,5$ MPa deňdir. Enjamyň gabarasyna linza şekilli kompensatorlar oturdylsa, onda gabaradaky dartgynlyk $\Delta \cdot \sigma_K$ -a çenli, turbalaryň dartgynlygy bolsa $\Delta \cdot \sigma_T$ -a çenli peseler:

$$\Delta \cdot \sigma_T \approx \Delta'_L \cdot \theta [\alpha_T(t_T - t_0) - \alpha_K(t_T - t_0)]/F_K \cdot L, \quad (4.9)$$

we

$$\Delta \sigma_T \approx \Delta'_L Z \cdot \theta [\alpha_T(t_T - t_0) - \alpha_K(t_T - t_0)]/F_K L, \quad (4.10)$$

bu ýerde: Δ'_L – bir elementiň sazlaýjy ukyby, m; z – sazlaýjynyň (kompensatoryň) sany.

Ýokardaky aňlatmadan görnüşi ýaly, kompensatorlaryň sany näçe köp bolsa, täsir edýän dartgynlygyň täsiri şonça-da peselýär. Ýöne gabarada oturdylyan kompensatorlaryň sany amatly çäkde bolmalydyr.

Ýylylyk çalşyjy enjamyň paýlaýjy kamerasy (4.8-nji surat) enjama berilýän ýylylyk daşajjyny turbalaryň içi boýunça ugrukdyrmak üçin niýetlenen bolup, si-

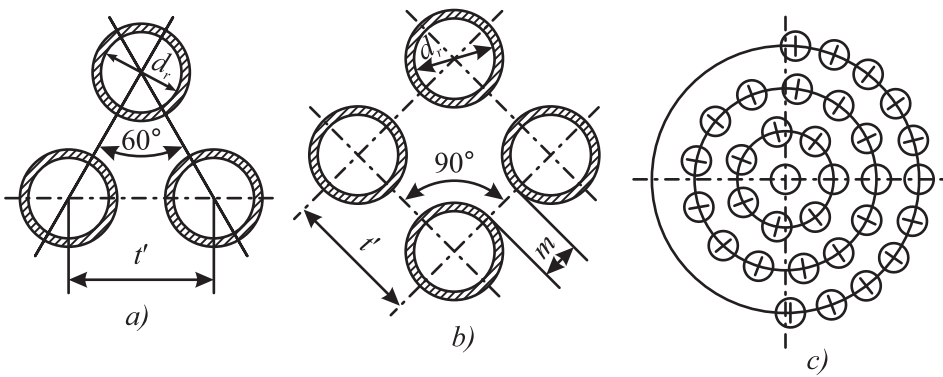
lindr şekilli element bolmak bilen, flanesli birleşmede oturdylýar we ellips ýa-da tekiz gapak bilen ýapylýar. Käbir gurnamalarda gapak paýlaýjy kamera bilen бүтеwi kebşirilenilýär.

Ýylylyk daşajjynyň turbalar boýunça girmegini üpjün etmek üçin, paýlaýjy kamerada kese germew oturdylýar. Onuň dykzlandyrylýan bölegi 4.4-nji suratda görkezilendir. Diametri 800 mm-den kiçi bolan enjamlaryň gapaklarynyň durky tekiz görnüşde ýasalýar. Tekiz gapaklary ýasamak ýeňil we arzan düşýär, ýöne tekiz gapagyň diwarynyň galyňlygy ellips şekilli gapagyň diwarynyň galyňlygyndan galyň alynmalydyr. Enjama hyzmat etmekligi ýeňilleşdirmek üçin, paýlaýjy kamera we gapak, gabarada şarnirli gurluşlarda oturdylýar. Paýlaýjy kameranyň diwarynyň galyňlygy enjamyň gabarasynyň diwarynyň galyňlygy bilen deň alynýar. Şonuň ýaly-da, paýlaýjy kamera, gapak we gabara şol bir materialdan ýasalan bolmalydyr.

Enjamyň flanesleriniň dykzlandyrylýan üstleriniň görnüşleri: beýikli-pesli ýa-da kese kesimi sekizburçluk görnüşdäki dykzlandyryjy oturdylar ýaly ýasalýar. Polat materialdan bolan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň dykzlandyryjylary metaldan we asbest-metal materialdan taýýarlanylýar. Ýüziji enjamyň dykzlandyryjysy bolsa, polatdan ýasalýar.

Ýylylyk çalşyjy turbalar we turba gözenekleri. Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlaryň turbalary uglerodly, poslama durnukly polatlardan we latundan ýasalýar. Ýylylyk çalşyjy turbalaryň diametri ýylylyk daşajjynyň tizligine, turba aralygynyň ýylylyk berijilik koeffisiýentine we enjamyň gabara ölçeglerine uly täsir edýär, ýagny turbanyň diametri näçe kiçi bolsa, onda gabaranyň içinde turbalaryň köp sanyny ýerleşdirmek mümkinçiligi bolýar. Ýöne kiçi diametrdäki turbalar, eger içinden garyndyly önüm geçýän bolsa, basym dykylmak bilen bolýarlar. Bu bolsa turbalary mehaniki usulda arassalamak mümkinçiligini hem-de turbalary turba gözeneklerine berkitmäni kynlaşdyrýar (razwalsowka etmek). Şonuň esasynda, daşky diametrleri 20 we 25 mm bolan polat turbalar ulanylýar. Diametrleri 38 we 57 mm bolan turbalar bolsa düzüminde garyndy bolan suwuklyklarda ýa-da şepbeşikligi ýokary bolan suwuklyklarda ulanylýarlar. Turbalaryň uzynlygy uzaldylsa we enjamyň diametri kiçeldilse, onda enjamyň bahasy arzan düşýär. Has arzan ýylylyk çalşyjy enjamyň turbalarynyň uzynlygy 5÷7 m.

Gabarany turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylaryň turba gözenekleri бүтеwi polat listlerden ýa-da guýlan polat böleginden ýasalýar. Uly diametrdäki enjamlaryň turba gözenekleri kebşirilenip ýasalýar. Bu ýagdaýda kebşirlenen sepler kesişmeli däl, kebşirlenen sepiň gyrasyndan ötüge çenli aralyk bolsa, ötügiň diametriniň 8%-inden az bolmaly däl. Turbanyň turba gözeneklerinde oturdylymasynyň shemasy we turbalar üçin ötükleriň ädimi TDS 9929–82 boýunça ornaşdyrylýar. *G* we *K* kysymly ýylylyk çalşyjylar üçin, turbalar turba gözeneklerinde deňtaraply üçburçluklaryň depeleri boýunça ýerleşdirilýär (4.21-nji a surat).



4.21-nji surat. Turbalary turba gözeneklerinde oturtmagyň shemasy:

a – üçburçlugyň depeleri boýunça; b – kwadratýň depeleri boýunça; ç – töwerek boýunça

ÝE, U we ÝEK kysymly ýylylyk çalşyjylar üçin bolsa, kwadratlaryň depeleri boýunça (4.21-nji b surat) ýa-da deňtaraply üçburçluklaryň depeleri boýunça ýerleşdirmek shemalary ulanylýar. Diametri d_r bolan we t^1 ädimli turbalary deňtaraply üçburçluklaryň depeleri boýunça ýerleşdirmek, şol bir t^1 ädimde kwadratýň depeleri boýunça ýerleşdirmekden has ýerleşikli bolýar. Ýöne kwadratýň depeleri boýunça ýerleşdirmäniň has wajyp tarapy bardyr, ýagny şunlukda turbalaryň aralygyny mehaniki usul bilen arassalamak mümkinçiligi bolýar. Üçburçlugyň depeleri boýunça ýerleşdirilende, turbalaryň aralygyny mehaniki usulda arassalamak mümkinçiligi diňe t^1 ädimi ulaltmak bilen gazanyp bolýar. Turbalary töwerek boýunça ýerleşdirmek (4.21-nji ç surat) kislorodda işleýän enjamlarda ulanylýar. Polatdan ýasalan enjamlar üçin turbalaryň ädimi (t^1) aşakdaky maglumatlar boýunça kabul edilýär:

4.1-nji tablisa

Polatdan ýasalan enjamlar üçin turbalaryň ädimi (t^1)

d_r , mm	16	20	25	38	57
t^1 , mm	21	25	32	48	70

Ýylylyk çalşyjy enjamyň turbalarynyň turba gözeneklerine berkidilmesiniň sozmak (razwalsowka) (4.22-nji a, b, j suratlar), kebşirlemek (4.22-nji d, e suratlar), kebşirlemek bilen sozmak (4.22-nji ç surat) usullary ulanylýar. Paýka we metal guýmak (4.22-nji g surat) usullary bolsa, misden we onuň erginlerinden ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlarda ulanylýar. Ýelimlemek usuly (4.22-nji h surat) diňe polimer materiallaryndan ýasalan enjamlarda ulanylýar. Bulardan has giňden ýaýrany, sozmak (razwal-sowka) usuly bolup durýar. Bu usulda, turbanyň iç ýüzi boýunça ýörite abzal bilen geçilmeginiň, ýagny tigirçek (rolik) bilen giňeldilmeginiň we dykzlandyrylmagynyň netijesinde, turba üçin niýetlenen ötüklerdäki kanallarda turbanyň ujunyň gözenekde jebislenmegi amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda turbanyň diwarynda plastik deformasiýalar emele gelýär, turba

gözeneginde bolsa maýyşgak deformasiýalar emele gelýär, munyň esasynda bolsa, sozmakdan (razwalsowkadan) soň, gözenek tarapyndan turbalaryň uçlarynyň berk gysylmagy bolýar.

Turba bilen turba gözeneginiň arasyndaky yşyň ölçegi 0,25 mm edip alynmalydyr. Mundan başga-da birleşmäniň hilini ýokarlandyrmak üçin we turbany çalyşmany ýenilleşdirmek üçin, turba gözeneginiň materialynyň gatylygy turbalaryň materialdan ýokary bolmalydyr. Sozulan (razwalsowka edilen) birleşme örän pugta we jebis bolmalydyr. Birleşmäniň pugtalygy, turbany turba gözeneginden dartyp görmek arkaly barlap görülýär, jebisligi bolsa, önümiň ýokary basyşyны turba aralygyna bermek arkaly barlap görülýär. Turbalar turba gözeneginde oturdylanda, turbanyň uçlary turbanyň galyňlygynyň ölçeginde turba gözeneginden daşyna çykarylýar. Birleşmäniň pugtalygyny we jebisligini güýçlendirmek üçin, kähalatda turba gözeneginden daşyna çykýan turbanyň uçlaryny egredýärler (4.22-nji e surat), şonuň ýaly-da, turba gözenegindäki ötüklerde çuňlygy 0,5 mm bolan, bir ýa-da iki sany kanaljyklary geçirmek arkaly, birleşmäniň pugtalygyny we jebisligini gazanmak bolýar. Sozmak (razwalsowka) usuly 0,6 MPa uly bolmadyk basyş üçin niýetlenendir.

Galyňlygy $1,5 d_T$ -dan kiçi bolan turbalar adaty $1,5 d_T$ ölçegdäki çuňluga ýa-da turba gözeneginiň galyňlygy $1,5 d_T$ -den kiçi bolsa, onda gözenegiň doly galyňlygyna sozulýar. Bu ýagdaýda turba aralygynyň giňişligi tarapyndan sozulanda, gözenegiň gyrasy turbany kesmezligi üçin, ini 3 mm bolan zolak sozulman goýulýar ýa-da gözenegiň gyrasynyň burçlarynyň ýüzi küteldilýär.

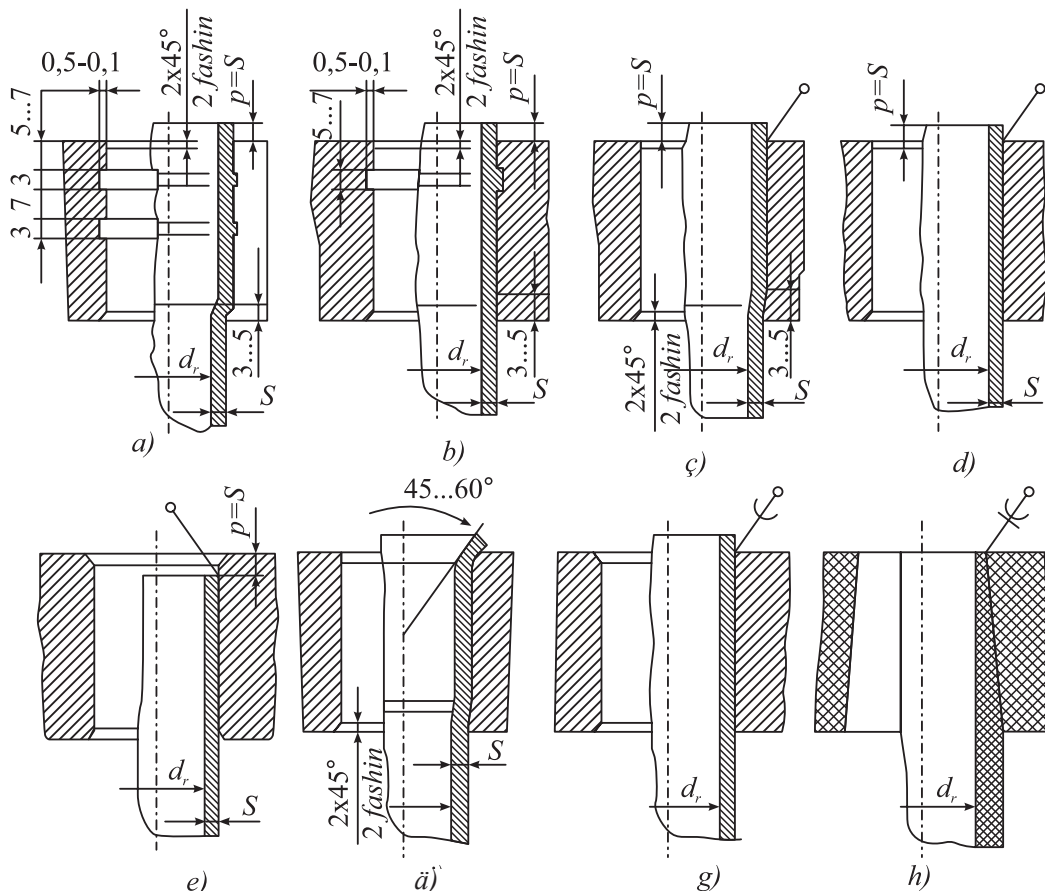
Galyň gözeneklerde turbalar iki zolak boýunça: biri paýlaýjy kamera tarapyndan ini $1,5 d_T$ ölçeg bilen, beýlekisi bolsa, turba aralygynyň giňişligi tarapyndan ini $0,75 d_T$ ölçeg bilen sozulýar. Bu usul önümiň turba gözenegi bilen turbanyň arasyndaky yşdan önümiň syzylmazlygy üçin we poslamadan goramak üçin niýetlenendir. Turbalary kebşirmek hem sozmak usuly islendik basyşda we temperaturada işlemek üçin niýetlenendir.

Germewler we dykzlandyryjylar. Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalyşjylarda dik we kese germewler oturdylýar.

Dik germewler turba aralygynda oturdylmak bilen, turbalaryň arasy boýunça hereket edýän önümi, turbanyň okuna perpendikulýar hereket etdirmek üçin, şonuň ýaly-da önümiň tizligini ýokarlandyrmak üçin niýetlenilýär. Iki ýagdaýda hem turbalaryň daş ýüzüniň ýylylyk berme koeffisiýenti ýokarlanýar. Kondensatorlarda we bugardyjylarda ýylylyk berme koeffisiýentiniň ýokarylygyna garamazdan, dik germewler oturdylýar. Bu ýagdaýda dik germewler turba toplumynyň diregi bolup durýarlar hem-de turbalaryň sandyramasyny peseldýärler. Eger-de turbalaryň daş boýunça hereket edýän önümiň şepbeşikligi ýokary bolsa we turbalaryň yrgyldysy oňat deformirlenýän bolsa, onda turbalarda döreyän sandyrama uly howp salmaýar.

Ýöne turbalaryň daş ýüzünden hereket edýän önüm uly tizlikde hereket edýän gaz bolsa, onda turbalaryň sandyramasy enjama uly zeper ýetirip bilýär. Dik ger-

mewleriň birnäçe gurnamalary bellidir: segmentli (4.23-nji a surat), sektorly (4.23-nji b surat), yşly (4.23-nji ç surat) we yzly-yzyna oturdylan diskli hem-de halkaly (4.23-nji d surat).

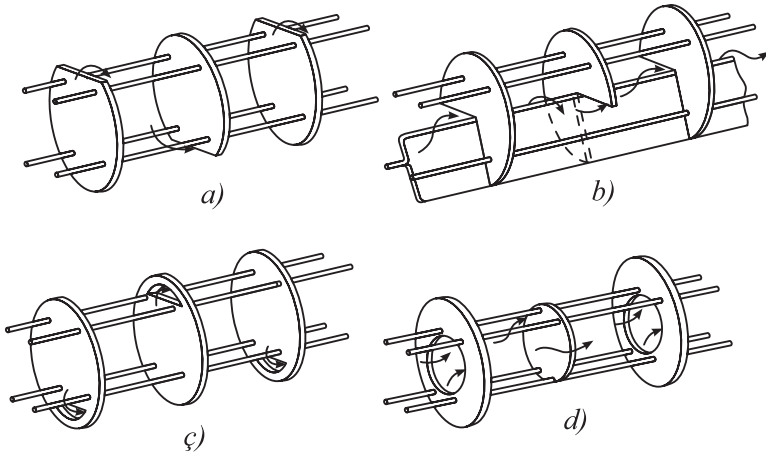


4.22-nji surat. Turbalary turba gözeneklerine berkitmäniň usullary:

*a, b, ä – sozmaq usuly; ç – kebşirmek bilen sozmaq usuly; d, e – kebşirmek;
g – paýka we metal guýmak usuly; h – ýelimlemek usuly*

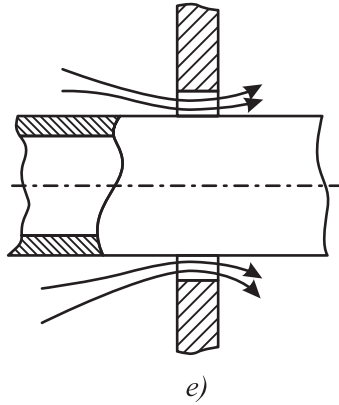
Bu gurnamalaryň içinde has köp ulanylýany segmentli germewler bolup durýar. Kesilýän segmentiň beýikligi, takmynan, enjamyň diametriniň 1/3 bölegine, germewleriň aralygy bolsa, enjamyň diametriniň ýarysyna deňdir.

Arassa suwuklyklar üçin bütewi germewli enjamlar ulanylýar. Bu ýagdaýda suwuklyk turba bilen germewiň arasyndaky halkalaýyn yş boýunça (ölçeği takmynan 1,5 mm) akyp geçýär (4.23-nji e surat). Germew bilen turbanyň arasyndaky yşda akym güýçli turbulentlenýär, bu bolsa araçäkdäki laminar gatlagyň galyňlygynyň kiçelmegine eltýär, munyň esasynda bolsa, turbalaryň daş ýüzüniň ýylylyk bermekoeffisiýenti ýokarlanýar.

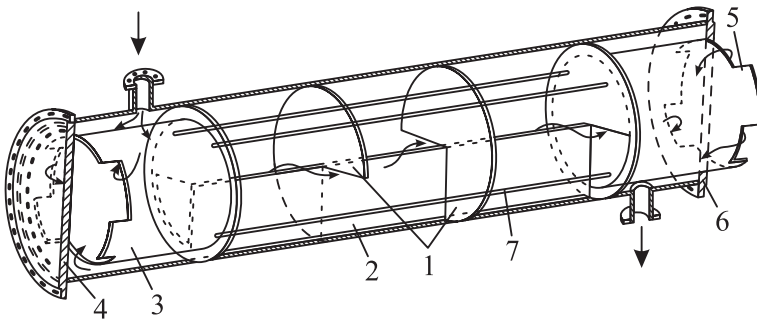


4.23-nji surat. Dik germewleriň görnüşleri:

a – segmentli; b – sektorly; c – ýşly; d – ýzly-ýzyna oturdylýan diskli hem-de halkaly



4.23-nji e surat. Halkalaýyn ýşly germew



4.24-nji surat. Ýylylyk göterijä burum görnüşli hereketi bermek üçin niýetlenen germewleriň oturdylyş usuly:

1 – dik germewler; 2 – kese germew; 3, 5 – paýlaýjy silindrler; 4, 6 – turba gözenekleri; 7 – dartyjylar

Käwagtlar ýylylyk çalşyjylarda turba gözenekleriň (4,6) (4.24-nji surat) aralygynda sektor kesimli dik germewler (1) we beýikligi enjamyň diametriniň ýarysyna deň bolan kese germew (2) oturdylýar. Sektorly kesimiň meýdany töweregiň 1/4 bölegine deňdir. Ony gapdalky germewlerde küşt tagtasynyň şekilinde ýerleşdirýärler. Bu ýagdaýda turbalaryň aralygy boýunça hereket edýän ýylylyk göteriji bir ýerde sagat diliniň ugry boýunça, başga ýerde bolsa sagat diliniň tersine aýlanma hereketde bolýar. Boş zolaklaryň emele gelmezligi üçin we ýylylyk daşajy turba toplumynyň daşyny doly derejede gurşap almagy üçin, turba toplumynyň ahyrlarynda paýlaýjy silindrler (3,5) oturdylýar. Dartyjylar (7) germewleri ykjamlamak üçin niýetlenendir.

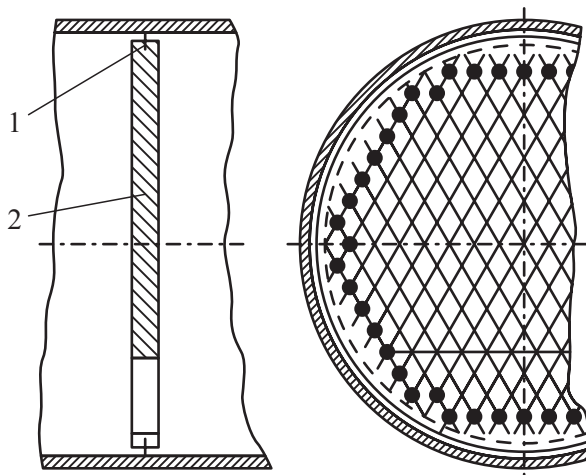
Dik germewlerde ýylylyk çalyşmanyň bady gabara bilen germewiň aralygynda galýan yşdan önümiň syzylmagy netijesinde düýpli peselip bilýär.

Syzylmany azaltmak üçin şeýle çäklendirmeler ulanylýar, ýagny enjamyň gabarasynyň daşky diametri 600 mm-den uly bolmasa, gabara bilen germewiň arasyndaky yşyň ölçegi 1,5 mm-den geçmeli däldir. Galan ýagdaýlarda dik germewleriň diametri degişli kadalaryň resminamalary boýunça saýlanylýar.

Käbir ýagdaýlarda gabara bilen dik germewiň arasyndaky yşyň ölçegini kiçeltmek üçin, maýyşgak dykyzlandyryjy halkalar (1) (4.25-nji surat) ulanylýar.

Oturdylýan maýyşgak halkalar germewiň (2) özündäki kanaljyklarda ýerleşdirilýär. Ýylylyk çalşyjylaryň turba aralygynyň giňişliginde köp ýagdaýlarda kese germew hem oturdylýar (4.10-njy surat).

Turba toplumynda, paýlaýjy kameralarda we gapaklarda oturdylýan kese germewleriň galyňlygy 6 mm-den kiçi bolmaly däldir.



4.25-nji surat. Enjamyň gabarasy bilen, germewiniň arasyndaky yşyň dykyzlandyrylyşynyň görnüşi:

1 – dykyzlandyryjy halka; 2 – dik germew

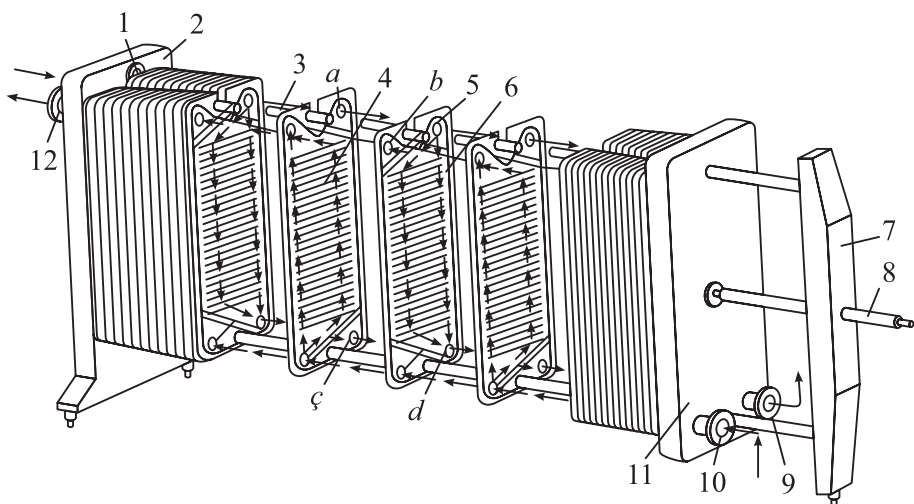
4.3. Ýylylyk çalşyjalaryň dürli görnüşleri we olary saýlamak. Plastinaly ýylylyk çalşyjalar

Ýokarda görkezilişi ýaly, gabarany turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjy enjamlar, himiýa we nebti gaýtadan işleýän önümçiliklerde ýylylyk çalyşma degişli enjamlaryň içinde has köp ýaýrany bolup durýarlar. Ýöne soňky wagtlar tekiz üst görnüşli materialdan bolan ýylylyk çalşyjy enjamlar hem has köp ulanylyp başlandy, bulara hem plastinaly we burum (spiral) şekilli ýylylyk çalşyjylar degişlidir.

Gabarany turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylaryň gurnamalarynyň ýönekeýligi, bu enjamlary işçi önüminiň basyşynyň we temperaturasynyň giň aralykda ulanmak mümkinçiligini örän giňeldýär, ýöne olaryň ýeterlik derejede ýetmezçilikleri hem bar. Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylar az öndürjiliklidirler. Ýagny, olar önümçiligiň talaplaryny doly derejede kanagatlandyryp bilmeyärler, şonuň ýaly-da gabarasy turbadan ýasalan enjamlary ýasamak üçin (plastinaly ýylylyk çalşyjy enjamlara garanyňda) köp metal sarp edilýär. Plastinaly ýylylyk çalşyjy enjamlary arassalamak beýleki bar bolan ýylylyk çalşyjy enjamlara garanyňda has ýeňil düşýär. Bular we ýene-de birnäçe beýleki artykmaçlyklar plastinaly ýylylyk çalşyjylary netijeli we köptaraplaýyn niýetlenen enjamlaryň hataryna goşýar.

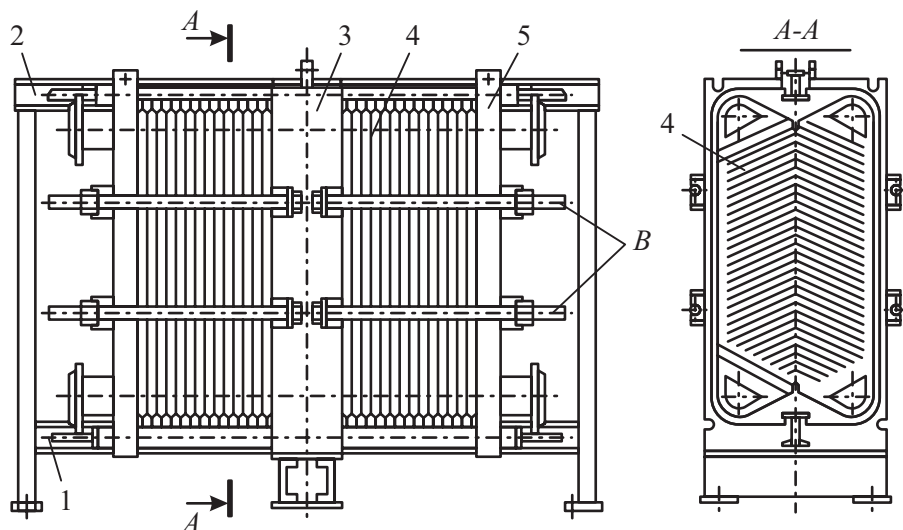
Plastinaly ýylylyk çalşyjylar. Bu enjamlaryň ýylylyk çalyşma üst gatlagynyň ýüzi tolkun-tolkun edilen, ýuka, ştamplanan plastinalaryň toplumyndan emele getirilendir. Bu enjamlar üst ýüzüniň mehaniki usulda arassalap we gözden geçirip boljak ýagdaýy boýunça sökülýän, ýarym sökülýän we sökülmeýän (kebşirlenen) görnüşlere bölünýär.

Sökülýän plastinaly ýylylyk çalşyjylar olaryň has giňden ulanylýanlarydyr. Bu enjamlarda plastinalar biri-birinden plastinalaryň aralygynda ýerleşdirilýän dykzlandyryjynyň üsti bilen bölünýärler. Bu enjamlaryň düzmek we sökmek işlerini örän tiz geçirip bolýar, şonuň ýaly-da ýylylyk çalyşma üstlerini arassalamak üçin köp çykdajylar gerek bolmaýar. Ýarym sökülýän ýylylyk çalşyjylarda plastinalar jübütleyin kebşirlenilýär we ýylylyk çalyşma üste diňe işçi önümleriň biriniň girýän tarapyndan baryp bolýar. Sökülmeýän ýylylyk çalşyjylaryň plastinalary bir bloğa kebşirlenilýär, bloklaryň biri-biri bilen birleşdirilýän ýerinde dykzlandyryjy ýerleşdirilýär we bloklar birleşip, umumy paketi emele getirýärler. Önümçilikde has köp ýaýran plastinaly ýylylyk çalşyjylaryň esasy ölçegleri we ululyklary TDS 15518-83 kesgitlenendir. Olar plastinalarynyň ölçeglerine baglylykda, ýylylyk çalyşma üsti 2 m²-dan 600 m²çenli bolýar; bu ýylylyk çalşyjylar işçi basyşy 1,6 MPa we işçi önümiň temperaturasy – 30°C-dan +180°C-a çenli aralykda ulanylýar. Bu enjamlar esasan, suwuklyklaryň we buglaryň (gazlaryň) arasynda ýylylyk çalyşma prosesini amala aşyrmak üçin niýetlenilýär we sowadyjylar, gyzdyryjylar, kondensatorlar hökmünde ulanylýarlar. Sökülýän plastinaly ýylylyk çalşyjylaryny düzüminde ölçegleri 4 mm-den geçmeýän gaty bölejikler bar bolan hapa önümlerde hem ulanylyp bolýar.



4.26-njy surat. Iki diregli, sökülýän plastinaly ýylylyk çalşyjy:

1, 9, 10, 12 – önümiň girmegi we çykmagy üçin ştuserler; 2 – gozganmaýan plita;
3 – kese ştangalar; 4 – ýylylyk çalşyjy plastinalar; 5, 6 – dykzlandyryjy;
7 – sütün; 8 – wint; 11 – gysýan plita



4.27-nji surat. Üç diregli ramada oturdylan plastinaly ýylylyk çalşyjy:

1 – aşaky kese ştanga; 2 – ýokarky kese ştanga; 3 – gozganmaýan plita;
4 – plastinalar; 5 – gozganýan plita

Sökülýän plastinaly ýylylyk çalşyjylar baş görnüşde ýasalýar, şolaryň içinde konsol ramaly, iki diregli ramada üç diregli ramadaky gurnamalar giňden ulanylýarlar. Iki diregli, sökülýän plastinaly ýylylyk çalşyjy 4.26-njy suratda görkezilendir. Enjam ýokarky we aşaky kese ştangalarda (3) ýerleşdirilen ýylylyk çalşyjy

plastinalardan (4) ybarat. Ştangalaryň uýy gozganmaýan plitada (2) we sütünde (7) berkidilendir. Gysýan plitanyň (11) we wintiň (8) kömegi bilen plastinalar gysylýar we ýylylyk çalyşma bölegini emele getirýär.

Ýylylyk çalyşyý plastinalarda dört sany zowwam geçýän ötükler bolýar (a, b, c, d). Bu ötükler biri-birinden goralan iki sany kanallaryň ulgamyny emele getirýärler. Plastinalar we kanallar rezin dykyzlandyryjylar bilen dykyzlandyrylýar. Dykyzlandyryjy (6) plastinanyň kontury boýunça çökeltlige ýerleşdirilýär we plastinanyň iki sany ötügini gurşap alýar. Bu ötüklerde bolsa akym emele gelýär hem-de indiki plastinalaryň aralygyndaky kanala ýylylyk daşajjynyň çykmagyny üpjün edýär, dykyzlandyryjylar (5) bolsa plastinadaky beýleki iki ötügi dykyzlandyryýar.

Ýylylyk daşajjylaryň enjama girmegi we ondan çykmagy üçin, gozganmaýan we hereket edýän plitalarda ştuserler (1, 9, 10, 12) ýerleşdirilendir. Üç diregli ramadaky ýylylyk çalyşyý gozganmaýan plitadan (3) ybarat (4.27-nji surat) bolup durýar. Bu plita ýokarky (2) we aşaky (1) kese ştangalara berkidilýär.

Ştangalarda ýylylyk çalyşyý plastinalar (4) we hereket edýän plitalar (5) ýerleşdirilendir. Plastinalaryň toplumyndan ybarat bolan paketi gysmak üçin dartdyryjylar (6) niýetlenendir. 4.28-nji a suratda görkezilen ýylylyk çalyşyýda plastinalar iki sany simmetrik paketlere düzülendir, ýagny ýylylyk göterijileriň her biri üçin aýratynlykda niýetlenendir.

Ýylylyk çalyşjyny bu shema boýunça düzmeklik şeýle belgilenmä: $C_X[(2 + 2)/(2 + 2)]$; gabat gelýär. Umumy ýagdaýda plastinalaryň düzülişi şeýle belgilenilýär:

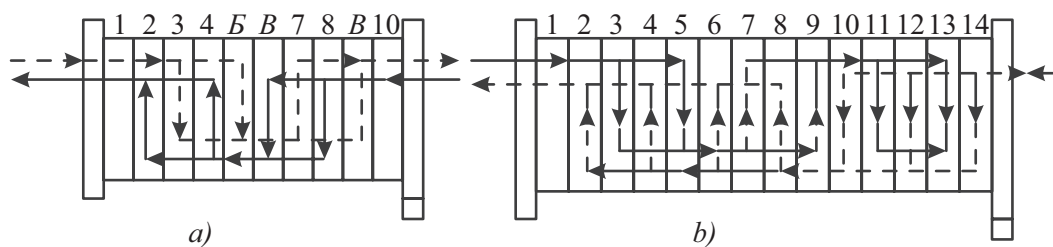
$$C_X \left[\frac{\sum_{i=1}^k m_1^i}{\sum_{i=1}^n m_2^i} \right].$$

Bu ýerde: m_1 we m_2 – sowadylýan we gyzdyrylýan ýylylyk göteriji üçin paketdäki kanallaryň sany; k we n – sowadylýan we gyzdyrylýan ýylylyk göteriji üçin enjamdaky zygider işe goýberilýän paketleriň sany.

Ýylylyk daşajjynyň berlen harçlanmasy, plastinalaryň arasyndaky kanallar boýunça gerek bolan hereketiň tizligini almak üçin, paketdäki plastinalaryň sanyny saýlamak bilen alyp bolýar.

Eger-de ýylylyk daşajjylaryň harçlanmasy düýpli tapawut edýän bolsa, onda kanallaryň hemişelik gidrawlik garşylygyny saklamak üçin, plastinalary düzmäniň simmetrik däl shemalary saýlanylýar; bu ýagdaýda her bir ýylylyk göteriji üçin kanallaryň we paketleriň sany deň bolmaýar. Muňa mysal bolup, 4.28-nji b suratdaky görkezilen ýylylyk çalyşjynyň shemasyny alyp bolýar:

$$C_X [(2 + 2 + 2)/(4 + 3)]. \quad (4.11)$$



4.28-nji surat. Plastinaly ýylylyk çalşyjynyň ýerleşdiriliş (komponowka ediliş) shemalary:

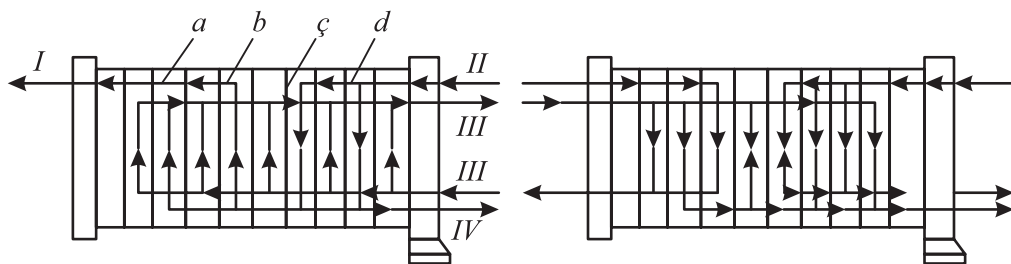
a – plastinalaryň iki simmetrik pakete kompanowka ediliş shemasy;

b – plastinalaryň simmetrik däl shema boýunça kompanowka edilişi

Gazlar bilen kondensirleşmeýän garyndylaryň buglarynyň kondensirlenmegi üçin, düzmekligiň şeýle shemasy $C_x[(m_1+m_2)/m_2]$ (4.29-njy a surat) ulanylýar.

Sowadyan önüm III (suw) bir paketiň kanallary boýunça hereket edýär. Bug-gazly garyndylar üçin niýetlenen bular ýaly kondensatorlar (gabarasy turbadan ýasalan standart ýylylyk çalşyjylardan tapawutlylykda) has ýokary ýylylyk berijilik koeffisiýentinde işleýärler.

Bular ýaly düzmeklik köp tekjeli enjamy almaga mümkinçilik berýär, ýagny bir ýylylyk göteriji we beýleki ikisi bilen ýylylyk çalşmaklyk, degişli zolaklarda amala aşyrylýar (4.29-njy b surat).

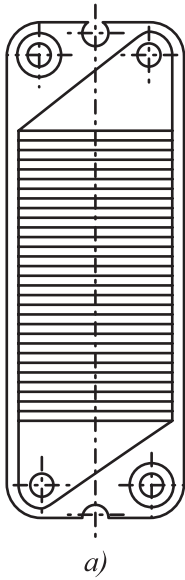


4.29-nji surat. Plastinaly ýörite enjamlaryň shemalary:

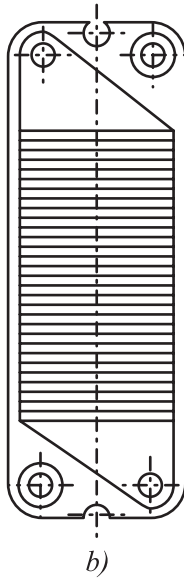
a – kondensator; b – üç ýylylyk göteriji üçin ýylylyk çalşyjy

Ýylylyk çalşyjy plastinalar biri-birinden ýylylyk daşajjylar üçin niýetlenen ötükleriň ýerleşdirilişi bilen tapawutlanýarlar, ýagny plastinalaryň ötükleri gyýa (4.30-njy surat) we birtaraplaýyn (4.31-nji surat) ýerleşdirilýärler, bularyň ikisi hem sag taraplaýyn we çep taraplaýyn ýerine ýetirilýär. Paketlerde çep we sag taraplaýyn plastinalaryň gezekleşdirilip oturdylmagy, iki sany örtülen kanallaryň ulgamlaryny emele getirýär.

Ötükleri birtaraplaýyn ýerleşdirilýän plastinalary özara çalşyp bolýar. Ýygnaýan wagtynda sag plastinalary çep plastinalara baglylykda 180° öwürmek arkaly alýarlar. Ötükleri gyýa ýerleşdirilen sag we çep plastinalar, oturdylýan dykzlandyryjylarynyň ýerleşdirilişi bilen tapawutlanýarlar we şonuň üçin hem olary özara çalşyp bolmaýar.



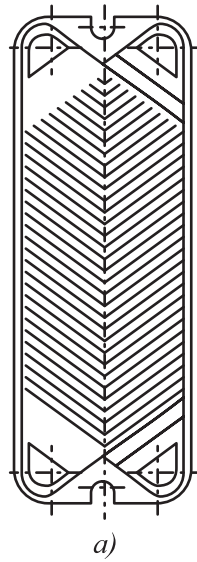
a)



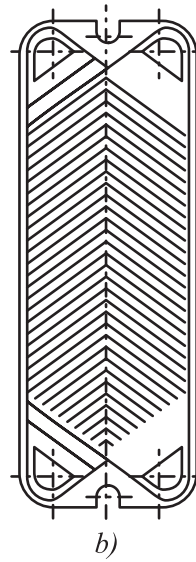
b)

4.30-njy surat. Ötükleri gyýa ýerleşdirilen plastinalar:

a – çep; b – sag



a)



b)

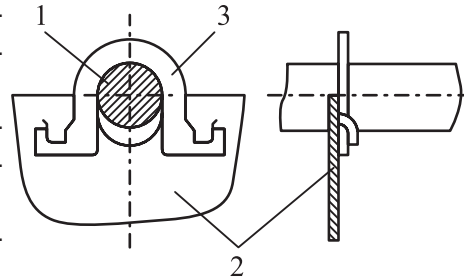
4.31-nji surat. Ötükleri birtaraplaýyn ýerleşdirilen plastinalar:

a – çep; b – sag

Ýokarda seredilen ýylylyk çalşyjy plastinalardan başga-da enjamlarda paketleriň gyra çetinde oturdylýan gyraky plastinalar hem ulanylýar. Seriyalaýyn goýberilýän plastinaly ýylylyk çalşyjylar, galyňlygy 1 mm bolan, list görnüşli metaldan ştamplanyp alnan plastinalar bilen üpjün edilýär. Plastinalaryň tolkunlarynyň kese kesimi, beýikligi 4÷7 mm we esasyň uzynlygy 14÷30 mm bolan üçburçlygyň profilini emele getirýär (şepbeşik suwuklyklar üçin 75 mm çenli). Tolkunlaryň görnüşini kese, «ýolka» şekilli, kese burçly we ş. m. görnüşde ýasaýarlar. Plastinalaryň materialy poslama durnukly bolan polat, titan, alýumin, melhior we beýlekilerden ybaratdyr.

Sökülýän ýylylyk çalşyjylaryň plastinalary (2) (4.32-nji surat) adaty ýokarky ştangada (1) gysgyç (skoba) (3) bilen berkidilýär. Aşaky ştanga plastinalaryň agramy düşmeýär we ol diňe plastinalary berlen ýagdaýda saklamak üçin niýetlenendir. Plastinalary bular ýaly berkitmek, olary paketlerinden ýeňil çykarmaga mümkinçilik berýär ýa-da hereket edýän plitany we beýleki plastinalary aýyrmasyzdan, plastinalary oturdyp bolýandyr.

Plastinaly ýylylyk çalşyjylaryň plastinalarynyň aralygy rezin materiala forma bermek arkaly ýasalan dykyzlandyrylýar (4.33-nji surat) bilen dykyzlandyrylýar we olary plastinadaky kanallarda ýelimlemek arkaly oturdylýar. Sütünler we gys-



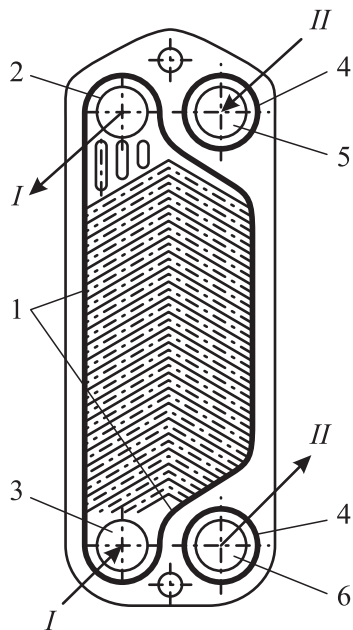
4.32-nji surat. Plastinany ýokarky ştanga berkitmäniň görnüşi:

*1 – ýokarky ştanga; 2 – plastinalar;
3 – gysgyç*

ýan plitalar galyňlygy 8÷12 mm bolan uglerodly polatlardan ýasalýar. Plastinaly ýylylyk çalşyjy enjamlaryň esasy ýetmezçiligi, olaryň 1,6 MPa basyşdan uly basyşlarda ulanyp bolmaýanlygydyr.

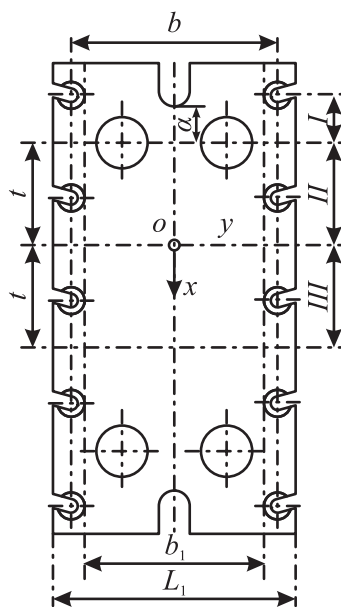
Plastinaly ýylylyk çalşyjylaryň berklige hasaplamasynda, olaryň gysýan we aralyk plitalarynyň plastinalarynyň sütünleriniň, çekdiriji nurbatlarynyň, kollektorlarynyň, düýpleriniň we gapaklarynyň hasaplamalary geçirilýär.

Mysal edip, gysyjy plitalaryň hasaplamasyna seredeliň. Hasaplamada plitany şertli panellere bölýärler, ýagny dykyzlandyryjylaryň reaksiýalaryna baglylykda – gyraky I, aralykdaky II we ortaky III panel (4.34-nji surat).



4.33-nji surat. Plastinaly ýylylyk çalşyjynyň dykyzlandyrylyşy:

I – birinji suwuklyk; *II* – ikinji suwuklyk;
1, 4 – dykyzlandyryjylar; 2, 3 – birinji suwuklyk üçin ötükler; 5, 6 – ikinji suwuklyk üçin ötükler



4.34-nji surat. Plastinaly ýylylyk çalşyjynyň ramalanmadyk plitasyny hasaplamagyň shemasy

Gyraky panele düşýän basyş aşakdaky (1.11) deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$P = q_0 L_d / (F_p + P_1). \quad (4.12)$$

Bu ýerde:

q_0 – dykyzlandyryjynyň reaksiýasy [16], N/mm;

L_D – dykyzlandyryjynyň uzynlygy, mm;

F_p – seredilýän panele düşýän plitanyň meýdany, mm²;

P_1 – işçi basyş, MPa.

Aralyk panel üçin hasaplama basyş bolsa aşakdaky deňdir:

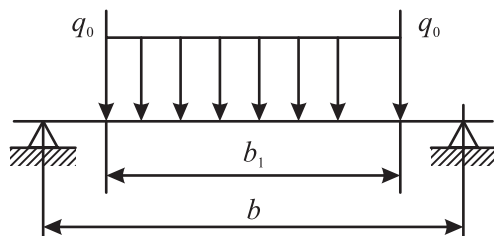
$$P = q_0 L_d / (b_1 \cdot t) + P_1, \quad (4.13)$$

bu ýerde: b_1 – dykyzlandyryjylaryň oklarynyň aralygy, mm; t – paneliň ini, mm.

Ortaky panele düşýän dykyzlandyryjynyň uzynlygynyň onçakly täsirli bolmaýandygy sebäpli, onuň üçin aşakdaky şert kabul edilýär:

$$P = P_1. \quad (4.14)$$

Gysýan plitanyň galyňlygyny hasaplamak üçin deňlemeler çykarylanda, plitany çekdirýän boltlara söýelen, üst ýüzüne deň paýlanan ýüklenme täsir edýän plastina görnüşinde alynýar (4.35-nji surat).



4.35-nji surat. Plastinanyň ýüklenme shemasy

Gyraky paneliň galyňlygy aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$S \geq \sqrt{3/2 \cdot F_p \cdot F_K \cdot (b - 0,5 \cdot b_1) / n_p \cdot \sigma_T \cdot a}. \quad (4.15)$$

Bu ýerde:

b – çekdirilýän nurbatlaryň oklarynyň aralygy, mm;

n_p – ýüklenme koeffisiýenti (işçi režim üçin kabul edilýär – $n_p = 1$ we gidrosynag üçin kabul edilýär $n_p = 1,4$);

σ_T – plitanyň materialynyň akyjlyk çägi, MPa;

a – gyraky paneliň ini (4.34-nji surat), mm.

Aralyk we ortaky paneller üçin söýenmek şerti düýpli täsir edýär, şonuň üçin hem aşakdaky görnüşler seredilýär:

– ötükləriň aralygy täsirli we howply dartgynlyk, plastinanyň ötüklere aralygynda ýüze çykýar ($\alpha = b / t < \alpha_p$);

– ötükləriň aralygy kiçi, söýenmeklik üznüksiz täsire ýakyn bolýar we howply dartgynlyk plastinanyň merkezinde ýüze çykýar ($\alpha > 1,5$);

– howply dartgynlyk plastinanyň merkezinde ýüze çykýar, ýöne shemada plastinanyň söýenmekligi üznüksiz täsire ekwiwalent bolmaýar ($\alpha_p \leq \alpha \leq 1,5$).

Görkezilen görnüşleri göz önünde tutmak bilen, aralyk we ortaky panelleriň plitalarynyň galyňlygy $\alpha < \alpha_p$, $\alpha_p \leq \alpha < 1,5$ we $\alpha \geq 1,5$ bolanda, aşakdaky deňlemeler bilen hasaplanylýar:

$$S \geq \sqrt{\frac{6}{n_p \sigma_T} \cdot q_0 \cdot b \cdot \left(\alpha_2^* + \frac{Pb}{q_0} \cdot \alpha_2^{**} \right)}; \quad (4.16)$$

$$S \geq \sqrt{\frac{6}{n_p \sigma_T} \cdot q_0 \cdot b \cdot \left(\alpha_1^* + \frac{Pb}{q_0} \cdot \alpha_1^{**} \right)}; \quad (4.17)$$

$$S \geq \sqrt{\frac{3 Pb_1 (b - 0,5 \cdot b_1) + 2q_0 (b - b_1)}{2 n_p \sigma_T}}; \quad (4.18)$$

bu ýerde α_1^* , α_1^{**} , α_2^* , α_2^{**} – koeffisiýentler.

4.2-nji tablisa

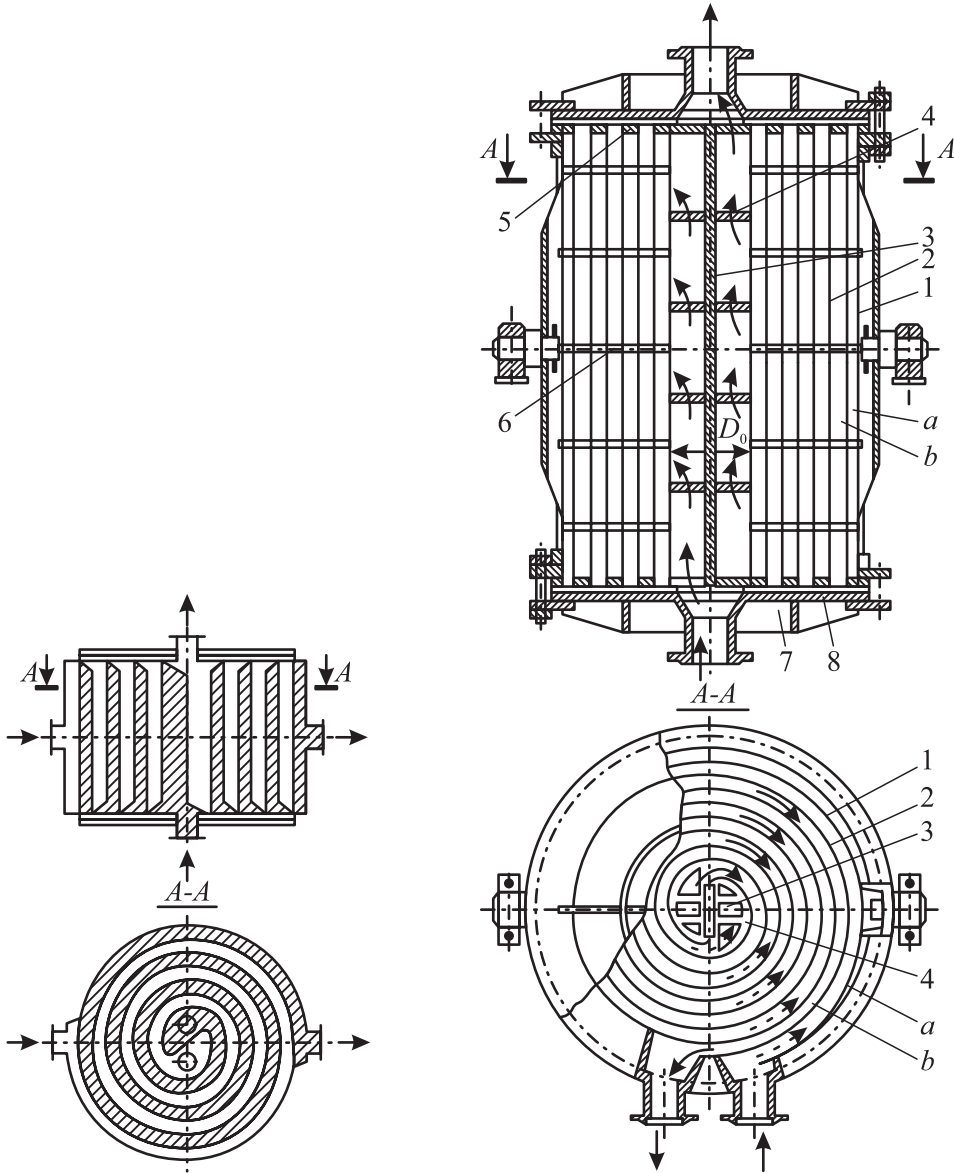
$\alpha = b/t$	$x = 0,5 t;$ $y = 0$		$x = 0;$ $y = 0,5 t$		$\alpha = b/t$	$x = 0,5 t;$ $y = 0$		$x = 0;$ $y = 0,5 t$	
	α_1^*	α_1^{**}	α_2^*	α_2^{**}		α_1^*	α_1^{**}	α_2^*	α_2^{**}
0,3	0,25	0,20	0,94	0,399	1,0	0,092	0,129	0,169	0,072
0,4	0,20	0,18	0,57	0,244	1,1	0,087	0,127	0,153	0,065
0,5	0,16	0,16	0,40	0,171	1,2	0,084	0,126	0,140	0,059
0,6	0,14	0,15	0,31	0,132	1,3	0,082	0,125	0,129	0,055
0,7	0,12	0,14	0,25	0,108	1,4	0,080	0,124	0,119	0,051
0,8	0,10	0,14	0,22	0,092	1,5	0,078	0,124	0,111	0,047
0,9	0,09	0,13	0,19	0,081					

Burum (spiral) şekilli ýylylyk çalşyjylar. Bu enjamlaryň ýylylyk çalyşma üsti $10 \div 100 \text{ m}^2$ aralykda bolýar. Bular wakuumda we $P = 1 \text{ MPa}$ basyşa çenli basyşda ulanylýarlar. Işçi temperaturasy $t = 20 \div 200^\circ\text{C}$ aralykda bolýar.

Bu enjamlar suwuklyk–suwuklyk, gaz-gaz, gaz-suwuklyk hem-de buglary we bug-gaz garyndylary kondensirlemekde ulanylýar. Burum (spiral) şekilli ýylylyk çalşyjylar gitdigiçe giňden ulanylyp başlandy, onuň sebäbi enjamyň ýasalşynyň ýönekeýligi we gurnamasynyň ykjamlygy bilen düşündirilýär.

Bu enjamda ýylylyk daşajylaryň biri enjamyň gyrasyndaky kanala berilýär (4.36-njy surat) we spiral boýunça hereket edip, merkezde ýerleşýän ýokarky kanaldan çykýar. Beýleki ýylylyk göteriji merkezde ýerleşýän aşaky kanala berilýär we gyraky kanaldan çykýar. Bu enjamlarda kanalaryň kese kesiminiň meýdany enjamyň uzaboýuna üýtgemeyär. Şonuň üçin hem enjam hapa garyndyly suwuklyklarda hem işläp bilýär (garyndylar ýylylyk daşajynyň akymy bilen ýuwulyp äkidilýär).

Burum (spiral) görnüşli ýylylyk çalşyjylarda ýylylyk çalyşma üsti iki sany polat lentalar (4.37-nji surat) (1,2) bilen emele getirilýär. Lentalaryň galyňlygy 3,5÷6 mm, ini 400÷1250 mm ölçegde bolýarlar.

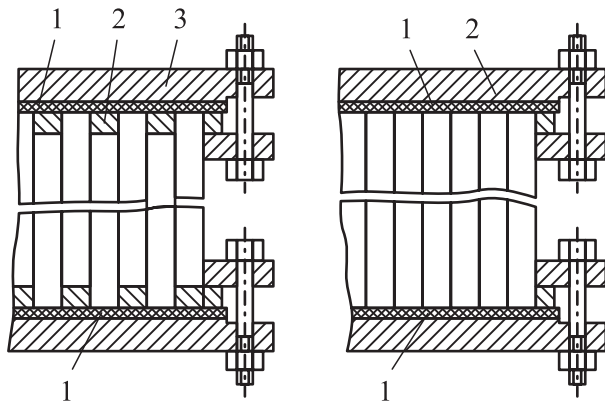


4.36-nji surat. Burum şekilli ýylylyk çalşyjyda ýylylyk daşyjynyň hereketiniň shemasy

4.37-nji surat. Burum şekilli ýylylyk çalşyjy: 1, 2 – polat lenta; 3 – direg; 4 – direg disk; 5 – aralyk elementler; 6 – şifitler; 7 – dykzlandyryjy; 8 – gapaklar

Polat lentalar spiral şekilinde towlanylanda, *a* we *b* kanallar gönüburçly profili emele getirýärler. Bu kanallar boýunça ýylylyk daşyjylar biri-birine garşy-

lyklaýyn hereket edýärler. Spiralyň birinji sarymy (enjamyň merkezinden) diskler (4) bilen berkidilen, disk bolsa kese söýgetler (3) bilen saklanylýar. Burumyň (spiralyň) üstünde $70 \div 100$ mm ädim bilen ýylylyk çalşyja berklik bermek üçin ştiftler (6) kebşirlenip birleşdirilendir. Ştiftlerden başga-da, spiral towlanylanda onuň sarymlarynyň arasynda zolak görnüşde aralyk elementler (5) ýerleşdirilýär. Bu elementler ştiftler bilen bilelikde lentalaryň arasynda gerek bolan ýşy üpjün edýärler. Bu ýşyň ölçegi standart ýylylyk çalşyjylar üçin $8 \div 12$ mm aralykda bolýar. Enjam iki tarapyndan gapaklar (8) bilen ýapylýar. Gapak bilen gabaranyň aralygynda dykyzlandyryjy (7) ýerleşdirilýär. Burumyň kanallarynyň dykyzlandyryş usulyna baglylykda ýylylyk çalşyjylar ikitarapyndan zowwam geçmeýän we zowwam geçýän kanally bolan görnüşlerde bolýarlar.

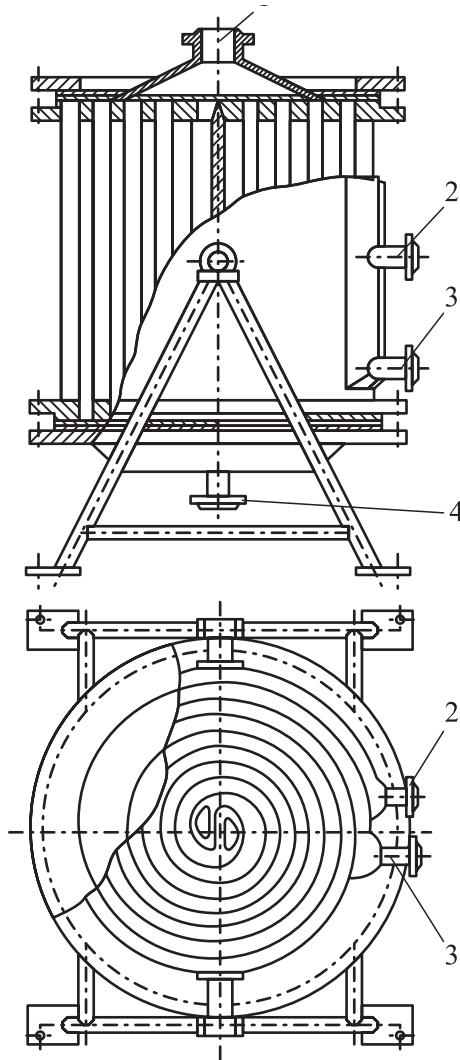


4.38-nji surat. Zowwam geçýän (çepdäki surat) we zowwam geçmeýän (sagdaky surat) kanally burum görnüşli ýylylyk çalşygy enjamlar:
1 – dykyzlandyryjylar; 2 – polat materialdan ýasalan zolak; 3 – gapak

Zowwam geçmeýän kanallar (4.38-nji çepdäki surat), zolak elementleri spiralyň gapdalyndan kebşirlemwk arkaly emele getirilýär; kanallar gapdalyndan gapaklar (3) bilen ýapylýar we dykyzlandyryjy (1) bilen jebislendirilýär. Gapaklary we dykyzlandyryjylary aýyrmak bilen, iki kanaly hem arassalamak bolýar. Kanallary bular ýaly jebislendirmek, dykyzlandyryjynyň ýyrtylan ýagdaýynda hem ýylylyk görerijileriň garyşmasyna ýol bermeyär, şonuň üçin hem bu usul häzirki wagtda has giňden ýaýrandyr. Zowwam geçmeýän kanallar (4.38-njy sagdaky surat) iki tarapyndan hem gapaklar (2) we dykyzlandyryjylar bilen ýapylýar, arassalamak aňsat, ýöne ýylylyk görerijileriň garyşmak mümkinçiligi bolýar.

Zowwam geçmeýän kanally ýylylyk çalşyjylar iki görnüşde ýasalýar: tekiz gapakly (suwuklyklar we gazlaryň arasynda ýylylyk çalyşma prosesinde) we konus ýa-da sferiki gapakly (buglarynyň kondensasiýasy we şepbeşikligi ýokary suwuklyklar üçin). Tekiz gapakly enjamlarda önümleriň garşylyklaýyn hereketi, konus we sferiki gapaklylarda bolsa, kesişýän hereket üpjün edilýär.

Zowwam geçmeýän kanally we konus şekilli gapakly ýylylyk çalşyjylar adaty dik ýagdaýda oturdylýar (4.39-njy surat). Kanallaryň dik ýagdaýda ýerleşdirilmegi, kondensatyň dyky emele getirmesini aýyrýar we gidrawlik urgynyň bolmagyndan goraýar. Konus şekilli gapagyň bolmagy, bug-gaz garyndysyny enjamyň ýokarsyndaky ştuserden (1) bermäge mümkinçilik berýär. Emele gelen kondensat, kanalyň dik diwary boýunça akyp, enjamyň aşaky böleginde ýygnanýar we aşaky ştuserden (3) çykýar. Kondensirlenmedik gazlar daşky sarymlaryň birnäçesini geçýärler we gabaradaky ştuserden (2) çykýar. Sowuk önüm enjama ştuserden (5) berilýär we aşaky ştuserden (4) çykarylýar.



4.39-njy surat. Spiral görnüşli kondensator:
1 – ýokarky ştuser; 2 – gapdalky ştuser; 3 – aşaky ştuser

Ýylylyk çalşyjynyň elementleriniň berklige we durnuklylyga hasaplamasy, esasan, öz içine burumyň, flanes birleşmesiniň we gapaklaryň hasaplamasyny alýar. Burumyň daşky sarymynyň S galyňlygy aşakdaky deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$S = P \cdot \frac{D}{2} \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P + C, \quad (4.19)$$

bu ýerde: P – hasaplama basyşy, MPa; D – burumyň (spiralyň) daşky sarymynyň içki diametri, mm.

$$D = D_0 + \left[2 \sqrt{\left(0,5 \frac{D_0}{t} \right)^2 + L / (\pi t) - D_0 / t - 1} \right] t, \quad (4.20)$$

D_0 – «merkezleşdirijiniň» diametri. (4.38-nji surat), mm; t – burumyň ädimi, mm; L – bir kanalyň lentasynyň uzynlygy, mm; $[\sigma]$ – burumyň materialy üçin rugsat berilýän dartgynlylyk, MPa; φ – kebşirlenen sepiň berklik koeffisiýenti; C – konstruktiv goşulma, mm.

Burumyň durnuklylyga hasaplamasynda hökmany şeýle şert ýerine ýetirilmelidir:

$$[P] = \eta \cdot P_{kr} \geq P_{syn}. \quad (4.21)$$

Bu ýerde: $[P]$ – rugsat berilýän basyş, MPa;

$\eta = \eta(\sigma_y)$ – baglanyşykda tertip boýunça kesgitlenilýär;

P_{kr} – howply basyş, MPa; P_{syn} – synag basyşy, MPa.

$$\sigma_y = 0,95 \cdot R / (S - C), \quad (4.22)$$

$$P_{kr} = 1,81 \cdot 10^6 \eta_1 \frac{(S - C)^3}{R \cdot L_1^2} \left[\alpha + \frac{\beta \cdot L_1^4}{R^2 (S - C)^2} \right], \quad (4.23)$$

bu ýerde:

$$R = 0,5D; \quad \eta_1 = \eta_1 \sqrt{0,5R(S - C)^2 / L^2}; \quad (4.24)$$

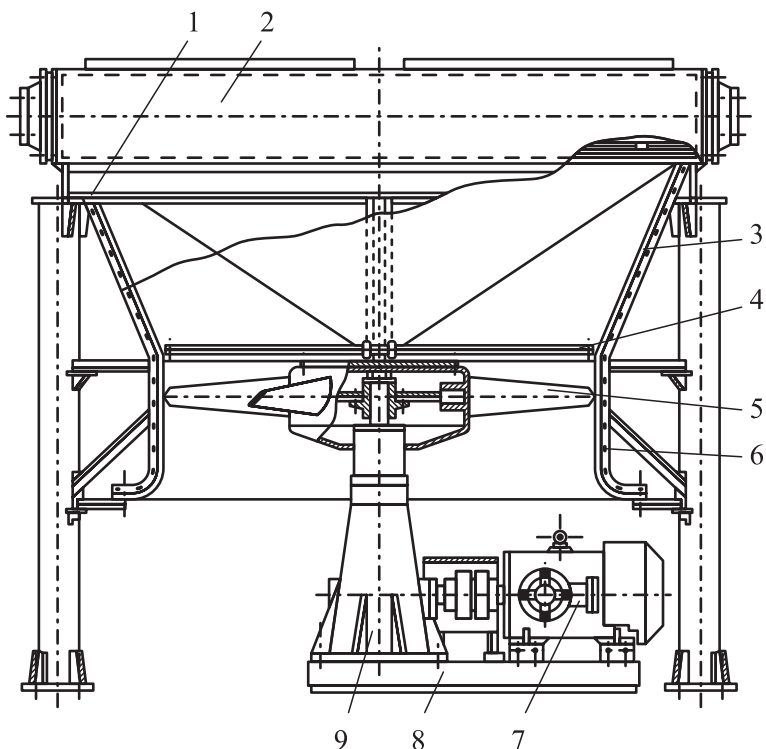
$$\alpha = \frac{(1+t)^2}{(1+0,3t)}; \quad \beta = \frac{0,123t}{[(1+0,3t) \cdot (2,86+t)]}; \quad t = \left(\frac{L}{L^2} \right). \quad (4.25)$$

L we L_1 bahalary burumyň berkleniş görnüşine baglylykda saýlanylýar: berkleniş bolmadyk burum üçin $L = B$ we ştifli berkidilen burum üçin $L = B$, $L_1 = b$; (B – burumyň ini; mm; b – lentanyň uzynlygynyň ugry boýunça alnan ştifleriň aralygy, mm). Burumyň berklenişiniň beýleki görnüşleri üçin L we L_1 -iň bahalary, şonuň ýaly-da η_1 bahasy RTM 26-01-58-73 getirilýär.

4.3.1. Howa bilen sowadylýan ýylylyk çalşyjy

Howa bilen sowadylýan ýylylyk çalşyjylar. Himiýa önümçiliginde, esasan hem nebit-himiýasynda ýylylyk çalşyjy enjamlaryň esli bölegini kondensatorlar we sowadyjylar tutýar. Dürli tehnologik önümleri kondensirmek we sowatmak üçin ulanylýan howa bilen sowadyjy, gabarany turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylar ýada çyglandyryjy enjamlar ulanylýar. Bu enjamlary ulanmaklyk, suwuň köp mukdarda harçlanmagy bilen baglanyşykly bolup durýar, bu bolsa köp ulanylyş çyk-dajylaryna eltýär.

Howa bilen sowadylýan enjamlary sowadyjy-kondensator görnüşinde ulanmaklygyň birnäçe artykmaç taraplary bardyr: suwy taýýarlamak we göçürmek üçin çyk-dajylar bolmaýar; bejergi işleriniň göwrümi we bejergiň bahasy azalýar; daş ýüzi howa akymy bilen gurşalýan turbalaryň daş ýüzüni arassalamagyň geregi bolmaýar; sowatma prosesini sazlamagyň mümkinçiligi bolýar. Kese oturdylan howa bilen sowadylýan enjam (4.40-njy surat) kebşirlenen rama (1) bilen üpjün edilýär. Ramada birnäçe ýylylyk çalşyjy bloklar (2) ýerleşdirilýär.

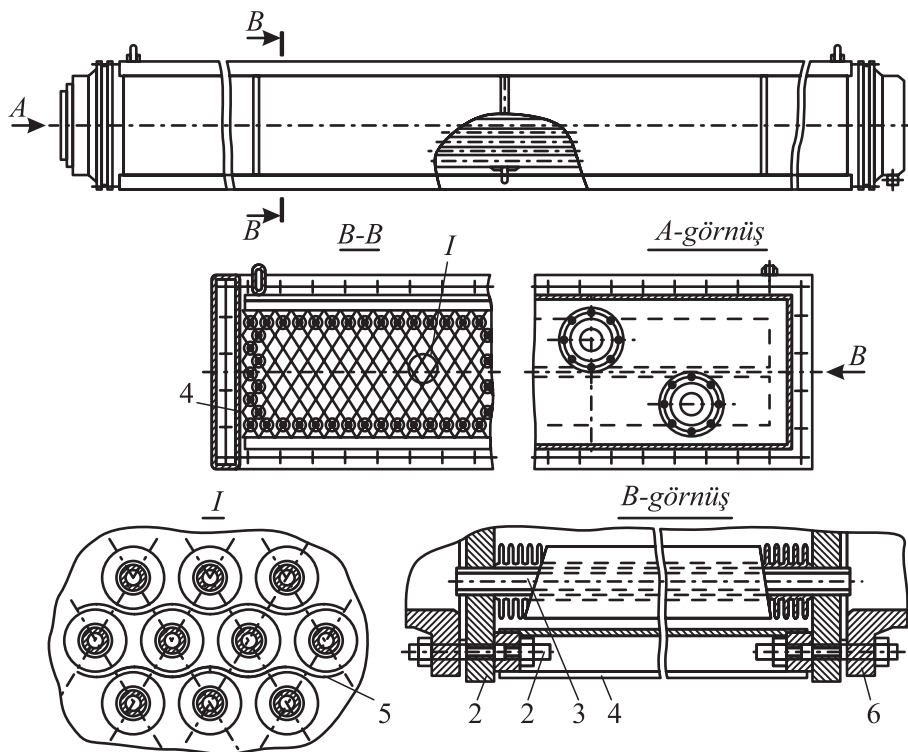


4.40-njy surat. Kese oturdylan howa bilen sowadylýan enjam:

1 – kebşirlenen rama; 2 – ýylylyk çalşyjy bloklar; 3 – diffuzor; 4 – forsunka;
5 – wentilýator; 6 – kollektor; 7 – elektrik hereketlendiriji; 8 – bütewi rama; 9 – reduktor

Bu bloklar, daş ýüzi ramalanan turbalardan ybarat bolan turba toplumyndan düzülendir. Turbalar boýunça kondensirlenýän (sowadylýan) önüm geçirilýär. Ramanyň aşaky böleginde diffuzor (3) we kollektor (6) berkidilýär, onuň merkezinde wentilýator (5) oturdylýar. Wentilýator burçlaýyn reduktor (9) we elektrohereketlendiriji (7) bilen aýratyn ramada (8) gurnalýar.

Wentilýator bilen üflenýän howa, ýylylyk çalşyjy bloklary geçip, ramalanan turbalaryň daş ýüzüni howa bilen gurşap alýar we turbalaryň iç ýüzi boýunça hereket edýän önümiň kondensirlenmegini we sowadylmagyny üpjün edýär.



4.41-nji surat. Ýylylyk çalşyjy blok:

1 – turba gözenegi; 2 – şpilka; 3 – ýylylyk çalşyjy turba; 4 – metal karkas;
5 – dykzlandyryjylar; 6 – gapak

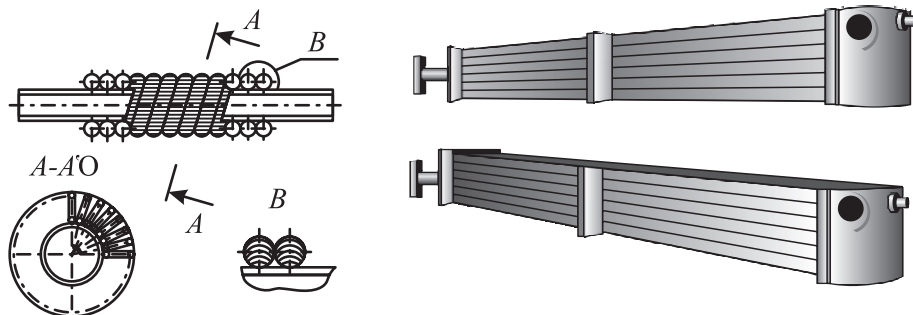
Enjamyň netijeligini ýokarlandyrmak üçin, onuň gurnalyşynda suwy pürkýän forsunkalar (4) göz önünde tutulandyr. Bu forsunka tomus aýlary daşky gurşawyň temperaturasy ýokarlananda, awtomatik işe girýär. Gyş aýlary temperatura pese düşende, elektrohereketlendiriji we wentilýator öçürilip goýulýar; bu ýagdaýda kondensasiýa we sowatma prosesi tebigy konweksiýa boýunça geçýär. Mundan başga-da, ýylylyk çalşmanyň endiganlygyny berilýän howanyň harçlanmasyny üýtgetmek arkaly sazlap bolýar, ýagny wentilýatoryň perleriniň ýapgytlyk burçuny üýtgetmek bilen, berilýän howanyň harçlanmasyny üýtgedip bolýar. Munuň üçin

howa bilen sowadylýan enjamlarda perleri öwürmek el bilen ýa-da aralykdan (distansion) dolandyrylýan, pneumatik hereketlendirijili mehanizm we perdeli penjireler (žalýuzlar) göz önünde tutulandyr. Penjiräniň perdelerini el bilen ýa-da awtomatik hereketlendirijiniň kömegi bilen öwürmek bolýar. Gyş aýlary enjamda kondensirlenýän önümiň aşa sowamak howpy mümkin bolýar. Munuň önüni almak üçin ýylylyk çalşyjy bloklaryň aşagynda ramalanan turbaly howa gyzdryjyny oturtmak bolýar. Enjamyň awtomatik dolandyrylyşy barada, himiýa tehnologiýasynyň proseslerini awtomatik dolandyrmak bilen bilelekde görkezilýär.

Howa bilen sowadylýan enjamyň ýylylyk çalşyjy bloklary (4.41-nji we 4.42-nji suratlar) dört, alty ýa-da sekiz hatar turbalardan (3) düzülýär, turbalar iki sany turba gözeneginde (1) deňtaraply üçburçlugyň depeleri boýunça ýerleşdirilýär.

Turbalar sozmak ýa-da sozmak-kebşirmek usullary bilen turba gözenegine berkidilýär.

Bloklar bir we köp girelgeli bolup bilýärler. Köp girelgeli bloklarda sowadylýan önümiň göwrümi turbalar boýunça hereketine baglylykda azalýar, muňa baglylykda, turbalaryň sany hem azalýar. Turba toplumynyň berkligini üpjün etmek üçin blok, metal karkas (4) bilen berkidilýär. Ýöne ulanylyş döwründe turba gözenegini karkas bilen birleşdirýän şpilkalardaky (2) gaýkalar temperaturanyň täsirinde turbalaryň süňüp biläýjek aralygyna görä towlanyp goýulýar. Turba toplumyndaky her bir turba aýratynlykda, özbaşdak bükülmä eýe bolup bilýändir. Ýokarky hataryň turbalarynyň ramalarynyň aşaky hataryň turbalarynyň ramalaryna galtaşmazlygy üçin, turbanyň uzynlygyna görä birnäçe ýerlerde galyňlygy 2 mm, ini 15 mm töweregi bolan, alýumin lentalardan ýasalan aralyk dykyzlandyryjylar (5) ýerleşdirilýär.



4.42-nji surat. Ýylylyk çalşyjy blok

Ýylylyk çalşyjy bloklaryň gapaklary (6), turba gözeneklerine (uly basyşlarda) sökülmeýän görnüşde ýa-da şpilkalarda berkidilýär. Eger-de enjamyň blogy köp-girelgeli bolsa, onda gapaklar turba toplumyny girelgelere bölýän germewler bilen üpjün edilýär. Sökülýän gapaklar polat materialdan guýma görnüşinde ýasalýar.

Bellenilip geçilişi ýaly, howa bilen sowadylýan enjamlaryň turbalarynyň daş ýüzi ramalanan bolýar, sebäbi turbalaryň daş ýüzüniň ramalanmagy, howa tarapy-

dan berilýän ýylylygyň pesligini sazlaýar. Şol bir diametrdäki ramalanan turbanyň, ramalanmadyk tekiz turbanyň diametrine bolan gatnaşygy bilen häsiýetlendirilýän koeffisiýent 10÷20 aralykda bolmalydyr.

Howa bilen sowadylýan enjamlarda işçi tigriniň diametri 7 m-e çenli bolan wentilýatorlar ulanylýar. Wentilýatorlaryň tigrileri alýuminden ýa-da aýnaplastdan kebşirlenip ýasalýar, diffuzor – galyňlygy 2 mm bolan list görnüşli polatdan ýasalýar.

Elektrik hereketlendirijiler pes we uly aýlanma tizlikde bolup bilýärler. Daşky gurşawyň temperaturasynyň peselmeği bilen, iki aýlanma tizlikli (pes we uly) elektrik hereketlendirijiler ulanylanda, wentilýatory pes aýlanma tizliginde hem ulanyp bolýar.

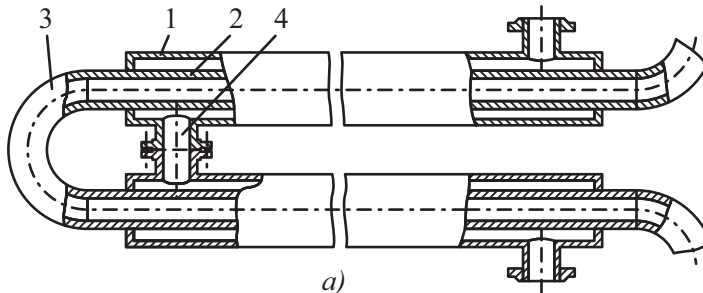
4.3.2. «Turbanyň içindäki turba» görnüşli ýylylyk çalşyjylar

Bu enjamlar suwuklyk-suwuklyk ulgamynda sowatmak ýa-da gyzdyrmak üçin niýetlenendir. Enjama berilýän ýylylyk daşajylylaryň harçlanmasy uly bolmaýar we olaryň ýagdaýy üýtgemeli däldir. Uly basyş üçin niýetlenilýän ýylylyk çalşyjylar suwuk we gaz halyndaky önümler üçin niýetlenendir, mysal üçin, kondensator metanolýň we ammiagyň önümçiliginde ulanylýar.

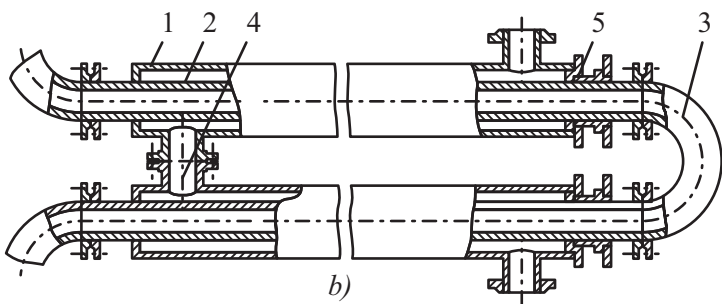
Gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylar bilen deňeşdirilende, «turbanyň içindäki turbaly» ýylylyk çalşyjy enjamlarda turba aralygynyň gidrawlik garşylygy kiçi bolýar. Ýöne olar ykjam bolmaýarlar we olara köp metal harçlanýar. Bu ýylylyk çalşyjylar sökülýän ýa-da sökülmeýän, bir we köp girelgeli bolup bilýärler.

Bir akymly sökülmeýän ýylylyk çalşyjy (4.43-nji a, b suratlar) enjam, aýratyn bölümlerden ybarat bolmak bilen, olaryň hersinde daşky turba (ýa-da gabara) (1) we içki turba (ýa-da ýylylyk çalşýan turba) (2) bolýandyr. Daşky turba iki sany kebşirlenip birleşdirilýän halkalaryň üsti bilen içki turba bilen (2) birleşýär we bölümi emele getirýär. Bölümler öz gezeginde dik hatara ýygnalýar we ýylylyk çalşyjy blogy emele getirýär. Içki turbalar biri-biri bilen tirsekleriň (3) kömegi bilen birleşdirilýär, daşky turbalar bolsa flanesli ştuserler (4) bilen ýa-da kebşirlenip birleşdirilýär. Bölümler metal karkasa tutawaçlar bilen berkidilýär.

Sökülmeýän ýylylyk çalşyjy enjamyň gurnamasy «gaty» kysymdaky diýip atlandyrylýar, şonuň üçin hem temperaturalaryň tapawudy 70°C-dan uly bolan ýerlerde ulanyp bolmaýar. Temperaturalaryň tapawudy 70°C-den uly bolan ýerlerde, şonuň ýaly-da turba aralygynyň giňişligini mehaniki usul bilen arassalamak gerek bolan ýagdaýynda, daşky turbada sazlaýjy element ýerleşdirilen ýylylyk çalşyjylar ulanylýar. Bu ýagdaýda turbalaryň arasyndaky halkalaýyn boşlugyň bir tarapy berk kebşirlenilýär, beýleki tarapy bolsa, salnik (5) bilen dykyzlandyryýarlar (4.43-nji b surat).



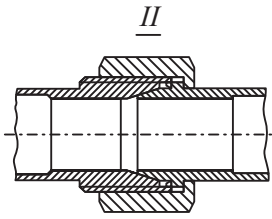
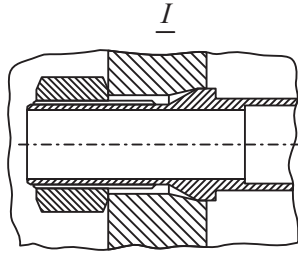
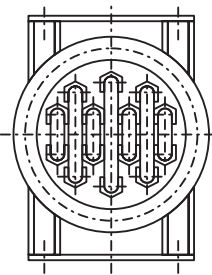
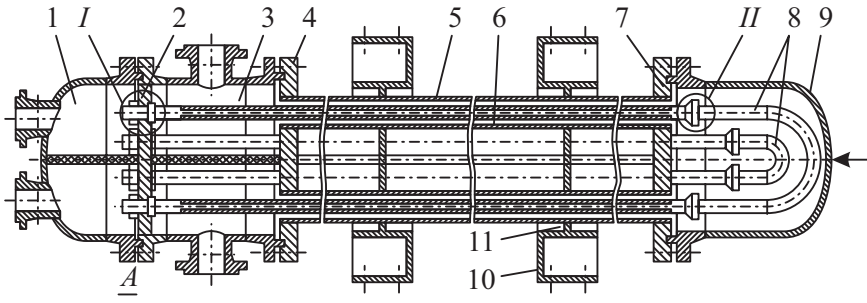
a)



b)

4.43-nji surat. «Turbanyň içinde turbaly» ýylylyk çalşyjy:

a – «gaty» gurnamadaky ýylylyk çalşyjy; 1 – daşky turba; 2 – içki turba; 3 – tirsek;
 4 – ştuser; b – salnikli kompensatorly ýylylyk çalşyjy: 1 – daşky turba; 2 – içki turba;
 3 – tirsek; 4 – ştuser; 5 – salnikli dykyzlandyryjy



4.44-nji surat. Sökülýän, iki akymly «Turbanyň içinde turbaly» ýylylyk çalşyjy:

1 – gabara; 2 – turba gözenegi; 3 – paýlaýjy kamera; 4 – ortaky turba gözenegi;
 5 – daşky turba; 6 – ýylylyk çalşyjy turbalar; 7 – sag tarapyky turba gözenegi;
 8 – tirsek; 9 – kamera; 10 – direg; 11 – plastinalar

Sökülyän gurnamalarda ýylylyk çalşyjy turbalaryň deformasiýalary kompensirlenýär. Sökülyän köp akymly «turbanyň içinde turbaly» ýylylyk çalşyjy enjamyň gurnamasy 4.44-nji suratda görkezilendir.

Bu ýylylyk çalşyjy enjam *U* kysymly ýylylyk çalşyja meňzeşdir. Enjam daşky turbalardan (5) ybarat bolup, bu turbalar turba gözeneklerinde, ýagny ortaky turba gözeneginde (4) we sag tarapky turba gözeneginde (7) ýaýmaklyk arkaly birleşdirilýär. Bu turbalaryň içinde ýylylyk çalşyjy turbalar (6) ýerleşdirilýär, olaryň bir gapdaly çep tarapky turba gözenegine (2) berk kebşirlemek arkaly birleşdirilýär, beýleki gapdaly bolsa, erkin ýagdaýda hereket eder ýaly edilýär we olar jübüt-jübüt-den tirsekler (8) arkaly birleşdirilýär hem-de kamera (9) bilen ýapylýar. Ýylylyk daşajynyň akymyny ýylylyk çalşyjy turbalar boýunça ugrukdyrmak üçin paýlaýjy kamera (1) niýetlenendir, ýylylyk görterijini turba aralyklary boýunça ugrukdyrmak üçin bolsa paýlaýjy kamera (3) niýetlenendir. Daşky turbalar plastinalaryň (11) üsti bilen direglere (10) berk birleşdirilýändir.

Ýylylyk çalşyjy, içki turbalary boýunça iki girelgeli we daşky turbalary boýunça hem iki girelgeli bolýar. Turbalaryň turba gözenegi bilen birleşdirilýän bölegi (4.44-nji surat. I bölek) we tirsekler bilen birleşdirilýän bölegi (4.44-nji surat. II bölek) konus şekilli «höwürtgelerdäki» ýarym şar görnüşli nippelleriň gysylmagy-nyň we deformasiýasynyň hasabyna dykyzlandyrylýar.

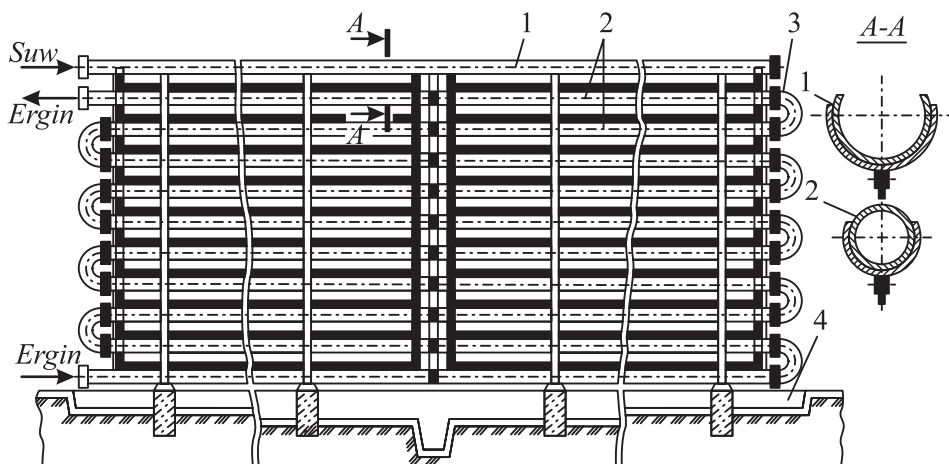
Bu enjamlar hapa garyndyly önümlerde işläp bilýärler, sebäbi ýylylyk çalşyjy turbalaryň içini mehaniki usulda arassalap bolýar. Ýöne turbalaryň diregler bilen berk birleşdirilendigi sebäpli, temperaturanyň täsirinde daşky turbalaryň süýünmegi çäklendirilen bolýar, şonuň üçin hem önümiň enjama girimindäki we çykymyndaky temperaturalaryň (halkalaýyn boşlukdaky) aratapawudy 150°C-den geçmeli dälendir.

4.3.3. Çyglandyryjy, egri turbalary çümdürilen we bloklaýyn toplanan ýylylyk çalşyjylar

Çyglandyryjy ýylylyk çalşyjy. Bu ýylylyk çalşyjy enjam biri-biriniň üstünde ýerleşdirilen turbalaryň birnäçe hataryndan ybarat. Bu turbalaryň daş ýüzünden ýukajyk plýonka görnüşinde turbalary sowadýan suw hereket edýär (4.45-nji surat).

Sowadylýan önümiň geçýän turbalary (2) biri-biri bilen tirsekler (3) arkaly birleşdirilýär. Çyglandyrmak üçin berilýän suwuklyk ýokarky turbanyň üstünde ýerleşdirilen ternaw ýa-da turba görnüşli çyglandyryjy (1) bilen paýlanylýar.

Turba görnüşli çyglandyryja berilýän suw turbalardaky burawlanyp deşilen ötüklere çykýar, ternaw görnüşli çyglandyryjyda bolsa, suw ternawyň ýokarky bölegindäki kesimlerden çykýar. Hatarda turbalaryň sany köp bolsa ýa-da turbalaryň aralygy uly bolsa, onda çyglandyryjy turbany hatarlaryň aralygynda hem oturtmak bolýar. Ýylylyk çalşyjynyň aşagynda suwuň ýygnanmagy üçin betondan ýasalan ýapgyt düýp ýerleşdirilýär.



4.45-nji surat. Çyglandyrylýan ýylylyk çalşyjy:
 1 – çyglandyryjy; 2 – turbalar; 3 – tirsek; 4 – beton düýp

Eger-de ýylylyk çalşyjy enjam, desganyň (jaýyň) daşynda oturdylýan bolsa, onda suwuň şemal (ýel) bilen alnyp gidilmezligi üçin, goraýjy germewler bilen üpjün edilýär.

Bu ýylylyk çalşyjylarda turbalar boýunça geçirilýän işçi suwuklygyň ýylylygy, turbalaryň daşy çyglandyrylan suwuklygyň gyzmagynyň hasabyna aýrylýar we biraz bölegi bolsa onuň bugarmagynyň netijesinde aýrylýar, munuň netijesinde bolsa, suwuň harçlanmasy beýleki ýylylyk çalşyjylara garanyňda biraz az bolup durýar.

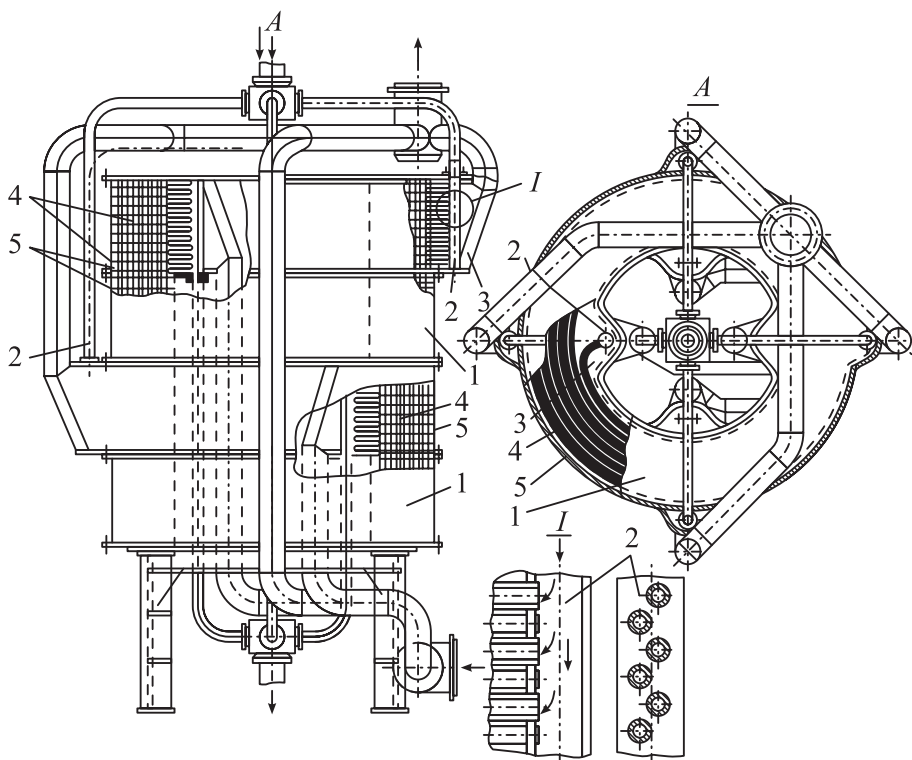
Himiýa önümçiliginde bu ýylylyk çalşyjylar himiki iýiji önümleri, mysal üçin, kükürt kislotasyny sowatmakda ulanylýar. Bu ýylylyk çalşyjylaryň gurnamasy ýönekeý we ýasamak gymmat düşmeýär, materialyny poslama durnukly materialdan, mysal üçin, kislota durnukly ferrosilitden taýýarlamak mümkin.

Çyglandyrylýan ýylylyk çalşyjylaryň netijeliligi pes bolýar, ýöne belleni lip geçilişi ýaly, onuň gurnamasynyň ýönekeýligi sebäpli, ony ýasamak we onda bejergi işlerini geçirmek ýeňildir.

Egri turbaly ýylylyk çalşyjylar. Bu ýylylyk çalşyjylar himiýa önümçiliginde ýylylyk çalyşma prosesinde ulanylmak bilen, ýylylyk çalyşýan önümleriň biri uly basyşda bolýar. Ýylylyk çalşyjy enjam tekiz ýa-da silindr şekilli, egrem-bugram turbalardan (zmeýewikden) ybarat bolup, olar suwuklygyň içine çümdürilýär. Suwuk ýa-da gaz halyndaky sowadyljak önüm bolsa turbalara berilýär.

Azotwodород garyndysyny sowatmak üçin, niýetlenen ýylylyk çalşyjy (4.46-njy surat) dört sany halkalaýyn bloklardan ybarat bolup, gazyň we suwuklygyň girimi boýunça ugurdaş işe goýberilýär.

Her bloguň daşky we içki gabaralaryna (5) suwuň girmegi we çykmagy üçin niýetlenilen kollektorlar birleşdirilýär. Blogyň kollektory biri-birine görä 90°C süýürilýär.



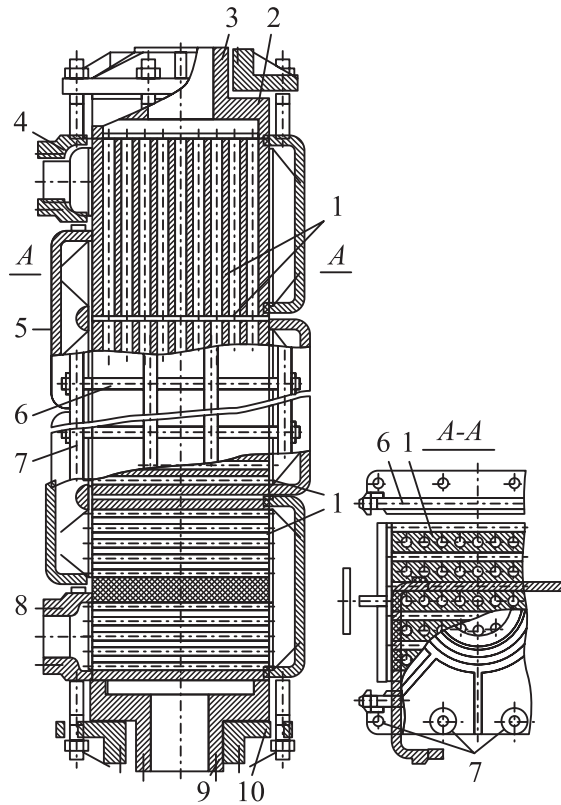
4.46-njy surat. Azotwodorod garyndysyny sowatmak üçin egrem-bugram (zmeýewik) turbaly sowadyjy:

1 – halkalaýyn bloklar; 2 – dik kollektor; 3 – sowadyjy suwuň kollektory; 4 – burumly turbalar; 5 – gabara

Gaz her bloğa ýokarsyndan dik kollektor (2) boýunça berilýär we biri-biriniň üstünde ýerleşdirilen, dik kollektora kebşirlenen, burum görnüşli turbalar (4) boýunça paýlanylýar. Sowadylan gaz garyndysy hem içki gabaradaky şolar ýaly kollektor boýunça çykarylýar. Egrem-bugram ýasalan turbalaryň aralygynda, list materialdan alnan, burum (spiral) görnüşli germew oturdylandyr. Bu bolsa gazyň hereketiniň tersine, suwuň hereketini egrem-bugram turbalaryň sarymlarynyň ugryna, burum (spiral) boýunça hereket etmegi üçin niýetlenendir. Bu ýylylyk çalşyjylar, esasan, temperaturanyň täsirinde ýüze çykýan dartgynlygy öz-özünden kompensirläp bilijilik ukybynyň barlygy bilen häsiýetlendirilýär. Ýetmezçiligi: ýasamagyň, ýygnamagyň we düzmek işleriniň çylşyrymlylygydyr.

Bloklaýyn toplanan ýylylyk çalşyjylar. Bu enjamlar, esasan, emeli grafitden ýada grafitoplasta degişli bolan, düzümine maýda dispersli grafit goşulan, esasynda fenolformaldegid şepbik bolan plastmassalardan ýasalýar. Enjamlaryň esasy artykmaçlyk taraplary: netijeliligi örän ýokary, sebäbi grafitiň ýylylyk geçirijiligi poslama durnukly poladyň ýylylyk geçirijiliginiň 4 essesine barabardyr, iýji önümlere (kislotalara, aşgarlara, organiki we organiki däl eredijilere) bolan durnuklylygy

bolsa örän ýokarydyr; ýasamasy ýeňil we arzan düşýär. Ýetmezçilikleri: materialyň süýnmä we gysylma bolan berkligi pes, detallaryny paýka ýa-da kebşirmek arkaly birleşdirip bolmaýanlygydyr. Şaýlaryny (detallaryny) diňe emeli şepbikler bilen ýelimlemek bolýar.



4.47-nji surat. Dik bloklaýyn oturdylyan ýylylyk çalşyjy:

1 – aýratyn bloklar; 2 – paýlaýjy kamera; 3, 9 – iýji önümiň girimi we çykymy;
4, 8 – iýji däl önümiň girimi we çykymy; 5 – kameralar; 6 – şpilka; 7 – dartyjy; 10 – gapak

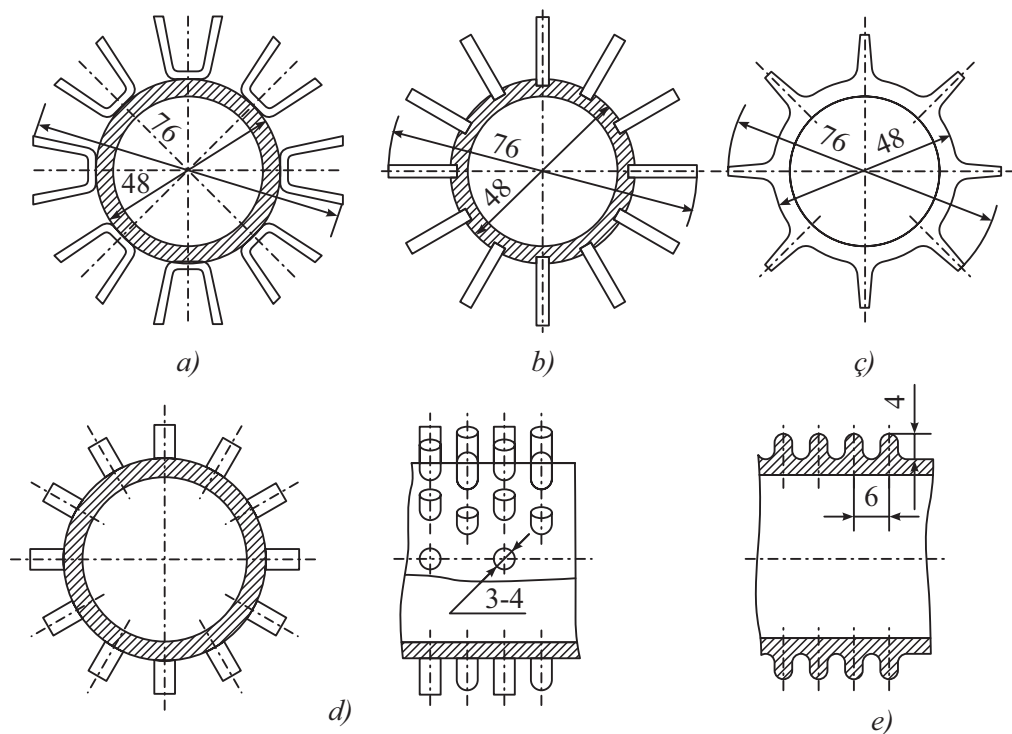
Bu kysymdaky ýylylyk çalşyjy enjamlar (4.47-nji surat) ýörite çalgy bilen birleşdirilen, preslenip alnan, aýratyn bloklardan (1) ýasalýar. Bloklarda ýylylyk çalşyjylaryň hereket etmegi üçin kese we dik kanallar bolýar. Bloklaryň birleşýän ýerlerini, ýylylyga we poslama durnukly rezin ýa-da ftoroplast bilen dykyzlandyrmak bolýar.

Bloklara sökülýän flanesli birleşme bilen birleşdirilen paýlaýjy kameralar oturdylýar. Paýlaýjy kameralar hem flanesli birleşmeler bilen gapaklar (7) we birleşdiriji elementler (10) bilen birleşdirilýär. Kese kanallar bloklar arkaly akdyryjy kanallar (5) bilen baglanyşýarlar, olar biri-biri bilen şpilkalar (6) bilen birleşdirilýär. Enjama iýji önümiň girmegi we çykmagy üçin (3) we (9) turbalar niýetlenendir, iýji däl önüm üçin (8, 4) turbalar niýetlenendir. Bu enjamlar, esasan, iýji önümler üçin kondensatorlar hökmünde ulanylýarlar.

4.4. Häzirki döwrüň ýylylyk çalyşma tehnikasy

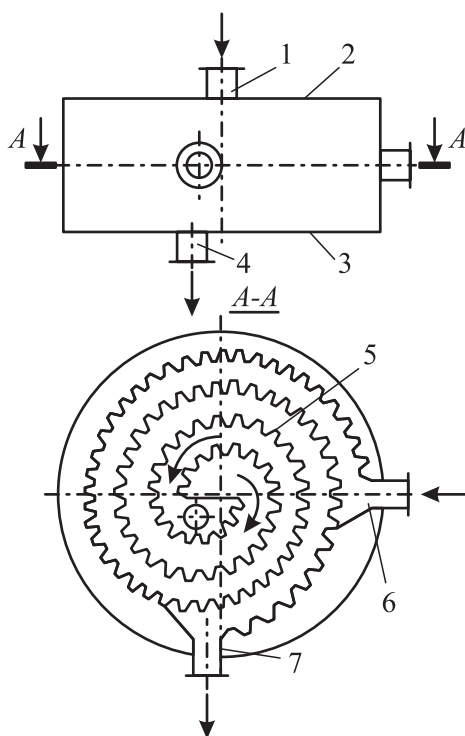
Ýylylyk çalyşy enjamyň täze gurnamasy öňki gurnamalara garanynda ýylylyk geçirme koeffisiýentiniň has ýokarylygy, poslama durnuklylygy, metalyň az harçlanmasy we ýylylyk daşajylary geçirmek üçin harçlanýan energiýanyň azlygy bilen tapawut etmelidir. Muňa mysal edip, «turbanyň içindäki turba» kysymly ýylylyk çalyşyjynyň salnikli kompensatorly gurnamasynyň (4.43-nji b surat) içki turbalarynyň ýylylyk berme koeffisiýentini ýokarlandyrmak maksady bilen, köp ýagdaýlarda turbalaryň daş ýüzüniň ramaly ýasalýandygyny (4.48-nji surat) görkezmek bolar.

Täze gurnamadaky ýylylyk çalyşyjylary döretmegiň ýollarynyň biri hem, ýylylyk çalyşma üstüniň meýdanyny list görnüşli materialdan işläp düzmekden ybaratdyr, ýagny ýylylyk daşajylaryň arasyndaky ýylylyk bermekligi çäklendirýän araçäk gatlalary aradan aýyrmaga ukyply ýylylyk çalyşma üstlerini döretmekden ybaratdyr. Şuňa baglylykda, plastinalary burum (spiral) şekilli ýylylyk çalyşyjlar kesgitlenen ünsi özüne çekýär. Bu ýylylyk çalyşyjylaryň ýylylyk çalyşma üsti tolkun-tolkun edilen listlerden ýasalandyr.



4.48-nji surat. Ramalanan turbalar:

a – kebşirlenen legener; b – kanallara gysdyrylan zolaklar; ç – gysylyp ýasalan;
d – «şip» görnüşli ramalary kebşirlenen; e – burumlanan ramalar



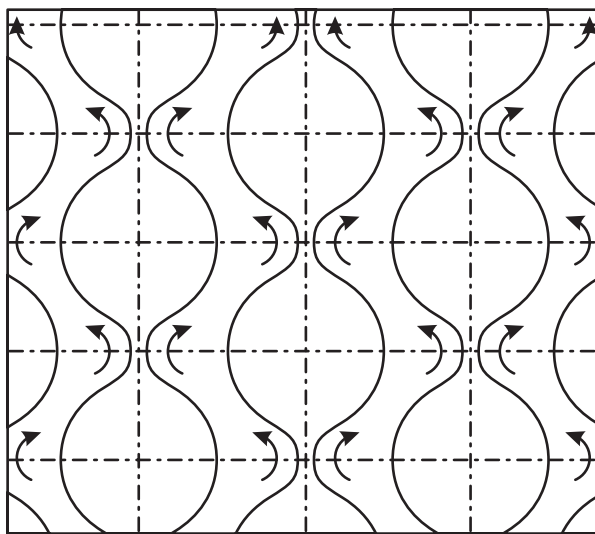
4.49-njy surat. Plastinalary burum şekilli ýylylyk çalşyjynyň shemasy:
1, 4, 6, 7 – ştuserler; 2, 3 – gapaklar; 5 – tolkun-tolkun list

Listiň tolkun-tolkun görnüşde bolmagy, ýylylyk daşajjynyň araçäk gatlaklarynyň aradan aýrylmagyny üpjün edýär. Listleriň şular ýaly edilmeginiň netijesinde, diwarlara ýakyn zolaga emele gelýän ikilenji akymalary aýyrmaga we ýylylyk görterijiniň akymalarynyň egremli kanallardan geçenlerinde ýüze çykýan merkezden daşlaşýan güýçleri aradan aýyrmaga doly mümkinçilik berýär.

Plastinalary burum (spiral) şekilli ýylylyk çalşyjynyň gurnamasy 4.49-njy suratda görkezilendir: enjam tolkun-tolkun listlerden (5) ybarat bolmak bilen, ol listler burum (spiral) boýunça towlanylýar we ýylylyk görterijiniň hereket etmegi üçin kanallary (gapdallary 2, 3 gapaklar bilen ýapylan) emele getirýär, şonuň ýaly-da, enjamda ýylylyk daşajjylaryň girmegi we çykmagy üçin (1, 4, 6, 7) ştuserler ýerleşdirilýär.

Garşylyklaýyn hereketde ýylylyk daşajjylaryň biri ştusere (6) berilýär we tolkun-tolkun edilen listler (5) tarapyndan emele getirilen kanal boýunça geçip, ştuser (4) bilen enjamdan çykyp gidýär. Beýleki ýylylyk görteriji ştusere (1) berilýär we tolkun-tolkun listler (5) tarapyndan emele getirilen kanal boýunça geçip, ştuser (7) bilen enjamdan çykyp gidýär. Bu ýylylyk çalşyjylaryň örän ýokary ýylylyk-energetiki häsiýetleri bolýar. Ýagny, bir ýylylyk çalyşma üstüne harçlanýan kuwwat, gabarys turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjylaryň bir ýylylyk çalyşma üstüne harçlanýan

kuwwatyndan has kiçidir. Bu kysymdaky ýylylyk çalşyjylaryň ýene-de bir gurnamasynyň biri hem, «Bawariýa Anlagenbau» (Germaniýa) firmasynyň «Babeks» kysymly ýylylyk çalşyjy enjamydyr. Bu enjam gabarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalşyjynyň gurnamasy bilen plastinaly ýylylyk çalşyjynyň gurnamasyny baglanyşdyrylyp ýasalan enjamdyr. Enjamyň gurnamasy galyňlygy $0,2\div 1$ mm bolan, şampalanyp ýasalan metal listleriň toplumyndan ybaratdyr. Şamplamak usuly bilen listde ýarym töweregi emele getirýärler. Listler simmetrik taraplary boýunça yzygider birleşdirilýär, olar öz gezeginde turbalary we turba aralygynyň giňişligini emele getirýärler (4.50-nji surat), emele gelen tolkunlaryň daş ýüzünden önüm tolkun şekilli hereket edýär.

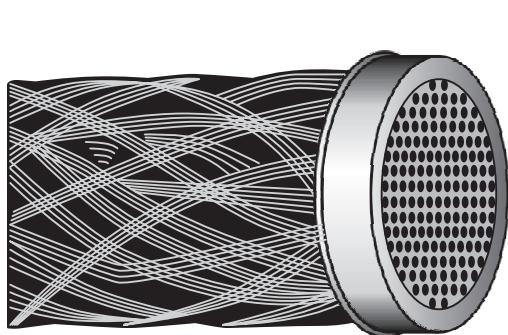


4.50-nji surat. «Babeks» kysymly kombinirlenen ýylylyk çalşyjynyň turba toplumy

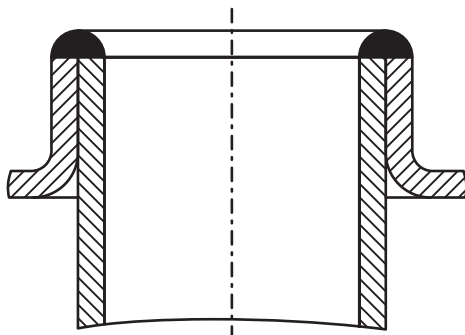
Listlerden bloklary düzýärler (listleriň hökmany bolmaly sany 1500 we ondan hem köpdür), bu bloklaryň ýylylyk çalyşma üstiniň meýdany 7200 m^2 -e çenli bolup bilýär. Bu ýylylyk çalşyjynyň turbalarynyň aralygyndan geçýän önümiň basyşy $8,4 \text{ MPa}$ çenli, turbalaryň içinden geçýän önümiň basyşy $10,5 \text{ MPa}$ çenli, temperaturasy bolsa $130\div 760^\circ\text{C}$ -e çenli bolup bilýär.

Himiýa tehnologiýasynyň köp proseslerine gatnaşýan önümler täsirli poslama işjeňligi bilen tapawutlanýarlar. Şonuň üçin hem hökmany ýagdaýda gymmat materiallary ulanmaly bolýar. Ftoroplast önümçiliginiň özleşdirilmegi, poslama durnukly ýylylyk çalşyjy enjamyň täze görnüşini işläp düzmäge mümkinçilik berdi. Turbalarynyň diametri $2\div 5$ mm bolan, ftoroplast ýylylyk çalşyjy enjamlaryň tejribe nusgalary işlenip düzüldi. Bu enjamlar basyşlary 1 MPa çenli bolan we temperaturalarynyň aratapawudy 200°C -e çenli bolan önümleriň arasynda ýylylyk çalyşmanyň geçirilmegine mümkinçilik berýär. Bu enjamlar çümdürilýän we gabarasy turbadan

ýasalan görnüşde ýasalyar. Bu enjamyň esasy işçi bölegi, ýagny ýylylyk çalyşma elementi (ÝÇE) maýyşgak polimer turbalaryň toplumyndan (4.51-nji surat) ybarat bolup durýar. Turbalaryň uçlary ftoroplast materialdan bolan turba gözenegine kebşirilenip birleşdirilýär. Bu ýylylyk çalyşyjalary kükürt kislotasy önümçiliginde, hlor garyşykly organiki önümleriň we derman önümçiliginde ulanylýar.



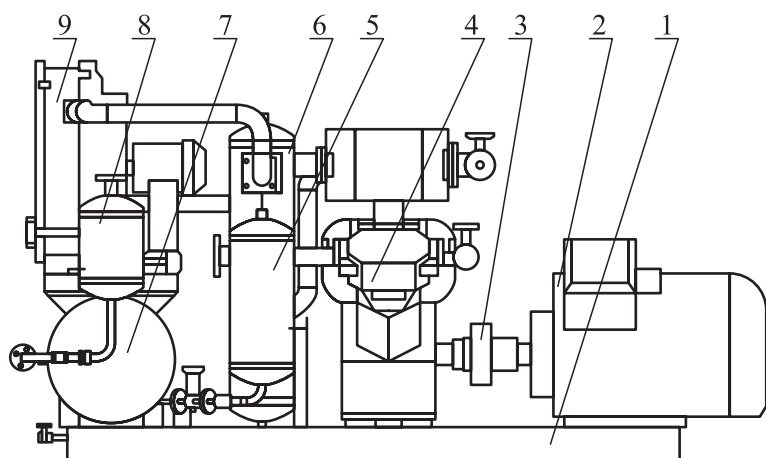
4.51-nji surat. Ftoroplast materialdan ýasalan ýylylyk çalyşy element



4.52-nji surat. Turbanyň turba gözeneginde berkidilişi

Polatdan ýasalan, turba görnüşli gabaraly ýylylyk çalyşyjalary kämilleşdirmegiň usullarynyň biri hem, turba gözeneginiň galyňlygyny turbalaryň galyňlygy bilen deň edip almakdan ybaratdyr. 4.52-nji suratdaky usulda galyňlygy turbalaryň galyňlygyna deň galyňlykdaky turba gözenegine ýylylyk çalyşy turbalaryň berkidilişi görkezilen. Bu usulda turba bilen gözenegiň birleşýän ýerinde döreyän dartgynlylyk aradan aýrylýar. Ýagny, bu enjamlarda temperaturanyň täsiri bilen ýüze çykýan dartgynlylyk, turba toplumynyň бүкүlmegi netijesinde kompensirlenýär, bu bolsa şu ýagdaýda linzaly kompensatory ulanmaklygyň zerur daldigini görkezýär.

Ýylylyk çalyşma kompressor gurluşlarda hem guňden ulanylýar. Kompressor (gysyjy) gurluşlaryň ygtybar işjeňligini üpjün etmek üçin kompressoryň her basgançagynda gysylýan gazy, şeýle-de ýag ulgamynda gyzýan ýagy hökmany sowatmaly bolýar. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijili göçme gysyjy gurluşlarda (4.53-nji surat) hereketlendirijiniň özüni, gidrawlik hereketlendirijilerde bolsa ýagy hökmany sowatmaly bolup durýar. Sowatmak üçin bolsa göçme gysyjy gurluşlarda ýylylyk çalyşyjalaryň dürli görnüşleri ulanylýar. Häzirki wagtda bu ýylylyk çalyşyjalaryň işlenilen täze gurnamalarynyň öndürilijligi 500 m³/min, basyşy bolsa 50 MPa çenli barýar. Bularyň içinden has giňden ulanylyp başlany howa bilen sowadylýan plastinaly-ramaly we ramaly turbaly kysymdaky ýylylyk çalyşyjalarydyr. Bu ýylylyk çalyşyjalar ykjamlylygy we ýylylyk çalyşmanyň netijeliliginiň ýokarylygy bilen tapawutlanýarlar we ýuka polat listleriň ýa-da lentalaryň galaýylyp birikdirilen köp gatlakly gurnamasyny emele getirýär.



4.53-nji surat. Göçme gysyjy gurluş:

- 1 – rama; 2 – elektrik hereketlendiriji; 3 – birleşdiriji mufta; 4 – kompressor;
 5 – ikinji basgançakly kondensaty aýryjy; 6 – birinji basgançakly kondensaty aýryjy;
 7 – kondensaty ýygnaýjy; 8 – üçünji basgançakly kondensaty aýryjy; 9 – ýylylk çalşyjy

Galyňlygy $0.4 \div 1$ mm aralykda bolan listler kanallary emele getirýärler, olaryň aralygynda sowadylýan önüm we sowadyan önüm üçin galyňlygy $0,15 \div 0,3$ mm bolan, epin-epin görnüşde ýasalan lenta ýa-da tor ýerleşdirilýär. Önümleriň akymalarynyň ugurlary perpendikulýar hereketde bolýar. Listlerden düzülen paket bolsa wakuum astynda ýokary temperaturaly galaýylyşdyrma arkaly birleşdirilýär we plastinaly-ramaly ýylylyk çalşyjy elementi (ÝÇE) emele getirýär.

Wakuum astynda ýokary temperaturaly birleşdirmek, ýuka diwarly gurnamanyň sandyramada ygtybar işlemegini üpjün edýär. ÝÇE-leri ýasamak üçin alýumini- li erginler we polatlar ulanylýar.

Niýetlenişine baglylykda, plastinaly-ramaly turbalar (PGT) uglerodly we ýokary legirlenen poslama durnukly polatlardan ýasalyp bilner. Indiki tablisada alýuminden we polatdan poslama ýasalan PGT-leriň udel görkezijileriniň deňeşdirilmesi berilýär:

4.3-nji tablisa

Alýuminden we polatdan ýasalan PGT-leriň udel görkezijileri

PGT-niň häsiýetnamasy	Udel görkezijileri	
	Massa, kg/kWt	Göwrüm, dm^3/kWt
Alýuminden ýasalan: kanallarynyň diwarynyň galyňlygy 0,8 mm	1,1	1,18
Polatdan ýasalan: kanallarynyň diwarynyň galyňlygy 0,8 mm	1,33	0,84

Poslama durnukly polatlardan ýasalan plastinaly-ramaly ýylylyk çalşyjylaryň artykmaç taraplary şu aşakdakylardan ybaratdyr:

- a) çygly gurşawly ulanylyş şertlerinde poslama durnuklylygynyň ýokarylygy;

- b) tozany gurşawly ulanylyş şertlerinde sürtülmä durnuklylygy;
- ç) işçi basyşy 5 MPa çenli bolan ýerlerde sandyrama garşy durnuklylygynyň ýokarylygy;

d) ykjamlylygy we alýuminden ýasalan PGT-lere massa we göwrüm boýunça udel görkezijileriniň ýakynlygy.

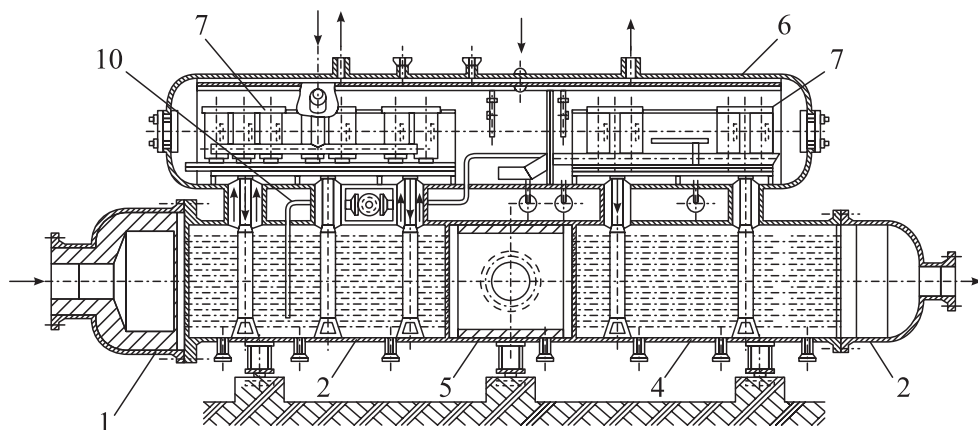
Arassalaýjy gurluşlar (AG) – bu tehnologik enjamlaryň toplумы bolmak bilen, onuň esasy bölegini bug ýa-da suw gyzdyryjy gazanlar emele getirýär. Arassalaýjy gurluşda ýanýan önümleriň ýa-da tehnologik gazlaryň ýylylygyny ulanmagyň esasynda, doýgunlaşan ýa-da aşa gyzdyrylan bug, gyzygyn ýa-da ýyly suw alynýar (öndürilýär). Arassalaýjy gurluşlar adaty metal gurnamalarda gurnalýar we turba-geçirijiler bilen birleşdirilip, özbaşdak energetik gurluşy emele getirýärlər (bu ýerden olaryň atlandyrylyşy, ýagny arassalaýjy gurluşlar gelip çykýar).

Arassalaýjy gurluşlarda öndürilýän buguň, gyzygyn we ýyly suwuň ulanylyşy.

AG-niň öndürýän bugy elektrik energiýasyny öndürmekde, maşynlary herekete getirmekde, himiki prosesleri amala aşyrmakda, önümçilik, administratiw hojalyk, ýaşaýyş-durmuş ýyladyş ulgamyny üpjün etmekde uly ähmiýeti bardyr.

Arassalaýjy gurluşlary tehnologik prosese birikdirmäniň aýratynlyklary.

AG kärhananyň energetiki çykdaýjalarynyň azalmagyna getirýär, atmosfera tarap zyňylýan, ulanyp bolýajak peýdaly gazlaryň ýylylyk energiýasyny ulanmak bilen, umumy deňagramlylyk görkezijileri gowulandyryar. Energiýanyň bahasynyň hemme wagt ýokarlanýandygy sebäpli, goýulýan maýa goýumlar örän gysga wagtda yzyna dolanýar. Daşky gurşawa zyňylýan gazlaryň täsiri netijesinde, atmosferanyň hapalanmagy düýpli azalýar. Bu gurluşlara mysal edip, indiki gurluşlary görkezmek bolar:

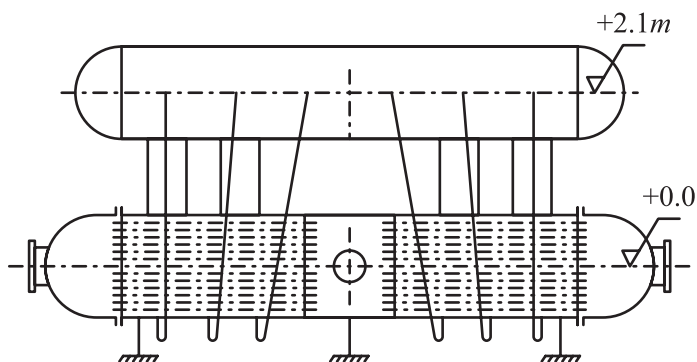


4.54-nji surat. Monoblokly arassalaýjy gurluş:

- 1 – gazyň giriş kamerasy; 2 – gazyň çykyş kamerasy; 3 – birinji basgançagyň gazany;
- 4 – ikinji basgançagyň gazany; 5 – aralyk kamera; 6 – bug ýygnaýjynyň gabarasy;
- 7 – separator; 8 – iýmütlendiriji suwuň girimi; 9 – doýgunlaşan buguň çykymy;
- 10 – suwy çykaryjy kömekçi turba

Wodorod önümçiligi üçin niýetlenýän AG (4.54-nji surat). Bu gurluş iki basgançakly, kese oturdylan, gyzgyna durnukly turbaly gazandan ybaratdyr. Arassalaýjy gurluşa gaz giriş kamerasynyň (1) üsti bilen berilýär. Giriş kamerasyny gaznyň ýokary temperaturasynyň täsirinden goramak üçin, onuň iç ýüzi oda durnukly material bilen örtülýär, şeýle-de ýokary temperaturanyň täsir edýän tarapyndaky turbalar, oda durnukly polat materialdan urundylar ýörite goraglar bilen üpjün edilendir. Birinji we ikinji basgançaklar aralyk kamera bilen bölünýär. Bu kamerada gazanyň dartgynly ýerleriniň ýagdaýyna gözegçilik etmek üçin, turba toplumynda bejeriş işlerini geçirmek üçin we oda durnukly futerowkany ýerine ýetirmek üçin ýörite deşik (ötük) bilen üpjün edilýär.

Bug ýygnaýjy enjam kese oturdylyan gazan bilen uly diametrdäki öz-özünü göterýän ştuserler bilen birleşdirilýär (4.55-nji surat). Bug ýygnaýjyda bugarma iki basgançakda amala aşyrylýar we onuň içinde separator (bölüji) (7) ýerleşdirilýär. Bu separator buguň düzüminde suwuň damjalaryny bölmek üçin niýetlenen bolup, bug ýygnaýjynyň iç ýüzüniň ýokarky böleginde ýerleşdirilen listler bilen bilelikde, suwuň äkidilmegini iň pes derejä çenli düşürýär.



4.55-nji surat. Arassalaýjy gurluşyň öz-özünü göterýän gurnamadaky bug ýygnaýjysy

Bug ýygnaýja berilýän iýmitlendiriji suw ötüklere bilen üpjün edilen turbanyň kömegi bilen, ýygnaýjynyň uzaboýuna paýlanylýar we iýmitlendiriji hem-de gazan suwunyň garyşdyrylmagyny doýgunlaşma derejesiniň temperaturasyndan pes temperaturada amala aşyrýar.

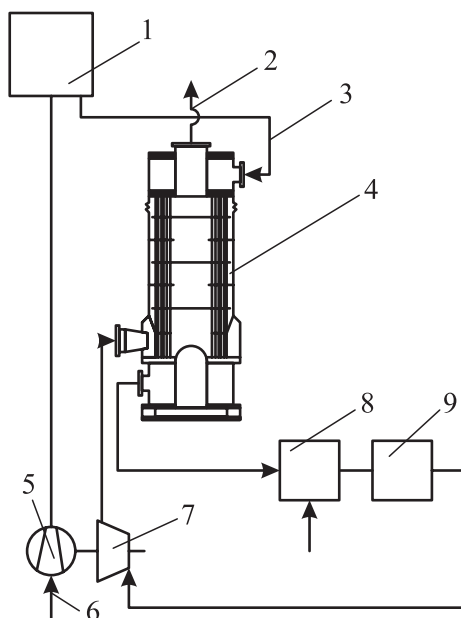
Bu gurluşyň esasy artykmaçlyk taraplary şu aşakylardan, ýagny:

a) gurnamaklygyň (montažyň) çylşyrymly däldigi we gurnamaklyga az wagtyň sarp edilýändigini;

b) hyzmat etmeglige bolan talaplaryň köp we göwrümlü däldigi sebäpli, ulanylyşynyň ygtybarlydygundan ybaratdyr.

Ýylylyk çalşyjy enjamlaryň täze gurnamasynyň ýene-de bir görnüşi, rekupe-ratiw ýylylyk çalşyjy enjam bolup durýar. Bu enjam azot kislotasy önümçiliginiň

gurluşlarynda gaz turbinasyndan soň gurnalan bolup, gaz turbinasyndan çykýan önümleri sowatmak we şol bir wagtda absorbsiýadan gelýän ahyrky gazy gyzdyrmak üçin niýetlenendir (4.56-njy, 4.57-nji suratlar). Ahyrky gazyň ýylylyk çalşyja girýän ýeriniň bölegi we turba toplumu, azot kislotasynyň damjalaryndan goramak üçin poslama durnukly materialdan ýasalandyr. Şeýle-de, ýylylyk çalşyjynyň bu gurnamasy basyşyň ýitgisini azaltmak talaplaryny kanagatlandyrýar we degişli gurluş materialynyň saýlanyp alynmagyň netijesinde 560°C-e çenli şertlerde işläp bilýär.

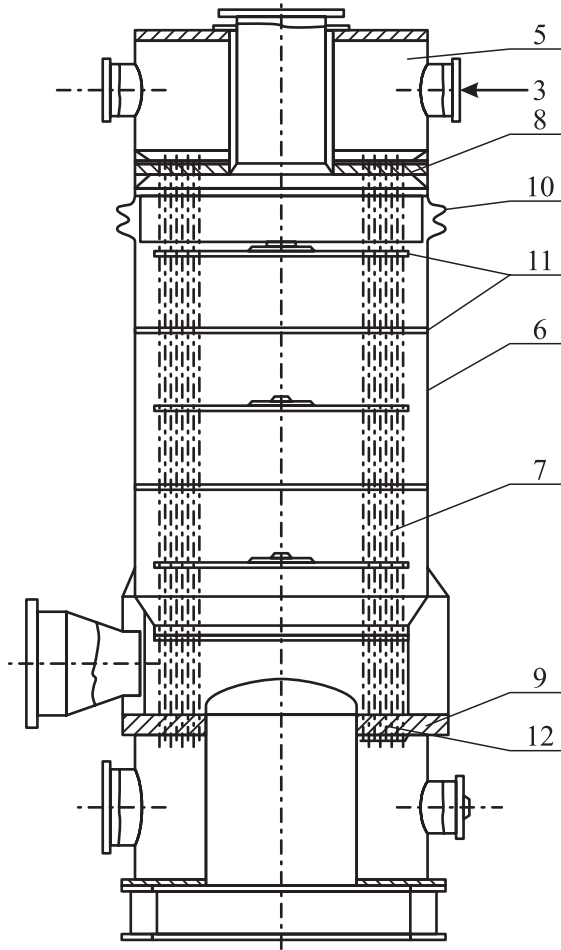


4.56-njy surat. Rekuperatiw ýylylyk çalşyjy gaz turbinasynyň shemasy:

- 1 – azot kislotasy önümçiliginiň gurnamasy (gurluşy);
- 2 – işlenen gazlaryň turbasy; 3 – absorbsiýadan gelýän ahyrky gaz;
- 4 – rekuperatiw ýylylyk çalşyjy; 5 – kompressor;
- 6 – howa; 7 – gaz turbinasy; 8 – ýaş kamerasy;
- 9 – katalitik reaktor

Örän ýokary ýygylýklaryň (ÖÝG) çäklerinde (diapazonynda), ýylylyk energiýasynyň çeşmesi hökmünde elektromagnet meýdanynyň şöhlenemesiniň energiýasyny ulanmaklyk has netijeli bolup durýar.

ÖÝG-de gyzdyrma, ýylylygyň içki çeşmesi diýip atlandyrylýan proseslere degişli bolup durýar, muňa bolsa gyzdyrmagyň obýektine çümýän ÖÝG-li tolkun degişli bolup durýar. Elektromagnet yrgyldylaryň energiýasy, önümiň gönümel içinde ýylylyk energiýasyna öwrülýär.



4.57-nji surat. Rekuperatiw ýylylyk çalşyjy:

- 1 – gaz turbinasyndan gelýän ýanyjy önümleriň girimi; 2 – ýanyjy önümleriň çykymy;
 3 – ahyrky gazyň girimi; 4 – ahyrky gazyň çykymy; 5 – poslamaýan polatdan ýasalan kamera;
 6 – gabara; 7 – turba toplumy; 8,9 – ýokarky we aşaky turba gözenekleri;
 10 – kompensator (sazlaýjy); 11 – germewler; 12 – poslamaýan polatdan ýasalan gorag örtügi

Bu bolsa gyzdyrmagyň ýokary tizligini üpjün edýär, prosesi inersiýasyz dolandyrmaga mümkinçilik berýär, önümiň üst gatlagyna zeper ýetmek howpuny aradan aýyrýar. ÖÝG-ly gyzdyrmagy dürli önümleriň, şonuň ýaly-da biologik önümleriň doňlugyny eretmekde ulanmak mümkinçiligi ýokary bolup durýandyr. Geçirilen barlaglaryň netijesinde, ÖÝG-de energiýanyň berilmegi, doňdurylan önümiň tutuş göwrümi boýunça temperaturanyň deňölçeqli paýlanylmagy üpjün edilýär.

V BÖLÜM

MASSA ÇALYŞMA PROSELERI WE ENJAMLARY.

MASSA ÇALYŞMANYŇ NAZARYÝETI

5.1. Massa çalyşma barada umumy maglumat

Kesgitlenen işçi şertlerde diffuziýa ýoly bilen maddanyň bir fazadan başga bir faza geçmegine massa çalyşma prosesi diýilýär. Diffuziýa [lat. diffusio-ýaýramak, akyp gitmek, ýaýrap gitmek manyny berýär], ýagny haýsy hem bolsa bir gurşawda berlen maddanyň konsentrasiýasynyň peselmegine tarap ugrukdyrylmagydyr. Bu prosese rektifikasiýa, absorbsiýa, desorbsiýa, ekstraksiýa we guratma degişlidir. Bu prosesleriň geçýän enjamlaryna bolsa massa çalyşygy enjamlar diýilýär. Bu enjamlar himiýa önümçiliginde, nebit-himiýasynda we önümçiligiň garyşyk pudaklarynda enjamlaryň köp bölegini düzýärler.

Massa çalyşma prosesleri enjam ýagdaýy we fazalaryň özara täsir ediş häsiýeti boýunça toparlara bölünýär. Prosesleriň iki topary tapawutlandyrylýar. Birinji – fazalaryň gönümel galtaşmagynda, maddalaryny çalyşýan topar, bu hem öz gezeğinde iki toparça bölünýär: 1 – fazalaryň bölünme serhedi üýtgemeyän prosesler (bularyň galtaşma üsti kesgitlenen däldir); 2 – fazalaryň bölünme serhedi kesgitlenen prosesler.

Birinji toparçanyň prosesleriniň degişli ulgamlary:

Suwuklyk – Bug; bu ýerde massa çalyşma gaýnama kondensasiýada fazadan-faza dürli depginlilikli birnäçe düzümleriň geçirilmegine esaslanandyr; muňa distillýasiýa we rektifikasiýa degişlidir.

Suwuklyk – Gaz; bu ýerde massa çalyşma suwuk erediji tarapyndan gaz garyndysyndaky bir ýa-da birnäçe komponentleriň eredilmegine esaslanandyr; muňa absorbsiýa we absorbsiýa ters bolýan prosese – desorbsiýa degişlidir.

Suwuklyk – Suwuklyk; bu ýerde massa çalyşma suwuk fazanyň aýratyn düzümleriniň beýleki suwuklykda eremeginiň esasynda geçýändir, ýöne ereýän komponent doly derejede garyşmaly däldir; muňa suwuklykly ekstraksiýa degişlidir.

Ikinji toparçanyň prosesleriniň degişli ulgamlary:

Suwuklyk – Gaty madda; bu ýerde gaty maddalaryň ýa-da olaryň düzümleriniň eremegidir; muňa eremek, aşgarlamak degişlidir.

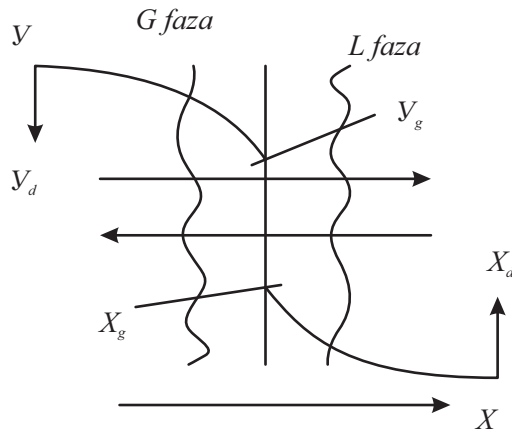
Gaz – Gaty madda we Suwuklyk; bu ýerde gaty ýa-da suwuk çygly materiallardan bugartmak ýoly bilen çyglylygy aýyrmakdyr; muňa guratmak degişlidir. Bu prosede çygly gaty materialyň düzümindäki çyglylyk bugly ýa-da gazly faza geçýändir.

Bulardan başga-da, ikinji toparça fazalary gönümel galtaşman geçýän massa geçirme prosesleri hem degişlidir. Häzirki wagtda şeýle prosese ýeke-täk kabul edilen tehnologik proses – membranaly proses degişlidir. Onuň manysy şundan

ybarat, ýagny dürli tizlikdäki düzümler fazadan-faza ýarymgeçiriji membrananyň üsti bilen geçirilýändir.

Massa geçirmek – bu düzümleriň deňagramlylyk ýagdaýyna tarap ugrukdyrylmagynda komponentleriň bir fazadan beýleki faza geçmegidir.

Geçirmek bir fazanyň çäginde geçýän bolsa, onda oňa massa bermek diýilýär. Massa çalyşmada azyndan üç madda gatnaşýandyr: olaryň biri, birinji fazany düzýär – G , beýlekisi, ikinji fazany – L , üçünji bolsa, birinji bilen ikinjiniň arasynda paýlanylýan maddadyr – M (5.1-nji surat).



5.1-nji surat. Fazalaryň arasynda massa çalyşmagyň shemasy

Paýlanylýan madda ilki başda diňe G fazada ýerleşýär we onuň Y konsentrasiýasy bar diýip, göz öňüne getireliň. Başlangyç pursatda L fazada paýlanylýan madda ýokdur, ýagny bu fazada onuň konsentrasiýasy $X = 0$. Eger-de G we L fazalary biri-biri bilen galtaşdyrylsa, onda paýlanylýan madda G fazadan L faza geçip başlar we M maddanyň L fazada ýüze çykmagy bolup, soňra bolsa onuň yzyna L fazadan, G faza geçmegi başlanar.

Wagtyň geçmegi bilen, maddanyň geçiş tizlikleri deňleşer we deňagramlylyk ýagdaýyna geler. Bu ýagdaýda paýlanylýan maddanyň konsentrasionalarynyň arasynda iki fazada-da kesgitli baglanyşyk guralýar, ýagny L fazada bu maddanyň islendik X konsentrasiýasy onuň G fazadaky deňagramlylyk konsentrasiýasyna y_d gabat gelýändir, has takygy $y_d = f(x)$.

Hakyky we deňagramlylyk konsentrasiýalaryň arasyndaky tapawut, massa çalyşma prosesleriniň hereket edýän güýjüdür:

a) G fazada paýlanylýan düzümiň konsentrasiýasynyň üsti bilen geçýän massa çalyşmanyň hereket edýän güýji: $\Delta y = y - y_d$;

b) L fazada paýlanylýan komponentiň konsentrasiýasynyň üsti bilen geçýän massa çalyşmanyň hereket edýän güýji: $\Delta x = x - x_d$.

Massa çalyşma proseslerinde hereket edýän güýji a) ýa-da b) görnüşleriň biri bilen hasaplamak mümkindir.

5.2. Massa çalyşma geçişiniň material balansy

Paýlanylýan maddanyň konsentrasiýasy y_b -den y_{ah} -e çenli üýtgeýän (massa paýynda) G fazanyň akymalarynyň (kg/s) we paýlanylýan maddasynyň konsentrasiýasy x_b -den x_{ah} -e çenli üýtgeýän (massa paýynda) L fazanyň akymalarynyň (kg/s) özara täsirleşmegi amala aşyrylýan göni akymly massa çalşyjy enjama seredeliň (5.2-nji surat). Onda material balansynyň deňlemesi bolar:

a) tutuş madda boýunça

$$G_b + L_b = G_{ah} + L_{ah}, \quad (5.1)$$

b) paýlanylýan düzüm boýunça

$$G_b \cdot y_b + L_b \cdot x_b = G_{ah} \cdot y_{ah} + L_{ah} \cdot x_{ah}. \quad (5.2)$$

Eger-de enjamyň aşaky böleginde erkin kesim geçirilse, onda şol wagtdaky konsentrasiýalar y we x deň bolarlar, onda material balans tutuş madda we paýlanylýan komponent boýunça bolar:

$$G_b + L_b = G + L_{ah}, \quad (5.3)$$

$$G_b \cdot y_b + L_x = G_y + L_{ah} \cdot x_{ah}. \quad (5.4)$$

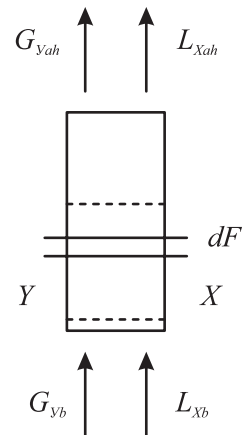
Bu deňlemäni y odnositellikde çözüp, alarys:

$$y = \frac{L}{G} \cdot x + \frac{G_b \cdot y_b - L_{ah} \cdot x_{ah}}{G}, \quad (5.5)$$

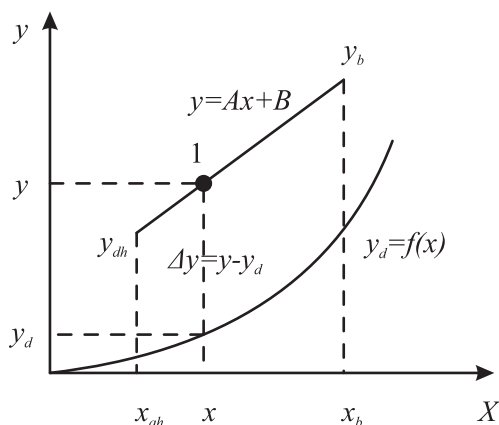
(5.5) – deňleme işçi konsentrasiýalaryň arabaglaňnyşygyny aňladýandyr we oňa prosesiniň işçi çyzygy (liniýasy) diýilýändir.

Eger-de massa çalyşma prosesiniň deňagramlylyk y_d çyzygyny we işçi çyzygyny bileleikde gurulsa, onda Y - X koordinatalarda onuň ugruny kesgitlemek bolar (5.3-nji surat).

Eger-de işçi çyzyk deňagramlylyk çyzygyndan ýokarda ýerleşýän bolsa, mysal üçin absorbsiýada (5.3-nji surat), onda erkin alnan 1 nokatda $y > y_d$ we $x < x_d$ konsentrasiýalar ýerleşýändirler. Bu ýagdaýda deňagramlylyk konsentrasiýalara ymtylmak bilen y peseler, x bolsa maddanyň geçme prosesinde ulalar, ýagny paýlanylýan düzüm G fazadan L faza geçer.



5.2-nji surat.
Massa çalşyjy enjamyň material deňagramlylygynyň shemasy



5.3-nji surat. X – Y diagrammada işçi we deňagramlylyk çyzyklarynyň şekillendirilişi

Eger-de işçi çyzyk deňagramlylyk çyzygyndan aşakda ýerleşýän bolsa, mysal üçin, rektifikasiýada, onda işçi çyzygyň islendik nokady üçin $y < y_d$ we $x > x_d$ bolar. Bu ýagdaýda paýlanylýan düzüm y_d we x_d deňagramlylyklara ymytlamak bilen,

L fazadan G fazany geçmegiň esasy deňlemesi. Massa geçirmeklik çylşyrymly proses bolmak bilen, öz içine bir fazanyň çäginde maddanyň geçmegini, bölünme üsti bilen geçmegi we beýleki fazanyň çäginde geçmegi alýandyр, ýagny:

$$M = K\Delta CS, \quad (5.6)$$

bu ýerde: M – wagt birliginiň dowamynda bir fazadan beýleki faza geçen maddanyň umumy möçberi; K – galtaşýan fazalaryň ähli S üstleri üçin massa geçirmegiň koeffisiýenti. (5.6) baglanyşyga massa geçirmegiň esasy deňlemesi diýilýändir.

Massa geçirmegiň koeffisiýenti K – bu hereket edýän güýjüň bire deň ýagdaýynda fazalaryň galtaşma üst meýdanynyň birliginiň üsti bilen wagt birliginde bir fazadan beýleki faza maddanyň näçe mukdarynyň geçýändigini görkezýän koeffisiýentdir.

Massa geçirmek ýagdaýyny hasaplamagyň çylşyrymlylygy şundan ybaratdyр, ýagny fazalaryň konsentراسiýalaryny olaryň göümel bölünme serhedinde ölçemek, usulyýet tarapdan mümkin däldir. Muny göz öňünde tutmak bilen, massa geçirmegiň esasy deňlemesini iki sany deň derejeli deňlemelerde aňladýarlar:

$$\left\{ \begin{array}{l} M = K_y \cdot S(y - y_d) \\ M = K_x \cdot S(x_d - x) \end{array} \right\}, \quad (5.7)$$

bu ýerde: K_y we K_x – bular G we L fazalaryň konsentراسiýalarynyň üsti bilen aňladylan massa geçirmegiň koeffisiýentleridir.

Bu deňlemeleriň kömegi bilen, adatça fazalaryň galtaşma meýdany (S) tapylýar we onuň üsti bilen bolsa, enjamyň esasy ölçegleri hasaplanylýar. Bu ýagdaýda M ululyk başlangyç berlenlerde berilýär ýa-da material balans boýunça kesgitlenilýär. Massa geçirmegiň koeffisiýentleri K_y we K_x ýörite usulyýet boýunça hasaplanylýandyr.

5.3. Absorbsiýa prosesiniň fiziki esaslary

Absorbsiýa – bu gazly ýa-da bugly garyndylaryň düzüminden suwuk siňdiriji (*absorbent*) tarapyndan gazlaryň ýa-da buglaryň siňdirilmegidir. Ters prosese – absorbentiň düzüminden erän gazlary bölmeklige *desorbsiýa* diýilýär.

Absorbsiýa prosesini amala aşyrmagyň mümkinçiligi, gazlaryň suwuklyklarda ereýjiligi esasanlygyndyr. Absorbsiýa prosesi saýlaýjy (saýlama) we gaýtalanýan (öwrülip bilýän) proses bolýandygy sebäpli, ony diňe bir suwuklyklarda gazlaryň erginlerini almak maksadyndan başga-da, gazly ýa-da bugly garyndylary bölmekde hem ulanmak mümkinçiligi bardyr.

Soňky ýagdaýda gazly ýa-da bugly garyndylaryň biriniň ýa-da birnäçesiniň düzümleriniň saýlama absorbsiýasyndan soň desorbsiýa geçirilýändir, ýagny bu düzümiň suwuklykdan bölünip aýrylmagy amala aşyrylýar. Regenerirlenen absorbent ýene-de täzeden absorbsiýa gaýtarylyp berilýär. Absorbsiýanyň fiziki we hemosorbsiýa görnüşini tapawutlandyrylýandyr. Fiziki absorbsiýada gazyň eremeği, himiki reaksiýa bilen alyp barylmaýar. Hemosorbsiýada bolsa absorbirlenýän komponent suwuk fazada himiki reaksiýa girýändir.

Absorbsiýa prosesiniň tehnikada ulanylýan ýerlerine mysal edip, nebiti gaýtadan işläp çykarýan gurluşlarda uglewodorod gazlarynyň bölünmegini, mineral kislotalaryň, ammiak suwunyň alnysyny, gymmat önümleri tutmak maksady bilen galyndy (işlenen) gazlary arassalamagy ýa-da zyňyndy gazlary zyýansyzlandyrmagy we beýlekileri görkezip bolar.

Absorbsiýa prosesi adatça, ýylylyk prosesleri bilen geçýär. Bu ýagdaýda köplenç, ýylylygyň bölünmegi synlanylýandyr. Prosesiň fiziki manysy gazlaryň suwuklykda eremegidir. Gazyň ereýjiligi bilen parsial basyşyň arasyndaky baglanyşyk Genriniň kanuny bilen aňladylýandyr we muňa baglylykda, gazyň berlen temperaturada ereýjiligi suwuklygyň üstündäki gazyň parsial basyşyna göni proporsionaldyr:

$$X = p \cdot \psi. \quad (5.8)$$

Bu ýerde:

X – erän gazyň möçberi, mol/m³;

ψ – absorbentiň häsiýetine we temperatura bagly proporsionallyk koeffisiýenti;

p – absorbentiň (siňdirilýän gazyň) parsial basyşy, Pa.

Daltonyň kanunyna baglylykda, gaz garyndysynyň haýsy hem bolsa bir komponentiniň parsial basyşyny deňleme bilen aňladyp bolýandyr:

$$p = y \cdot p_{um}, \quad (5.9)$$

bu ýerde: y – gaz garyndysyndaky seredilýän düzümiň (absorbtiwiň) paýy; p_{um} – gaz garyndysynyň umumy basyşy, Pa.

(5.8) we (5.9) aňlatmalardan gelip çykýar:

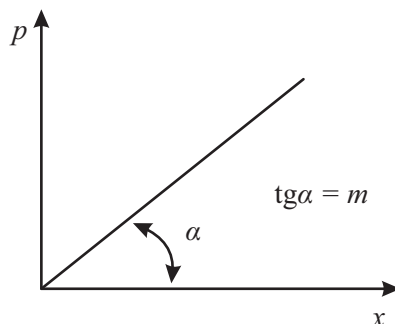
$$y = x/\psi \cdot p_{um}. \quad (5.10)$$

$1/\psi \cdot p_{um}$ – gatnaşygy H bilen belgiläp, fazaly deňagramlylygyň deňlemesini alarys:

$$y = H \cdot x, \quad (5.11)$$

bu ýerde H – fazaly deňagramlylygyň konstantasy.

(5.11) deňleme gaz garyndysyndaky berlen düzümiň konsentrasiýasynyň we onuň bilen deňagramly suwuklygyň arasyndaky baglanyşygyň m deň bolan tangens ýapgytlyk burçy bilen koordinatalar oklarynyň başlangyjyndan geçýän göni çyzyk bilen aňladylýandygyny görkezýändir (5.4-nji surat).



5.4-nji surat. Absorbsiýa prosesiniň deňagramlylyk çyzygy

Şeýlelikde, basyşyň ýokarlanmagy we temperaturanyň peselmegi bilen gazly suwuklykda erejiligi ulalýandyr.

5.4. Absorberleriň gurnamasy

Massa çalşygy enjamlaryň gurnamalary örän köpdürlü bolmak bilen, olaryň oturtmaly (nasadkaly), «tarelkaly» we plýonkaly görnüşleri bellidir. Öndürilýän enjamlaryň 60% «tarelkaly» massa çalşygy enjamlar, galanyny bolsa oturtmaly sütünler tutýar. Ýasamasy çylşyrymly we bahasynyň ýokary bolýandygy sebäpli, plýonkaly enjamlar önümçilikde az ulanylýar. Absorbsiýa prosesini geçirmek üçin has giňden ýaýran enjamlaryň biri hem oturtmaly sütündir.

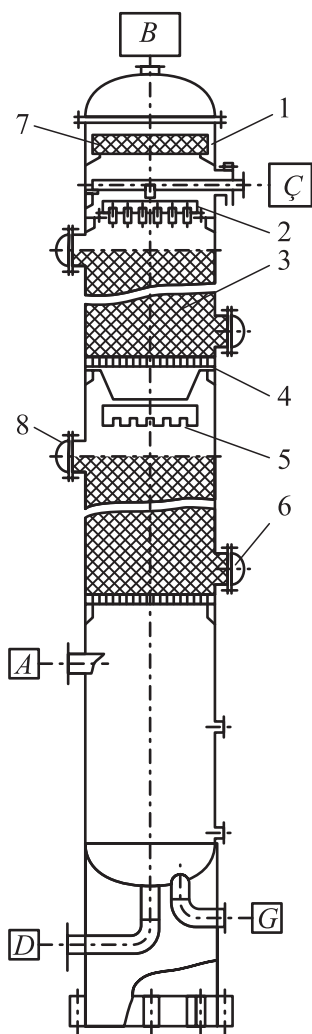
Oturtmaly (nasadkaly) massa çalşygy enjamlar. Nasadkaly sütünleriň dia metrleri 4000 mm-den geçmeýär. Uly diametrdäki sütünlerde enjamyň kesimi boýunça gaz we suwuk önümleri deňölçegli paýlamak üpjünçiliginiň çylşyrymly bolýandygy sebäpli, ýokary netijeliligi gazanmak kyn bolup durýar. Ýöne nasadkaly enjamlaryň aýratyn gurnamalarynyň diametriniň 12 m-e ýetýänleri hem bardyr. Nasadkaly sütüniň gabara (1) (5.5-nji surat) bütewi kebşirlenen ýa-da aýratyn silindrlerden ýasalýandyr.

Enjamyň gabarasynyň gapagy kebşirlenip ýa-da sökülýän flanesli edilip birleşdirilýär. Nasadkaly enjamlar çyglandyrylma örän duýgur bolýarlar, şol sebäpli, nasadkany çyglandyrmak üçin berilýän suwuklyk, paýlaýjy «tarelkanyň» (2) üsti bilen berilýär. Nasadkany (3) enjamyň beýikligi boýunça birnäçe gatlar bölýärler we direg gözeneklerinde (4) ýerleşdirýärler. Nasadkany ýüklemek we düşürmek üçin her gatyň ýokarsynda we aşagynda gapaklar (6, 8) ýerleşdirilýär. Gazyň uly ýüklenmesinde we basyşlaryň aratapawudy 400÷700 Pa bolsa, nasadkanyň her 1 m beýikliginiň ýokarsyndan, nasadkanyň gaz akymy bilen äkidilmezligini üpjün etmek üçin, nasadkanyň her gatyna saklaýjy gözenekler goýulýar. Sütüniň ýokarky böleginde bug (gaz) akymynyň düzüminden suwuklyk damjalaryny saklamak üçin serpikdiriji gurluş (7) ýerleşdirilýär.

Nasadkaly sütünde gaz we suwuklyk akymlyary garşylyklaýyn hereket edýärler. Gaz sütüniň aşaky böleginden A ştuserden berilýär, B ştuserden bolsa çykýar, çyglandyryjy suwuklyk enjamyň ýokarky böleginden Ç ştuserden berilýär, G we D ştuserlerden çykýar.

Nasadkalaryň we aşakdan ýokaryk hereket edýän gaz akymynyň garşylygynyň netijesinde, ýokardan aşaklygyna akýan suwuklyk akymynyň, enjamyň diwaryna tarap zyňylmagy bolup geçýär we onuň netijesinde aşaky gatdaky nasadkanyň merkezi bölegi çyglanman galýar.

Bu prosesi aradan aýyrmak üçin, nasadkanyň her gatyndan soň täzedden ýygnap paýlaýjy «tarelkalar» (5) ýerleşdirilýär. Bu «tarelkalar» enjamyň diwaryna tarap zyňylan suwuklygy ýygnap, enjamyň kesimi boýunça täzedden paýlaýarlar.



5.5-nji surat. Nasadkaly sütün:

- 1 – gabara; 2 – paýlaýjy «tarelka»; 3 – nasadka gatlagy; 4 – direg gözenegi; 5 – täzedden ýygnap paýlaýjy «tarelka»; 6 – nasadkany düşürmek üçin gapak; 7 – serpikdiriji; 8 – nasadkany ýüklemek üçin gapak

5.4.1. Suwuklygy we gazy (bugy) paýlamak üçin niýetlenen gurluşlar

Nasadkaly sütüniň netijeli işlemeginiň esasy şerti, nasadka gatlagynyň tutuşlaýyn çyglandyrylmagy we suwuk hem-de bug-gaz garyndynyň enjamyň kesimi boýunça deň derejede paýlanylmagy bolup durýar. Bulardan başga-da, nasadkaly sütüniň çyglandyrylmagy, hökmany ýeterlik derejede bolmalydyr, şonuň üçin hem nasadkaly sütünlerde iň pes dykzlygyň çyglandyrylmasy (q_{\min}) diýen düşünje girizilýär. Bu görkeziji nasadkalaryň köp bölekleri üçin şeýleräk bolýar: $q_{\min} = (10...12 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag}))$.

Eger-de iş şertlerine baglylykda q_{\min} -ny üpjün edip bolmaýan bolsa, onda suwuklygy täzeden (resirkulýasiýa edip) işlemeli bolýar, ýagny suwuklygyň belli bir bölegini sütüne gaýtaryp bermeli bolýar.

Başga bir tarapdan, nasadkaly sütüni çyglandyrmak üçin berilýän suwuklyk artykmaç hem bolmaly däldir. Sebäbi bu ýagdaý sütüniň «gark» bolmagyna eltýär, onuň gidrawlik garşylygyny ýokarlandyrýar we massa çalyşmanyň hilini ýaramazlaşdyrýar. Adatça,

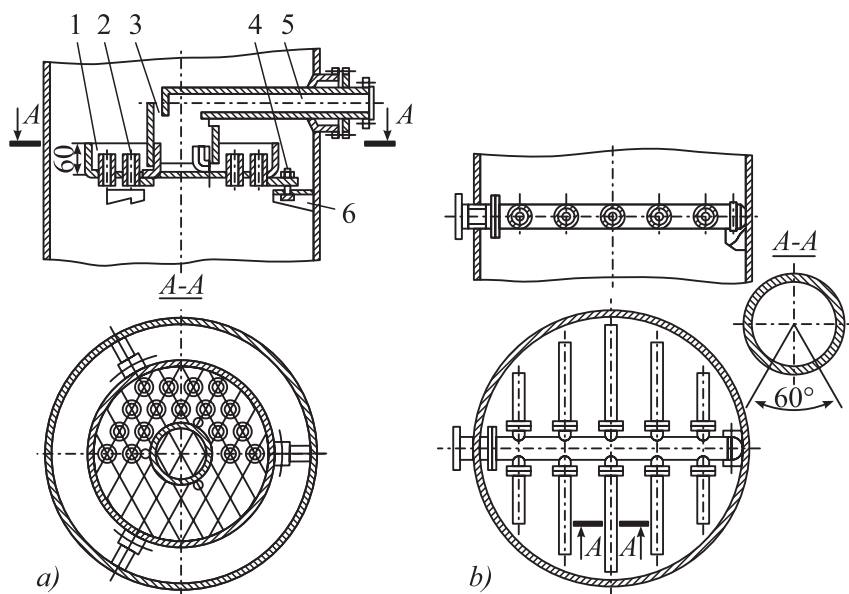
$$q_{\max} = \pi (4 \div 6) \cdot q_{\min}, \quad (5.12)$$

aralykda bolmalydyr.

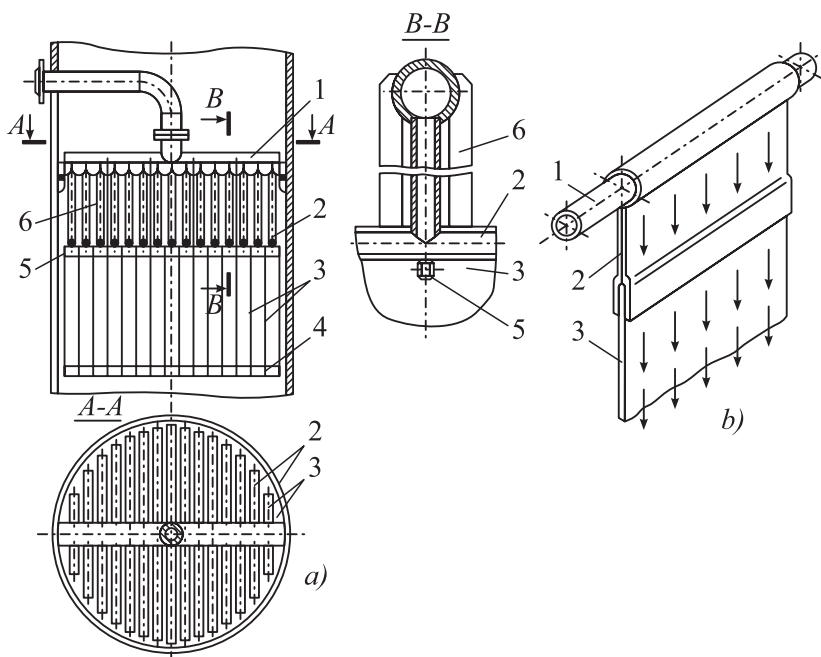
Nasadkaly sütünlerde suwuklygy paýlamak üçin paýlaýjy enjamlaryň esasy şu görnüşleri ulanylýar: paýlaýjy «tarelkalar», ternawlar, kollektorlar, serpikdirijiler, merkezden daşlaşýan pytradyjylar we forsunkalar. Paýlaýjy «tarelkany» (5.6-njy a surat) diametri 0,4÷2,8 m bolan we içine sazlanmaýan nasadka (Raşigiň halkalary) guýulýan sütünlerde ulanmak teklipe edilýär. «Tarelka» sütüniň sütüniň diregler (6) bilen berkidilýär we disk görnüşinde bolup, sütüniň diametriniň 60÷70%-ni tutýar. «Tarelkada» suwuklygyň çogup agmagy üçin niýetlenen turbalar (2) bolýar.

Turbalaryň diametri sütüniň diametrine baglylykda 32÷57 mm aralykda bolýar, olaryň sany 12-den 330-a çenli bolup bilýär. Suwuklyk sütün ştuserden (5) berilýär. Turbalarda dik kesimler ýerine ýetirilýär, bu kesimler boýunça suwuklyk «tarelkadan» agýar. Bu gurnama «tarelkanyň» käbir kese gyşarmalaryna duýgur bolmaýar. «Tarelkanyň» merkezinde suwuklygyň dökülmegi üçin stakan (3) ýerleşdirilýär. Bu stakana ştuserden (5) çyglandyryjy suwuklyk berilýär. «Tarelkanyň» dogry oturdylmagyny sazlamak üçin wintler (4) hyzmat edýär. Surata baglylykda sütüniň gyalary çyglanmaýar, ýöne nasadka gatlagynyň üstünden suwuklygyň akyp geçmegi netijesinde, sütüniň gyalary suwuklyk bilen doldurylýandyr.

Suwuklygy paýlamak üçin, köplenç, paýlaýjy kollektor ulanylýar (5.6-njy b surat). Kollektor sütündäki nasadka gatlagynyň ýokarsyndan 1 m beýiklikde ýerleşdirilýär. Bu gurnama sazlanmaýan nasadkany çyglandyrmak üçin niýetlenendir. Sazlanýan nasadkalar üçin hem kollektorly çyglandyryjylaryň käbir görnüşi giňden ulanylýandyr.



5.6-njy surat. Suwuklygy we gazy (bugy) paýlaýjy gurluşlar:
*a – paýlaýjy «tarelka»; b – paýlaýjy kollektor. 1 – turbulizirleýji elementli nasadka;
 2 – turbalar; 3 – stakan; 4 – wint; 5 – suwuklygyň berilýän ştuseri*

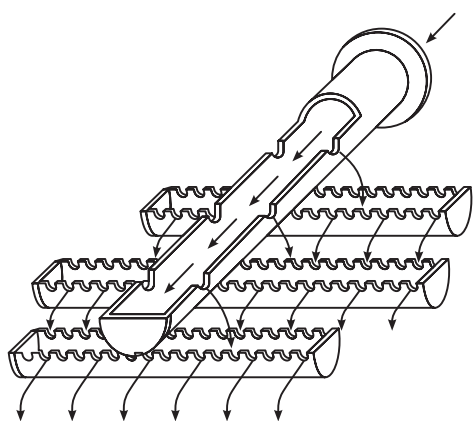


5.7-nji surat. Suwuklygy we gazy (bugy) paýlaýjy gurluşlar:
*a – plastina görnüşli kollektor: 1 – kollektor; 2 – çyglandyryjy turbajyk; 3 – paýlaýjy plastinalar;
 4 – berklik plastinasy; 5 – balka; 6 – ramalar. b – paýlaýjysy mata materialdan bolan kollektor: 1 –
 paýlaýjy turbajyk; 2 – mata materialdan örtük; 3 – paýlaýjy plastina*

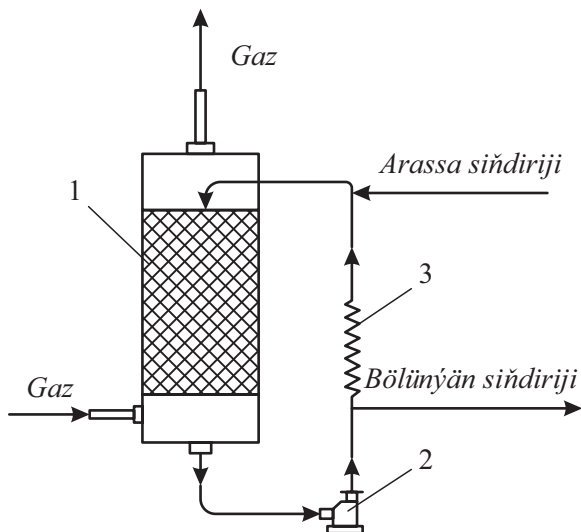
Olaryň görnüşleri 5.7-nji a we b suratlarda görkezilendir. Plastina görnüşli kollektorda (5.7-nji a surat) suwuklyk, kollektordan (1), ötükleriniň diametri 3 mm bolan çyglyndyryjy turbajyklara (2) berilýär. Turbajyklar paýlaýjy plastinalaryň (3) aralyklarynda ýerleşdirilýär.

Turbajyklardan çykýan suwuklyk aýratyn çüwdürimler görnüşinde plastina baryp urulýarlar, plastinalaryň ýüzünde deňölçegli gabygy emele getirýärler. Paýlaýjynyň aşagynda berklik plastinasy (4) ýerleşdirilýär. Paýlaýjy gönümel nasadkanyň paketine oturdylýar. Bu gurnamadaky paýlaýjy garyndyly suwuklyklarda hem işläp bilýär. Gurnamanyň berkligi ramalar (6) we balka (5) bilen üpjün edilýär.

Paýlaýjysy mata materialyndan bolan kollektorda (5.7-nji b surat) aşagynda yş bar bolan paýlaýjy turbajyklar (1), paýlaýjy plastinalaryň (3) ýokarsynda ýerleşdirilýär. Her turbajygyň daşy mata (2) bilen dolanýar. Turbajyklaryň ötüklerinden çykýan suwuklyk, matanyň gözeneklerinden geçýär. Matalaryň uçlary plastinalaryň iki tarapy boýunça birikdirilýär we olardan gelýän suwuklyk, plýonka görnüşinde plastinanyň ýüzi bilen aşaklygyna akýar. Bu gurnama diňe arassa suwuklyklar üçin niýetlenendir.



5.8-nji surat. Ternaw görnüşli çyglyndyryjy



5.9-njy surat. Siňdiriji gaýtadan yzyna dolandyrylýan shema:

1 – absorber; 2 – sorujy; 3 – sowadyjy

Önümçilikde ýeterlik derejede giňden ýaýran palaýjy gurluşyň biri hem, ternaw görnüşli çyglyndyryjydyr (5.8-nji surat). Bu çyglyndyryjylar nasadka gatlagynyň 1,2÷1,4 m ýokarsynda ýerleşdirilýär we sazlanmaýan nasadkalary çyglyndyrmak üçin niýetlenilýär. Bu gurnama gapdallary kesilen, birnäçe ternawlaryň kese oturdylan toplumyndan ybaratdyr. Ternawlaryň biri (esasysy) beýlekileriň ýokarsynda ýerleşdirilýär. Esasy ternaw boýunça gelýän suwuklyk onuň kesimleri boýunça aşaky ternawlara geçýär we olardan hem kesimler boýunça çykyp, nasadka-

nyň gatlagyny çyglandyrýar. Bu çyglandyryjylaryň gurnamasy ýönekeýdir, ýöne olaryň ygtybarly işlemegi üçin, olary ýasamak we ýerleşdirmek ýokary takyklygy talap edýär.

Bulardan başga-da, nasadkaly sütünleri çyglandyrmak üçin, forsunka görnüşindäki pürkujileri, aýlanýan çyglandyryjylary we beýlekileri ulanmak bolýar.

5.5. Absorbsion gurluşlaryň shemalary

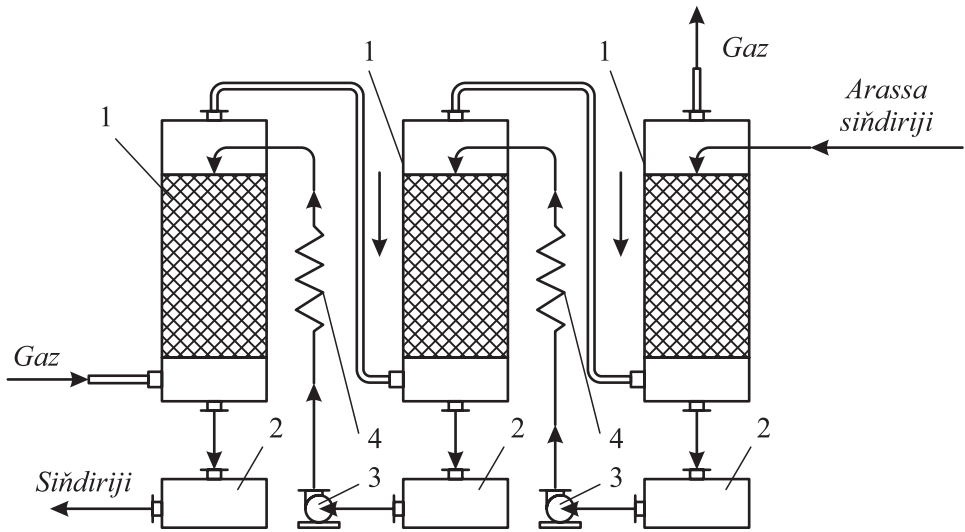
Siňdirijisi gaýtadan yzyna dolandyrylýan shema (resirkulýasiýa) (5.9-njy surat). Bu shemada absorberden (1) çykýan suwuklyk sorujy (2) bilen sorulyp, sowadyjynyň (3) üsti bilen täzedan absorbere gaýtarylyp berilýär. Absorberden çykýan suwuklygyň bir bölegi ulgamdan bölünip aýrylýär, onuň ýerine şol bölünen möçberde arassa siňdiriji berilýär.

Absorbere berilýän arassa siňdiriji absorberden çykyp, gaýtadan berilýän doýgun siňdiriji bilen (absorberde özüne siňdirilen komponent bilen doýgunlaşan) garyşýar. Şeýlelikde, absorbere berilýän suwuklygyň düzüminde siňdirilmeli komponentiň mukdary köpdür, muňa baglylykda, massa geçirme prosesiniň hereket edýän güýji peselýändir we gaz garyndysynyň düzüminden siňdirilmeli düzüminiň bölünip alynmagy ýaramazlaşýandyr. Ýöne bu prosesniň artykmaçlyk taraplary hem bardyr, ýagny çyglandyrmagyň dykyzlygy ýokarlanýar we aýratyn oturdylýan sowadyjyda ýylylygy aýyrmagy amala aşyryp bolýandyr.

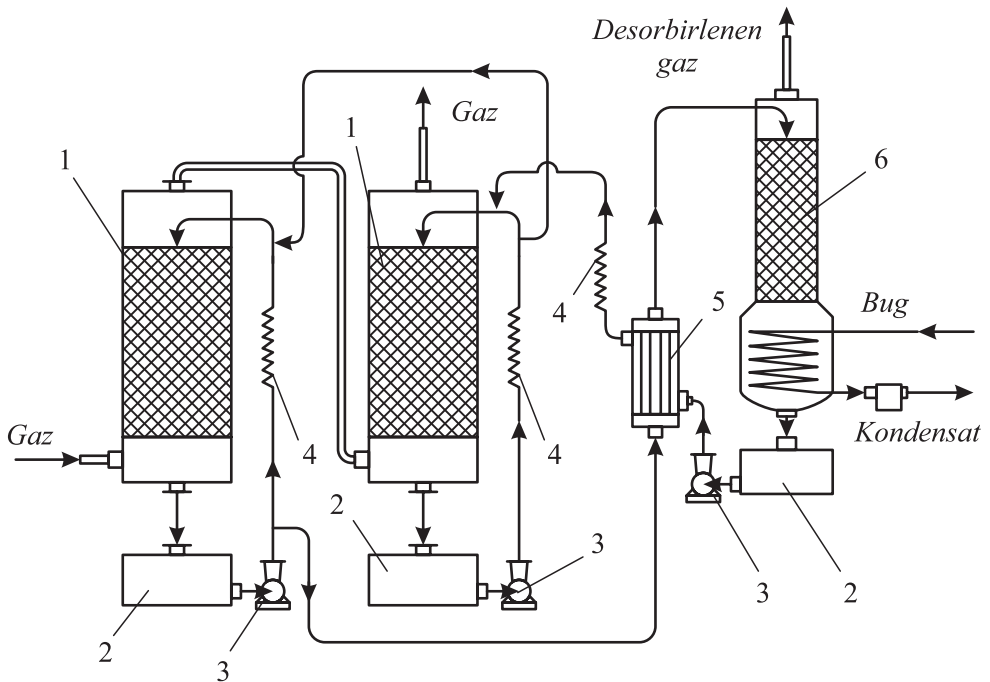
Absorberleri yzygider birleşdirilýän shema (5.10-njy surat). Bu shemada absorberler (1) biri-biri bilen garşylykly akymly birleşdirilendirler. Suwuklyk bir absorberden beýleki absorbere sorujylaryň (3) kömegi bilen geçirilýändir. Suwuklygyň ýylylygy absorberleriň aralyklarynda suwuklygyň geçirilýän kanalynda ýerleşdirilen sowadyjylarda (4) aýrylýandyr (aralyk sowatma diýilýär). Bu shema boýunça geçirilýän absorbsiýada gazyň siňdirilmegi bir absorberde amala aşyrylýandyr we ol absorberniň beýleki absorberlerden beýikligi näçe absorber birleşdirilen bolsa, şonça esse beýikdir.

Siňdirijisi her bir absorberniň ulgamynda aýlanyşyk geçýän, absorberleri yzygider birleşdirilen absorbsiýa-desorbsiýa shemasy (5.11-nji surat). Bu ýagdaýda *resirkulýasiýanyň* esasy maksady, çyglandyrmagyň dykyzlygyny ýokarlandyrmakdyr.

Bu shemada absorbsion gurluş desorbsion gurluş bilen utgaşýandyr. Komponent bilen doýgun siňdiriji absorbsion gurluşdan (1) çykyp, ýylylyk çalşyjynyň (5) üsti bilen bölüji sütün (6) berilýär. Ýylylyk çalşyjyda *desorbsiýa* berilýän suwuklyk bölüji sütünden (6) çykýan regenerirlenen (komponentden boşan (bölünen)) siňdiriji bilen gyzdyrylýar. Regenerirlenen siňdiriji ýylylyk çalşyjyny (5) geçip, sowadyjyda (4) sowadylýar we soňra absorbsion gurluşa berilýär.



5.10-njy surat. Absorberleri yzygider birleşdirilýän shema:
 1 – absorber; 2 – ýygnaýjy; 3 – sorujy; 4 – sowadyjy



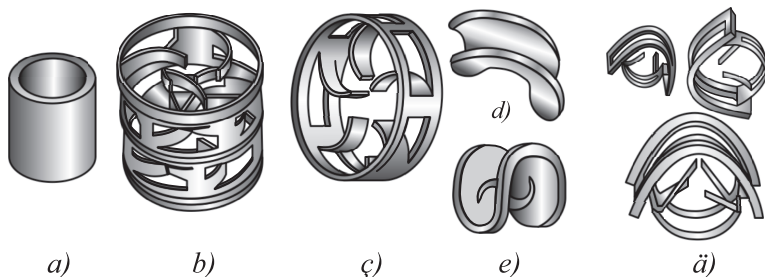
5.11-nji surat. Absorberleri yzygider birleşdirilýän shema:
 1 – absorber; 2 – ýygnaýjy; 3 – sorujy; 4 – sowadyjy; 5 – ýylylyk çalşyjy;
 6 – bölüji sütün

5.6. Nasadkalaryň niýetlenişi we görnüşleri. Türkmenistanda öndürilýän nasadka

Häzirki wagtda nasadkalaryň dürli görnüşleri ulanylýar. Bulary iki görnüşe, ýagny sazlanmaýan (guýulýan nasadka) we sazlanýan (sazlap bolýan) nasadkalara bölmek bolýar.

Sazlanmaýan nasadkany basyş astynda ýa-da çuňňur wakuumyň şertlerinde geçýän massa çalyşma proseslerinde ulanylýarlar. Bu nasadkanyň birnäçe artykmaçlyk taraplary bar, olaryň birem, nasadkany ýasamak üçin materialy saýlamak kynçylygynyň asla bolmazlygy, ýagny nasadkany metallardan, polimerlerden we keramikadan ýasamak mümkinçiliginden ybaratdyr. Polimerden we keramikadan ýasalan nasadkalary iýiji önümler işlenilende ulanmaklyk has ýerliklidir. Bulardan başga-da, bu nasadkalar öz taýýarlanylş tehnologiýasy, daşamak-äkitmek şetrleri we olary gurnama etmegiň ýagdaýlary bilen sazlanýan nasadkalardan düýpli tapawut edýärler. Gurnamasynyň görnüşleri boýunça bu nasadkany halka we eýer görnüşlere bölmek bolýar, ýöne beýleki görnüşdäki nasadkalar hem ulanylýar.

Häzirki wagtda himiýa we nebit-himiýasy önümçiliginde örän giňden ýaýran, sazlanmaýan nasadka Raşigiň halkalary we onuň görnüşleri bolup durýar. Raşigiň halkalary gymmada düşmeýär, ýöne onuň netijeliligi pesdir. Bu halkalar metaldan, farfordan, keramikadan we plastmassadan ýasalmak bilen, köpdürli ölçeglerde bolýar (diametri 5÷150 mm) (5.12-nji a surat). Kiçi ölçegdäki halkalaryň gidrawlik garşylygy täsirli bolýar, uly ölçegdäki nasadkalaryň bolsa netijeliligi pes bolýar.



5.12-nji surat. Sazlanmaýan nasadkalar:

a – diametri 5÷150 mm silindri şekilli nasadka; b – Palyň halkalary; ç – «Kaskad-mini-ring» nasadkasy; d – «Intaloks» eýerleri; e – Berliň eýerleri; ä – «Intaloks metal»

Massa çalyşmanyň täsirini ýokarlandyrmak üçin, halka görnüşli nasadkalary iç ýüzünden germewli edýärler.

Germaniýada ölçegleri 50×50 mm bolan, poslama durnukly polatdan bolan, Palyň halkalary diýip atlandyrylýan halka görnüşli nasadkalar öndürilýär (5.12-nji b surat). Silindri şekilli nasadkanyň iç ýüzünde, ini 10 mm bolan, ştamplanyp ýasalan we iç ýüzüne egredilen ýaprajyklary ýerleşdirilýär. Nasadkanyň mehaniki berkligini halkalaýyn gasyňlar üpjün edýärler, şonuň ýaly-da olar suwuklygy täzedan ýygnaýan paýlamak üçin niýetlenilýär.

Palyň halkalarynyň ýene-de bir görnüşi, ABŞ-da taýýarlanylýan «Hay-pak» nasadkasy bolup durýar. Bu nasadkanyň tapawudy, onuň ýaprajyklarynyň sanynyň köplügi we ýaprajyklaryň ýerleşdirilişiniň üýtgeşikligi bolup durýar. Bu nasadkalara «Kaskad-mini-ring» nasadkasy hem degişlidir (5.12-nji ç surat).

Russiyada ölçegleri 50×50 mm bolan polipropilenden bolan we ölçegleri 25×25 mm hem-de 35×35 mm bolan metaldan ýasalan Raşiginiň we Palyň halkalary öndürilýär.

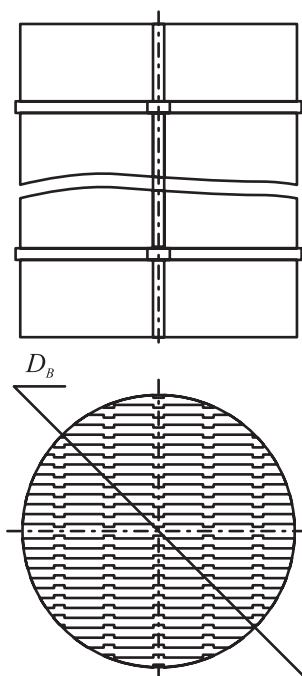
Nasadkalaryň ýene-de bir görnüşi, olaryň eýer şekillisidir. Bu nasadkanyň uly udel üsti bolýar we enjamyň kese kesigi boýunça suwuklygy ýaýratmak ukyby ýokarydyr. Bu nasadka esasan, keramikadan we plastmassadan ýasalan bolup, «Intaloks» (5.12-nji d surat) we Berliň eýerleri (5.12-nji e surat) diýlip atlandyrylýar. Plastmassadan ýasalan «Sýupe torus sadles» nasadkasy «Intaloksyň» eýerlerinden, eýeriň merkezinde ýerleşýän ötükleriň sany hem-de gýralaryndaky gasynlary bilen tapawutlanýar, bu bolsa nasadkanyň işjeňligini ýokarlandyrýar we suwuklygyň pytradylmagyny gowulaşdyrýar.

Eýer görnüşli nasadkalaryň içinde aýratyn orny «Intaloks metal» nasadkasy eýeleýär (5.12-nji g surat), ol öziniň ýokary netijeliligi we gidrawlik garşylygynyň pesligi bilen tapawutlanýar, bular bolsa nasadkany wakuum astynda geçýän proseslerde ulanmaga mümkinçilik berýär.

Sazlanýan nasadka sazlanmaýan nasadkadan özüniň gidrawlik garşylygynyň pesligi bilen tapawutlanýar we şonuň esasynda wakuum rektifikasiýasy proseslerinde aýratyn ulanmaga mümkinçilik berýär. Sazlanýan nasadkaly enjamlaryň ýetmezçiligi, olaryň çyglyndyrmanyň deňölçegli düşmegini takyk talap edýänligi bilen baglydyr.

Ýönekeý sazlanýan nasadka tekiz-ugurdaş bolmak bilen (5.13-nji surat), aralyklary 10÷20 mm, galyňlygy 0,4÷12 mm bolan, ugurdaş ýerleşdirilen metal plastinalardan ýygynalan paketlerden ybaratdyr. Plastinalaryň paketleriniň beýikligi 400÷1000 mm. Paketiň daşky diametri sütüniň içki diametri bilen deň bolýar. Suwuklygyň deňölçegli paýlanylmagyny ýokarlandyrmak üçin paketler biri-biriniň ýokarsynda ýerleşdirilende, 45÷90° burç bilen özara öwürüp oturdýarlar. Bu nasadkanyň ýetmez taraplary: metalyň köp harçlanmasy we suwuklygyň täzeden ýygynalyp, paýlanylmagynyň we netijeliliginiň pesligidir.

Nasadkanyň netijeliligini ýokarlandyrmak üçin tekiz-ugurdaş nasadkanyň listlerini бүдүр-сүдүр ýa-da дүр-ли турбулизирлеýji elementler bilen ýasaýarlar (5.14-nji a

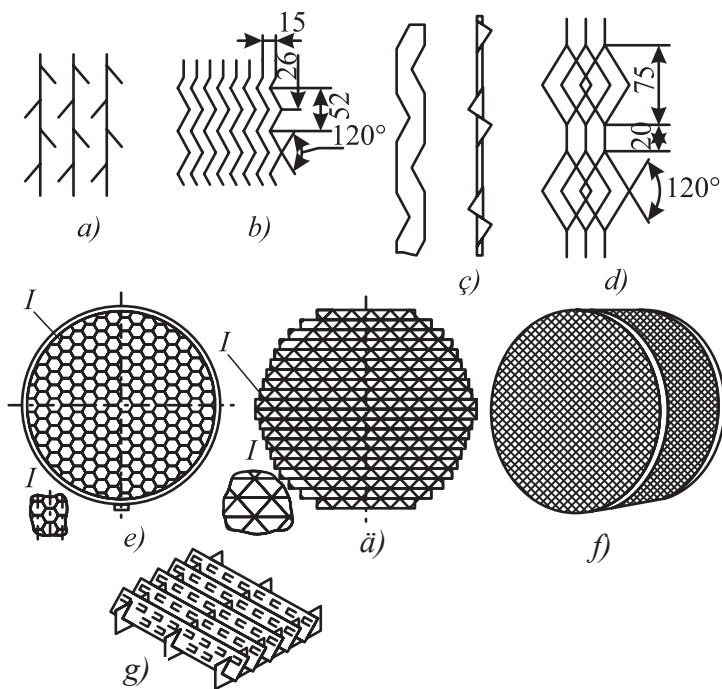


5.13-nji surat. Tekiz parallel nasadka

surat). Nasadkanyň bu gurnamasy ugurdaş ýerleşdirilen, dik listlerden ybarat bolmak bilen, olarda egredilen ýaprajykly «penjireler» bolýar; gapdalyndaky listleriň ýaprajyklary ters tarapa egredilen bolmak bilen, sütüni keseligine galtaşdyryjy kameralara bölýär.

Gaz sütün boýunça ýokarlygyna galanda, ýaprajyklara urlup, öz hereketiniň ugryny köp gezek üýtgedýär. Suwuklyk bolsa ýaprajykdan ýaprajyga akyp, gelýän gaz akymynyň täsirinde pytraýar.

Nasadkanyň gatlak-gatlak görnüşiniň (5.14-nji b surat) tekiz ugurdaş nasadkadan esasy aýratynlygy, syçraýan suwuklyk damjalarynyň az möçberde alnyp gidilmegi bolup durýar. Käbir nasadkalarda listleriň aralygynyň yslary aralyk sütünler (5.14-nji ç surat) bilen üpjün edilýär. Plankalar biri-birinden 250 mm aralykda dik ýerleşdirilýär we listlere takyk kebsirlemek usuly bilen berkidilýär.



5.14-nji surat. Sazlanýan nasadkalar:

- a – turbulizirleýji elementli nasadka; b – gatlak-gatlak görnüşli nasadka;
 ç – plankaly nasadka; d – Z şekilli nasadka; e – yşly nasadka; j – Gudlouyň nasadkasy;
 g – «Zulser» nasadkasy; h – «Roli pak» nasadkasy

Gatlak-gatlak nasadkanyň ýene-de bir görnüşi Z harp şekilli nasadka (5.14-nji d surat) bolup durýar. Esasy tehnologik parametrleriniň görkezijileri boýunça bu nasadka tekiz ugurdaş nasadkadan 15÷20% öňde durýar. Yşly nasadka (5.14-nji e surat) dik listlerden düzülen bolup, paketiň beýikligine görä, örtülen,

dik kanallar emele geler ýaly, listler biri-birine otnositellikde süýşirilýär. Listler beýikligi 400÷1000 mm bolan paketlere takyk kebşirmek usuly bilen birleşdirilýär. Bu nasadkanyň artykmaçlyk taraplary: tekiz ugurdaş nasadka garanyňda, udel üstüniň 2–3 esse ýokarylygy, şonuň ýaly-da galtaşýan önümleri gyzdirmek we sowatmak mümkinçiliginiň barlygy. Bu mümkinçilik gatlaklaryň esasynda emele gelýän kanallar ýylylyk göterijini ýa-da sowadyjy önümi berip bolýanlygy bilen düşündirilýär.

Ýetmezçilik tarapy: kanaldaky suwuklygyň plýonkasynyň galyňlygynyň deň ölçegsizligi bolup durýar we kanalyň burçlarynda ýygnanýan suwuklyk nasadkanyň ulanylyş häsiýetini ýaramazlaşdyrýar.

Simden ýasalan nasadka özüniň gowy ulanylyş häsiýetleri bilen tapawutlanýar. Gudlounyň nasadkasy muňa mysal bolup durýar, ýagny gat-gat simden ýasalan (simiň diametri 0,1 mm) gözenegiň paketi, rulon edilip towlanýar (5.14-nji j surat). Simiň gatlary dikligine 60° burç bilen ýerleşdirilýär, nasadkanyň paketiniň beýikligi 100÷200 mm aralykdadyr. Bu nasadka esasan, rektifikasiýa prosesi üçin niýetlenilýär.

Soňky wagt netijeliligi ýokary nasadkalaryň dürli görnüşleri işlenilip taýýarlanylady. Olaryň suwuklygyň $L < 200 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ we $F = 5 \dots 8 \text{ (m/s)(kg/m}^3)^{-0.5}$ udel ýüklenmesinde işläp bilijilik ukyby bardyr. Nasadka 1 metr beýiklige, nazary basgançaklaryň sanyny 5–6-a çenli ýetmegini üpjün edip bilýär, şonuň ýaly-da, gidrawlik garşylyk däl (1 metr beýiklige 150 Pa çenli). Muňa mysal edip, metaldan we polimer materiallardan ýasalan «Impuls paking» nasadkasyny, galyňlygy 0,16 mm bolan, gat-gat simden ýasalan «Zulser» nasadkasyny (5.14-nji g surat), şeýle-de ýapgyt setirli listleri kesimler bilen üpjün edilen, «Roli pak» nasadkasyny (5.14-nji h surat) getirip bolýar.

Dürli görnüşdäki nasadkalaryň deňeşdirme häsiýetleri 5.1-nji tablisada görkezilýär.

5.1-nji tablisa

Dürli kysymdaky nasadkalaryň häsiýetleri

Nasadkanyň kysymy	Öndürijilik, [(m/s)(kg/m ³) ^{-0,5}]	Netijelilik, %	Gidrawlik garşylyk, Pa
Raşiğiň halkalary (d = 25 mm)	1	1	1
Palyň halkalary (d = 25 mm)	1,4÷1,5	1,00÷1,25	0,70÷0,75
Berliň eýerleri	1,08÷1,25	1,11	0,6÷0,7
«Intaloks» eýerleri	1,2÷1,4	1,3	0,45÷0,50
«Gudlou»	1,15÷1,20	3,5	0,13
«Zulser»	2	2,5	0,25÷0,45

Nasadkalary saýlamak. Bug (gaz)-suwuklyk ulgamynda galtaşdyrmanyň ta-kyk prosesini geçirmek üçin, nasadka saýlanylanda, adaty aşakdaky düzgüne esas-lanylýar: gidrawlik garşylygy kiçi bolan sazlanýan nasadkany wakuum prosesinde ulanmak, sazlanmaýan nasadkany basyş astynda geçýän proseslerde ulanmak. Mysal üçin, sazlanýan nasadkany dargamak häsiýetli bolup, enjamyň içinde saklanyl-maly wagty çäkli önümler işlenilende ulanmak, has hem amatlydyr.

Şonuň ýaly-da, olar termiki durnuksyz we ýeňil polimerleşýän organiki garyn-dylary bölmek üçin niýetlenen, diametri 400÷3600 mm bolan enjamlarda ulanylýar.

Bu enjamlaryň işçi basyşy 0,25÷98 kPa aralygyndadyr, temperaturasy 0-dan 300°C-e çenli bolýar. Nasadkalaryň esasy ulanylýan ýerleri 5.2-nji tablisada görkezilýär.

Atmosfera basyşynda ýa-da uly basyşda işleýän enjamyň kysymy saýlanylan-da, hökmany aşakdakylar göz önünde tutulmalydyr. Sazlanýan nasadkaly enjamlar-da F – faktoryň bahasy sazlanmaýan nasadka garanynda has uly derejede üpjün edilýär. Ýöne sazlanmaýan nasadkaly enjamlarda suwuklyk boýunça iň ýokary ýüklenme (nagruzka) 300 m³ (m² · sagat) ýetýär, bu bolsa sazlanýan nasadkaly en-jama garanynda 30% ýokarydyr.

5.2-nji tablisa

Nasadkalaryň ulanylýan ýerleri

Nasadkanyň kysymy	Ulanylýan ýerleri
Tekizparallel nasadka	Nazary basgançagy 5-e çenli bölünmäni talap edýän we basyşlarynyň aratapawudynyň bir basgançaga düşýän bahasy 0,06-kPa çenli bolan rektifikasiýa prosesleri
Yşly nasadka	Nazary basgançagy 15-e çenli bölünmäni talap edýän we basyşlarynyň aratapawudynyň bir basgançaga düşýän bahasy 0,05-kPa çenli bolan rektifikasiýa prosesleri
Gat-gat tordan bolan nasadka	Nazary basgançagy 15-den köp bolan bölünmäni talap edýän we basyşlarynyň aratapawudynyň bir basgançaga düşýän bahasy 0,03-kPa çenli bolan arassa suwuklyklaryň rektifikasiýa prosesleri
Z harp şekilli nasadka	Nazary basgançagy 15-e çenli bölünmäni talap edýän we basyşlarynyň aratapawudynyň bir basgançaga düşýän bahasy 0,05-kPa çenli bolan, garyndyly hapa suwuklyklaryň rektifi-kasiýa we absorbsiýa prosesleri

Gazyň uly bolmadyk ýüklenmelerinde [$F = 4...5$ (m/s) (kg/m³)^{-0,5}] sazlan-maýan nasadkany ulanmak maksadalaýyk we rugsat berilýän bolup durýar. Gazyň uly göwrümlerinde, gazyň gowy geçmegini üpjün edýän kanallary bolan, sazlanýan nasadkany ulanmak hökmanydyr. Sütüniň beýikligi boýunça F – faktoryň üýtgeýän

ýerlerinde utgaşykly nasadkaly sütüni ulanmak teklipe edilýär, ýagny F – faktor enjamyň haýsy böleginde pes bolsa, şol ýere sazlanmaýan nasadkany ýerleşdirýärler, F – faktoryň uly ýerinde bolsa, sazlanýan nasadkany ýerleşdirýärler. Netijede, sütün enjamlarynyň tutuş beýikligi boýunça amatly işçi şerti üpjün etmek mümkin bolýar.

Häzirki wagtda Türkmenistanda Türkmenbaşynyň nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda polipropilen materialyndan sazlanmaýan nasadkanyň dürli görnüşleri öndürilip başlandy. Nasadkanyň materialynyň tehniki görkezijileri 5.3-nji tablisada görkezilendir.

5.3-nji tablisa

Nasadkanyň materialynyň tehniki görkezijileri

Görkezijiler	Ölçeg birligi	
150°C-de ýylylyk okislenmäge durnuklylygy (howaly gurşawda)	sagat	360-dan az bolmaly däl
Erginiň akyjylygy (2,16 kg/230°C-de)	g/10 min	2,7 ÷ 3,7
Süýndürilende berklik çägi	MPa	30
0,46 N/mm ² ýüklenmede ýylylyk deformirlenme temperaturasy	°C	110-dan pes bolmaly däl
Dykyzlygy	kg/m ³	900
Digirleriň deňölçegligi	%	50-den köp bolmaly däl
Digirleriň ölçegi	sany/g	40 ÷ 60
Bükülmede maýşgaklyk usuly	MPa	1300
Akyjylyk çäginde otnositel süýnmekligi	%	11
23°C temperaturada Izodu boýunça kesimli urgy şepbeşikligi	kJ/m ²	4,5
10 N güýç bilen täsir edilende, Wika boýunça suwuklyk gurşawda ýumşamak temperaturasy	°C	

5.7. Rektifikasiya

Birmeňzeş suwuk garyndylary bölmekde has giňden ýaýran usullarynyň biri hem gaýtadan işlemektir. Bu öz gezeginde bölünýän garyndylaryň bölekleyin bu-garmagy we soňra emele gelen buglaryň bugy sowuk halyna geçirmegi (kondensirlenme) prosesidir. Bu proses bir gezekde ýa-da köp gezekde amala aşyrylýandyr. Kondensirlenmegiň netijesinde, başlangyç suwuklygyň düzüminden tapawutlanýan düzümlü suwuklyk alynýar. Gaýtadan işleme bilen bölmek, garyndynyň düzümleriniň şol bir temperaturada dürli uçujylygyna esaslanandyr. Dürli uçujylykly düzümlerden düzülen garyndy gaýnanda, uçujylygy ýokry bolan düzümlü uçujylygy

pes bolan düzüme otnositellikde, uly mukdarda bugly faza geçýär. Netijede, gaýtadan işleme prosesinde suwuk faza birleşýär, bugly faza bolsa pes gaýnaýan düzüme (PGD) bilen baýlaşýandyr. Buga öwrülmän galan suwuklygyň düzümi bolsa uçmasy kyn ýa-da ýokary gaýnaýan düzüm (ÝGK) bilen has baýdyr. Bu suwuklyga *kub galyndy* diýilýär, buglaryň kondensirlenmeginiň netijesinde alnan suwuklyga bolsa, *distillýat* ýa-da *rektifikat* diýilýär. Gaýtadan işlemegiň iki görnüşi bardyr: *ýönekeý gaýtadan işlemek* we *rektifikasiýa*.

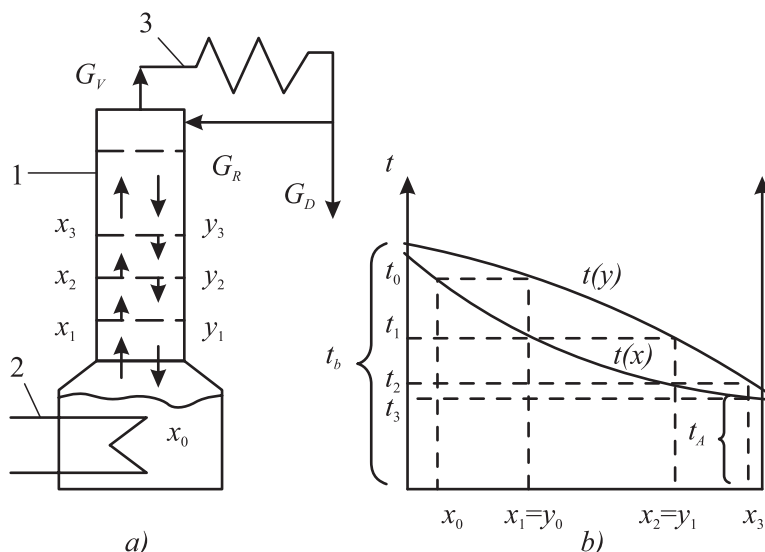
Ýönekeý gaýtadan işlemek – bu proses suwuk garyndynyň bir gezek bölekleyin bugarmagy we emele gelen buglaryň kondensirlenmegidir. Bu prosesi suwuk garyndylary başlangyç gödek bölmekde ulanmak mümkindir.

Suwuk garyndylaryň komponentlere has doly bölünmegini rektifikasiýa ýoly bilen gazanmak bolýar.

Rektifikasiýa – bu temperaturalary dürli bolan suwuklygyň we buguň akymalaryny galtaşdyrmak ýoly bilen amala aşyrylýan, suwuklygyň köp gezekleyin bugarmak we buglaryň kondensirlenmek prosesidir. Bu proses sütün enjamlarynda geçirilýändir. Galtaşmagyň her gezeginde suwuklykdan PGK bugaryandyr we munuň bilen bolsa buglar baýlaşýandyr, buglardan bolsa öz gezeginde suwuklyga geçýän ÝGK kondensirlenýändir. Düzüminiň ikitaraplaýyn çalşylmagynyň köp gezek gaýtalanyp durulmagy ahyrky netijede düzümi arassa PGD bolan bugy almaga mümkinçilik berýär. Bu buglar aýratyn enjamda kondensirlenende distillýaty (rektifikaty) we flegmany berýärler. Flegma – bu sütüni çyglylandyrmak we ýokaryk galýan buglar bilen özara täsirleşdirmek üçin sütüne gaýtarylyp berilýän suwuklykdyr. Buglar bolsa sütüniň aşaky böleginde ýerleşýän we galapyn ýokry gaýnaýan düzüm (ÝGK) bolup durýan galyndyny bölekleyin bugartmak ýoly bilen alynýandyr.

Rektifikasiýany proses manysynda binar garyndylary bölýän sütüniň işleýşinde görüp bolar. Rektifikasion agregatyň shemasy 5.15-nji (a) suratda görkezilendir. Bu shema gabat gelyän $t - t, y$ diagramma bolsa 5.15-nji (b) suratda berilýär. Sütüni (1) adiabatik görnüşde kabul edýäris: sütüniň daşy ýylylyk örtük bilen gowy örtülen we daşky gurşawa ýylylygyň ýitgisi ýok. Sütüniň aşaky böleginde gyzdyryjy gurluş bilen kub (2) ýerleşýär. Sütüniň ýokarky böleginde buglaryň çykýan ýerinde kondensator (3) ýerleşýär.

Rektifikasiýada bolup geçýän prosesi shemalaşdyralyň (5.15-nji b surat). X_0 düzümlü başlangyç garyndy gaýnama temperaturasy (t_0) çenli gyzdyrylanda, bug emele gelyär, bug gyzdyrylmazyndan ozal suwuklyk bilen deňagramlylyk ýagdaýyndadyr. Buguň kondensirlenmeginde $X_1 - Y_0$ düzümlü, PGD bilen baýlaşan, suwuklyk (kondensat) emele gelyär. Bu suwuklyk t_1 temperatura çenli gyzdyrylsa we emele gelen bug kondensirlense, onda $X_2 - Y_1$ düzümlü kondensaty alarys, üstesine-de $X_2 > X_1$, ýagny suwuklygymyz PGK bilen has hem köp baýlaşandyr.



5.15-nji surat. Gaz – suwuklyk fazalaryň garşylyklaýyn galtaşdyrma shemasy:

a) 1 – sütün; 2 – gyzdyryjy gurluş; 3 – kondensator; b) rektifikasiýa prosesiniň $t - y$ diagrammada şekillendirilişi; G_v – buglaryň deflegmatora tarap çykymy; G_R – sütüni çyglylandyrmak üçin berilýän flegma; G_D – alynýan distillýat

Şeýlelikde, buglaryň bugarma we kondensirlenme prosesini köp gezek gaýtalaşak, diňe PGD-dan düzülen suwuklygy almak mümkindir. Muňa ugurdaşlykda sütüniň aşaky böleginde (kubunda) ÝGK bilen baýlaşan suwuklygy alarys.

5.8. Suwuklyklaryň garyndylarynyň we olaryň buglarynyň esasy häsiýetleri

Prosesiň nazaryeti binar garyndylarynyň gaýtadan işlenmek kanunalaýyklygyna esaslanýandyr. Binar garyndylarynyň gaýtadan işlenilmegini dolandyryýan kanunlar D. P. Konowalow tarapyndan kesgitlenilendir.

Suwuk fazalaryň düzüminden binar ulgamynyň buglarynyň umumy basyşynyň funksional baglanyşygyna görä, binar garyndylar toparlara bölünýändirler.

Eger-de kese okda PGD-ny goýsak (% hasabynda), dik okda bolsa garyndynyň buglarynyň umumy basyşyny goýsak (% hasabynda), onda onuň häsiýetine baglylykda, basyşyň çyzyklary dürli görnüşde bolarlar (5.16-njy surat).

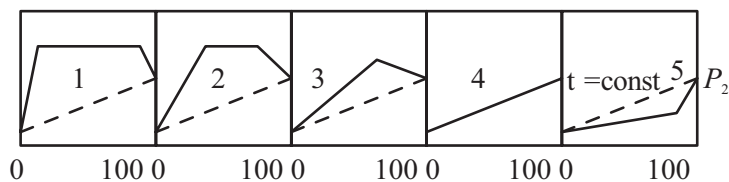
1-nji çyzyk. Komponentiň asla doly eremezligine gabat gelýän çyzyk. Bu doýgunlaşan buglaryň umumy basyşy arassa komponentleriň buglarynyň basyşlarynyň jemine deňdir.

2-nji çyzyk. Bu ýagdaý düzümleriň garyndysynyň biriniň beýleki düzümde böläkleýin ereýjiligine gabat gelýär, mysal üçin, izobutil spirti bilen suwuň garyndysyny görkezip bolar.

3-nji çyzyk. Bu ýagdaý garyndynyň düzümleriniň biriniň beýlekide doly ereý-jiligine gabat gelýändir we berlen temperaturada suwuk fazanyň kesgitlenen düzü-minde doýgunlaşan buglaryň umumy basyşy iň ýokary baha eýe bolýandyr. Muňa mysal edip, etil spirtiniň suw bilen garyndysyny görkezip bolýar.

4-nji çyzyk. Bu ýagdaý çäkli ýagdaýa gabat gelýär we düzümler iň ýokaryny we pesini emele getirmän, garyndynyň düzümleriniň biri beýleki düzümdede doly ereýändir. Bular ýaly garyndylara ideal garyndylar diýilýändir. Bu ýagdaýda garyş-dyrmak prosesi düzümleriň göwrüminiň üýtgemezligi we ýylylyk täsiriniň ýoklugy bilen geçýändir. Muňa mysal edip, ammiak bilen suwuň garyndysyny görkezmek bolar.

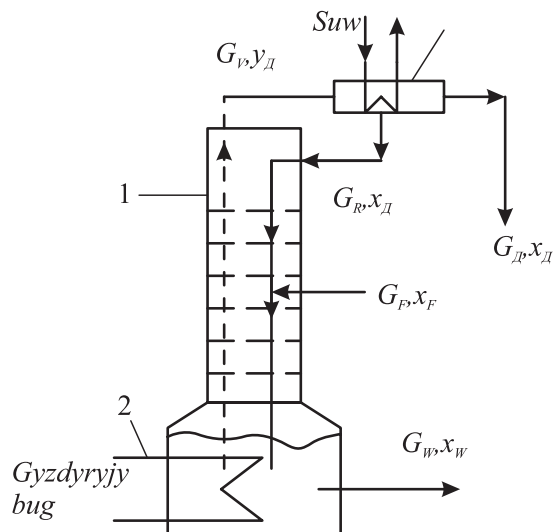
5-nji çyzyk. Bu ýagdaýda düzümleriň eremekligi aýratyn nokady emele getirýän-digi bilen häsiýetlendirilýär. Bu nokat basyşyň iň pes bahasyna gabat gelýändir. Muňa mysal edip, suw bilen garynja kislotasynyň garyndysyny görkezip bolar.



5.16-njy surat. Binar garyndylaryň toparlanysy:

X – pes gaýnaýan düzümiň düzümi;

P_1 we P_2 arassa düzümleriň buglarynyň basyşy



5.17-nji surat. Rektifikasion sütünde gazyň we suwuklygynyň akymalarynyň shemasy:

1 – Rektifikasion sütün; 2 – gyzdyryjy gurluş; 3 – kondensator; _____ suwuklygynyň akymy; →→→ gazyň akymy; b) rektifikasiýa prosesiniň $t-t, y$ diagrammada şekillendirilişi;

G_F – başlangyç garyndy; G_D – alynýan distillýat; G_R – çyglandyrmak üçin berilýän flegma;

G_W – kub galyndynyň çykymy; G_V – deflegmatora barýan bug; x_F, x_D, x_W – PGD-nyň berlen garyndy-daky, distillýatdaky we kub galyndydaky konsentrasiýasy

Eger-de meñzeş däl düzümleriň molekularynyň dartyлма güýji meñzeş düzümlerindäkiden kiçi bolsa, onda garyndynyň bugunyň basyşy ideal garyndylaryň çyzygyndan ýokaryk gyşarar (3-nji çyzyk). Eger-de meñzeş däl düzümleriň molekularynyň dartyлма güýji meñzeş düzümleriňkiden uly bolsa, onda egri çyzyk ideal garyndylaryň göni çyzygynyň aşagyndan geçer (5-nji çyzyk).

5.9. Material we ýylylyk balanslar

Rektifikasion sütüniň işleýşine derňew geçirmek üçin akymalaryň material we ýylylyk balanslaryny düzmelidir (5.17-nji surat). Material we ýylylyk balanslarynyň deňlemeleri indiki görnüşde bolar:

– fazalaryň akymy boýunça

$$G_F = G_D + G_W \quad \text{we} \quad G_F = G_F + G_R = G_V + G_W. \quad (5.13)$$

PGD-nyň mukdary boýunça:

$$G_F \cdot x_F = G_D \cdot x_D + G_W \cdot x_W. \quad (5.14)$$

Rektifikasion sütün hasaplanylanda, PGK-nyň başlangyçdan (x_F) distillýaryň konsentrasiýasyna (x_D) çenli ösmegi üçin gerek bolýan konsentrasiýalaryň üýtgeме basgançaklarynyň sanyny hökmany bilmelidir. Basgançaklaryň bu sanyna nazary tarelkalaryň sany (n_T) hem diýilýändir. Hakyky tarelkalaryň sany (n_H) aşakadaky gatnaşyk boýunça kesgitlenilýär:

$$n = n_T/n_H, \quad (5.15)$$

bu ýerde n – tarelkanyň PTK-sy.

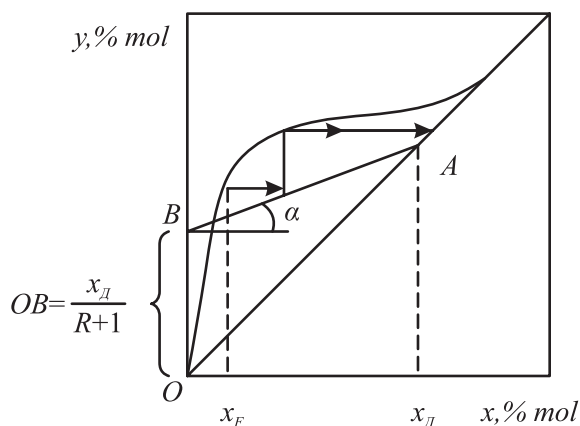
Nazary tarelkalaryň sanyny deňagramlylyk çyzygy (1) we işçi çyzygyň (2) aralygynda basgançakly çyzygy gurmak arkaly grafiki usul bilen hem kesgitläp bolýandyr (5.18-nji surat). Deňagramlylygyň egrimi bolsa, bug we suwuklyk fazalarynyň PGD-sy boýunça deňagramlylygyň sorag-jogabyň maglumatlaryna görä gurulýandyr.

Rektifikasion sütüniň berkidiji bölegi boýunça işçi çyzygynyň deňlemesi aşakdaky görnüşde bolar:

$$y = \frac{x_D}{R+1} + \frac{R}{R+1}, \quad (5.16)$$

bu ýerde: R – flegma sany – bu sütün gaýtarylyp berilýän flegmanyň (G_F) mukdarynyň bölünýän distillýatyň (G_D) mukdaryna bolan gatnaşygydyr:

Işçi çyzygy gurmak üçin $OB = x_D/R + 1$, ululygyny kesgitläp, ony Oy oka goýmalydyr (B nokat). Soňra bu kesimi x_D ordinatany diagonal bilen kesişdirip, diagonalda alnan A nokat bilen birleşdirmeli. AB çyzyk sütüniň berkidiji böleginiň işçi çyzygydyr. AB göni absissanyň oky bilen α burçy emele getirýär, üstesine-de $\text{tg}\alpha = R/(R+1)$ we ordinata okunda ($x=0$ bolanda) $OB = x_D/R + 1$ kesimi kesýändir.



5.18-nji surat. Rektifikasion sütüniň berkidiji böleginiň $y - x$ diagrammada işçi çyzygy

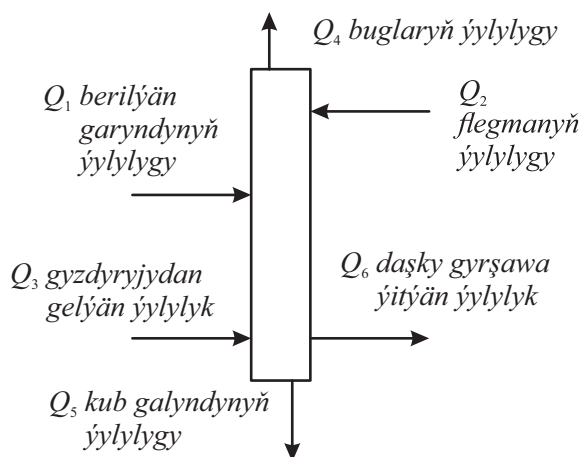
$$n = G_F / G_D \quad (5.17)$$

Soňra x_F nokatdan deňagramlylyk çyzygyna çenli absissa okuna perpendikulýar goýberýäris we konsentrasiýanyň x_F -den x_D çenli konsentrasiýadan buglary goramak üçin hökmany nazary tarelkalaryň sanyny (n_T) tapmalydyr.

Rektifikasiýa prosesini geçirmek üçin kesgitlenen ýylylygy bermeli bolýar. Onuň ululygy bolsa köp derejede flegma sanyna baglydyr. Berilýän ýylylygyň mukdary *ýylylyk balansynyň deňlemesinden* tapylýar (5.19-njy surat).

Sütün barýan ýylylyk, berilýän garyndy bilen gelýän ýylylyk Q_1 :

$$Q_1 = G_F \cdot c_F \cdot t_F \quad (5.18)$$



5.19-nji surat. Rektifikasion sütüniň ýylylyk balansynyň shemasy

Flegma bilen gelyän ýylylyk Q_2 :

$$Q_2 = R \cdot G_D \cdot c_D \cdot t_D.$$

we gyzdyryjdan gelyän ýylylyk Q_3 .

Sütünden çykýan ýylylyk, buglar bilen çykýan ýylylyk Q_4 :

$$Q_4 = (R \cdot 1) \cdot D \cdot i_b \quad (5.19)$$

kub galyndy bilen çykýan ýylylyk Q_5 :

$$Q_5 = G \cdot c_W \cdot t_W \quad (5.20)$$

we daşky gurşawa ýitýän ýylylyk Q_6 .

Ýylylyk balansynyň deňlemesinden gyzdyryjdan gelyän ýylylygy 5% ýitgini hasaba alyp kesgitleýäris:

$$Q_3 = 1,05 \cdot [G_D \cdot i_b + R \cdot G_D (i - c_D \cdot t_D) + R \cdot c_D \cdot t_D - G_F \cdot c_F \cdot t_F]. \quad (5.21)$$

Rektifikasion sütüniň wajyp görkezijisi bolup, deflegmatorda buglaryň kondensirlenmegi we distillýatyň sowadylmagy üçin berilýän suwuň harçlanmasydyr. Muny deflegmatoryň we sowadyjynyň ýylylyk balansynyň deňlemesinden hasaplap bolýandyr:

$$Q_{DEF} + Q_{SOW} = G_{suw} \cdot c_{suw} \cdot (t_{suw}^{ah} - t_{suw}^{baş}), \quad (5.22)$$

Bu ýerde:

Q_{DEF} – deflegmatoryň ýylylyk ýüklenmesi;

Q_{SOW} – sowadyjynyň ýylylyk ýüklenmesi.

$$Q_{DEW} = R \cdot G_D \cdot t_D, \quad (5.23)$$

$$Q_{SOW} = G_D \cdot c_D \cdot (t_D - t_b^{ah}). \quad (5.24)$$

(5.22) we (5.23) deňlemeleri (5.22) goýup, sowatmak üçin gerek bolan suwuň harçlanmasyny kesgitleýäris:

$$G_{suw} = \frac{R \cdot G_D \cdot r_D + G_D \cdot c_D \cdot (t_D - t_D^{ah})}{c_{suw} \cdot (t_{suw}^{ah} - t_{suw}^{baş})}. \quad (5.25)$$

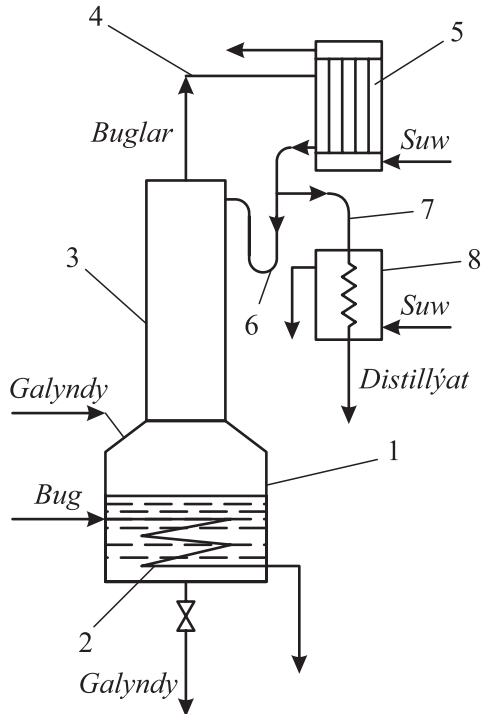
Bu ýerde:

c_F, c_D, c_W we c_{suw} – deňişlilikde garyndynyň, flegmanyň, kub galyndynyň we suwuklygyň ýylylyk sygymlyary.

5.10. Rektifikasion gurluşlaryň shemalary

Rektifikasiýa prosesini döwürleýin ýa-da üzüksiz usulda geçirmek mümkindir.

Döwürleýin rektifikasiýada (5.20-nji surat) garyndy kuba (1) ýüklenýär we egrem-bugram (zmeýewik) turbalaryň içinden geçýän bug bilen gyzdrylýar. Haçan-da kubda garyndy gaýnandan soň, emele gelen buglar sütüne (3) gelip başlaýar, soňra bu ýerden turba (4) boýunça deflegmator (5) tarap geçýär we ýerde kondensirlenýär. Kondensatyň bir bölegi (flegma) turba (6) boýunça yzyna sütüne berilýär, beýleki bölegi bolsa (distillýat) turba (7) boýunça sowadyja (8) barýar we ol ýerden distillýaty kabul edijä aýrylýar.



5.20-nji surat. Döwürleýin geçirilýän rektifikasion gurluşyň shemasy:

1 – kub; 2 – egrem-bugram turba;

3 – sütün; 4 – sütünden çykýan buguň turbasy; 5 – deflegmator;

6 – flegmanyň gaýtarylyp berilýän turbasy; 7 – distillýatyň turbasy; 8 – sowadyjy

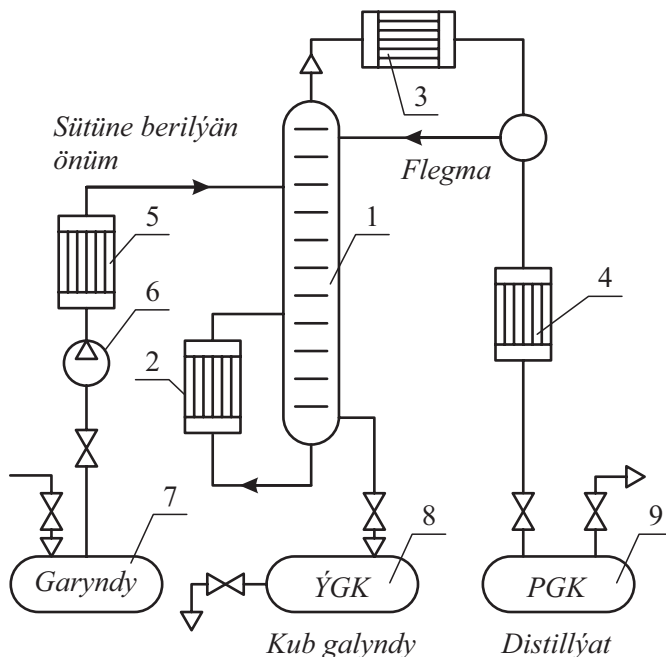
Bu prosesinde sütünde buglaryň artmagy bilen, enjamyň kub böleginde garyndynyň azalmagy bolup geçýär. Garyndynyň azalmagy biraz wagtdowam edýär, ýagny haçan-da garyndynyň talap edilýän düzümi alnandan soň, amal tamamlanýar we galyndy kubdan aýrylýar.

Prosesiň geçiş derejesine görä, gurluşyň işleýiş kadasy kem-kemden üýtgeýändir. Prosesiň başynda kubdan PGD bilen baý buglar sütüne berilýär. Bu döwür-

de buglaryň düzüminden ÝGD-ny bölmek üçin flegmanyň onçakly uly bolmadyk mukdary gerekdir. Prosesiň geçýän döwründe kubdan çykýan buglar ÝGK bilen has köp baýlaşýandyr we olary buglaryň düzüminden bölmek üçin flegmanyň mukdary hökmany köpeldilmelidir. Eger-de flegmanyň mukdary hemişelik saklanylssa, onda distillýatyň düzümindäki ÝGK düzümi ýokarlanyp başlar.

Üznüksiz işleýän sütün shemada görkezilen enjamlar bilen üpjün edilýändir (5.21-nji surat).

Rektifikasiýa prosesi bug we suwuklyk akymalarynyň galtaşdyryjy elementlerde (tarelkalarda) özara täsirleşmeginde geçýändir.



5.21-nji surat. Üznüksiz işleýän rektifikasion gurluşyň shemasy:

1 – sütün; 2 – gaýnadyjy; 3 – deflegmator; 4 – sowadyjy; 5 – gyzdyryjy;
6 – sorujy; 7 – göwrüm; 8, 9 – suwuklygy ýygnaýjylar

Sütüniň aşaky böleginde bug akymyny döretmek üçin ýa-da bugardyjyda (2) suwuklyk garyndysynyň bugarmagy üçin ýylylyk berilýär, sütüniň orta bölegine bolsa, gyzdyryjynyň (5) üsti bilen bölünýän önüm berilýär.

Suwuklyk akymynyň peselmegini sütüniň ýokarky bölegine ýa-da deflegmatorda (3) ýylylygyň bölünmegi netijesinde buglaryň kesgitlenen (çäkli) mukdarynyň kondensirlenmeginde döredip bolýandyr.

Başlangyç garyndy göwrümden (7) berilýär, bölünýän önümler bolsa, ýagny ýokary gaýnaýan düzüm (ÝGD) – kub galyndy we pes gaýnaýan düzüm (PGD) – distillýat (rektifikat) 8, 9 ýygnaýjylara ýygnaýar.

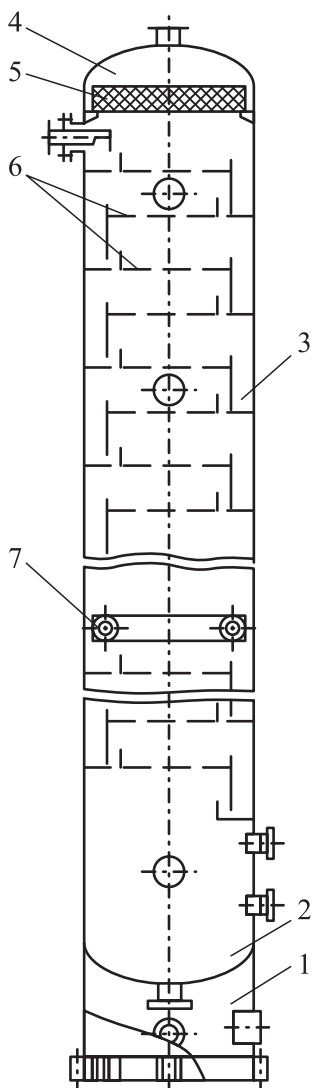
5.11. Rektifikasiya enjamlaryň gurluşlary

Belläp geçilişi oturtgyçly ýaly, massa çalşyjy enjamlaryň gurnamalary örän köpdürli bolmak bilen, olaryň nasadkaly, (enjamyň, agzanyň geýdirilýän bir bölegi) «tarekaly» we gabykly görnüşleri bellidir. Öndürilýän enjamlaryň 60% «tarekaly» massa çalşyjy enjamlar, galanyny bolsa nasadkaly sütünler tutýar.

«Tarekaly» massa çalşyjy enjamlar dik (wertikal) ýagdaýda gurnalan, sütün görnüşindäki enjamlara degişli bolmak bilen (5.22-nji surat), enjamyň gurnamasy şulardan, ýagny: dik duran gabaradan (3), ellips ýa-da şar görnüşli gapakdan (4), düýpden (2) we gabara bilen berk keşirilenip birleşdirilen, silindr ýa-da gabara görnüşli diregden (1) ybaratdyr. Konus görnüşli diregleri ulanmaklyk, uly diametrde bolmadyk beýik sütünleriň durnuklylygyny ýokarlandyrmaga we fundament halkasynyň üst ýüzüne täsir edýän ýüklenmäni peseltmäge ýardam berýär. Sütüniň gabarasynyň içinde «tarekalar» (6), serpikdiriji gurluş (5), gabaranyň daşynda önümiň girmegi üçin gurluş (7), suwyklyk hem-de bug üçin ştuserler ýerleşdirilýär. «Tarekalar» gurnama edilende (gurnalanda) we olarda bejergi işleri geçirilende oňaýly bolar ýaly, olaryň aralyklary 450 mm-den kiçi alynmaly däldir. Gabarasy bütewi keşirilenip ýasalan enjamlarda «tarekalary» gurnama etmek we olara hyzmat etmek üçin ýörite gapaklar bolýar. Enjamyň diametrine we «tarekalaryň» kysymyna baglylykda, gapaklary her baş, on «tarekadan» ýerleşdirmek teklip edilýär. Gapaklaryň diametri 450÷600 mm aralykda bolup, gapagyň goýulýan yerinden «tarekanyň» aralygy 800÷1000 mm aralykda bolmalydyr.

«Tarekaly» enjamlaryň diametri ýokarlygyna köplenç ýagdaýda üýtgemeyär. Ýöne uly ölçegdäki sütünlerde suwuklygyň we buguň (gazyň) ýüklenmesi enjamyň beýikligi boýunça täsirli üýtgeýän bolsa, onda enjamyň gabarasy konusly geçirijiler arkaly birleşdirilen dürli diametrdäki silindrlerden ybaratdyr.

Şeýle-de «tarekaly» sütüniň gabarasynda önümiň girmegi we buguň çykmagy üçin, flegmanyň we gaýnadyjydan gelýän buguň girmegi, kub galyndynyň çykmagy we kubdan çykýan aýlanyp duran suwuklygyň gaýnadyja berilmegi üçin, ştuserler göz önünde tutulandyr.

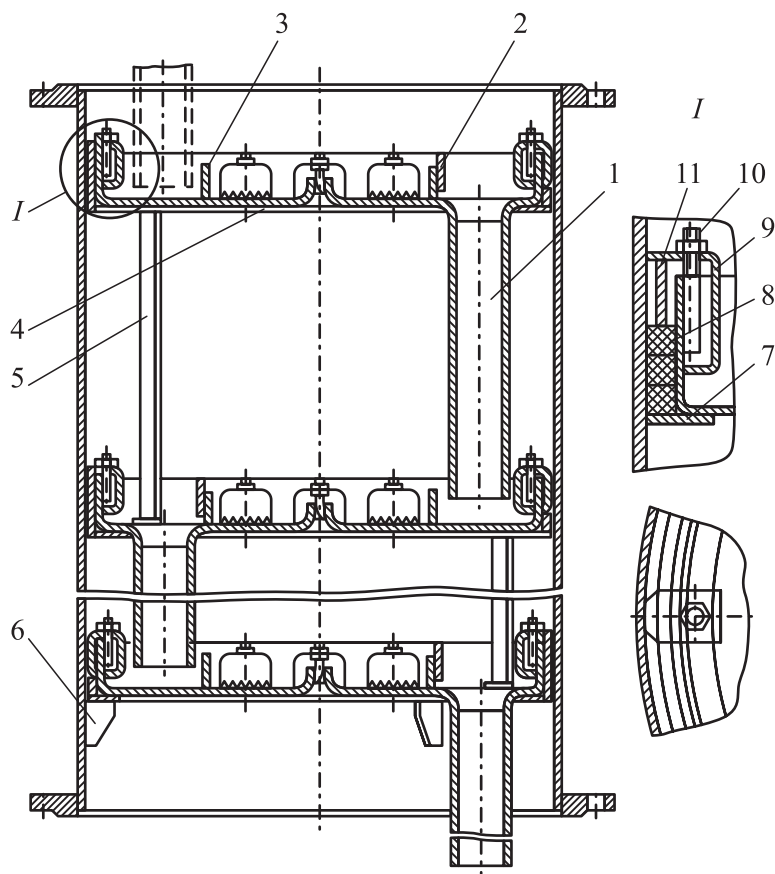


5.22-nji surat. «Tarekaly» rektifikasion sütün:
1 – direg; 2 – ellips şekilli düýp; 3 – gabara; 4 – ellips şekilli gapak; 5 – serpikdiriji; 6 – «tarekalar»

Bulardan başga-da, enjamyň beýikligi boýunça basyşy, temperaturany ölçemek, suwuklygyň derejesini barlamak we analiz almak üçin ştuserler bilen üpjün edilýär.

«Tarekaly» sütüniň gabarasy bütewi keşirilenip ýa-da sökülýän flanesli, aýratyn silindrlerden ýasalýar. Diametri 1200 mm-den uly bolan enjamlaryň gabaralary bütewi keşirilenip ýasalýar, diametri 400 ÷ 1000 mm bolan enjamlaryňky bolsa, hem-de $P = 1,6$ MPa geçmeýän bolsa, sökülýän flanesli, aýratyn silindrlerden ýasalýar.

Sökülýän flanesli, aýratyn silindrlerden ybarat bolan gabaralar sökülmeýän «tarelkalar» bilen üpjün edilýär (5.23-nji surat). Bu «tarelkalar» metal diskden ybarat bolup, buguň (gazyň) «tarelka» girmegi we suwuklygyň akmagy üçin gurluşlar (ötükler, klapanalr, gapajyklar) bilen üpjün edilýär. Suwuklygyň gerek bolan derejesini almak üçin, «tarelkada» suwuklygyň dökülme (2) we agma (3) germewleri bolýar.



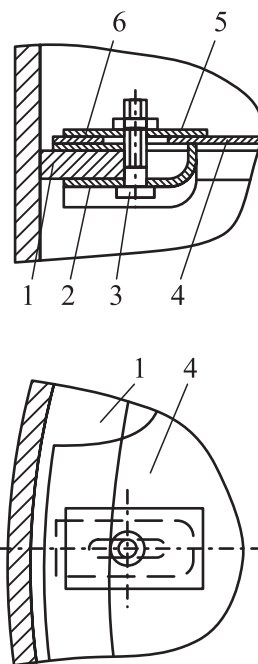
5.23-nji surat. «Tarekaly» sütüniň silindri:

- 1 – suwuklygyň gelyän turbasy; 2 – dökülme germewi; 3 – agma germewi;
 4 – jamyň disk; 5 – sütün; 6 – kronşteýn; 7 – direg halkalry;
 8 – dykzylandyryjy; 9 – tutawaç (skoba); 10 – şpilka; 11 – gysyjy halka

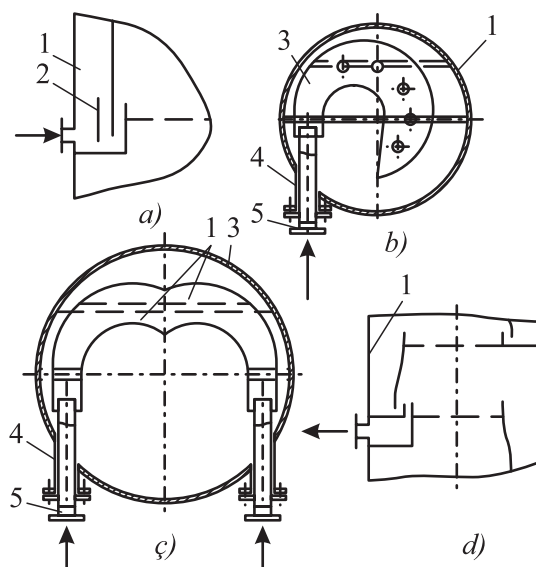
Agma germewiň beýikligi hemişelik bolmak bilen, ol «agma jübini» emele getirýär. Bu «jübä» tarelkanyň ýokarsynda ýerleşýän, suwuklygyň gelýän turbasy (1) çümdürilýär. «Tarelkada» suwuklygyň gerek bolan derejesini, suwuklygyň dökülme germewiniň beýikligi bilen sazlap bolýandyr.

Silindrde ýerleşdirilen aşaky «tarelka» kronşteýnde (6) oturdylýar, galanlary bolsa sütünlerde (5) ýerleşdirilýär. «Tarelkany» dykzlandyrmak üçin direg halkalary (7) niýetlenendir. Sütüniň gabarasy bilen «tarelkanyň» arasyndaky yşy dykzlandyrmak üçin asbest bagjygyndan bolan ýumşak dykzlandyryjylar (8) ýerleşdirilýär we olar gysyjy halka (11), tutawaç (skoba) (9) we şpilkalar (10) bilen berkidilýär. Diametri 1200 mm we ondan hem uly bolan enjamlarda sökülýän «tarelkalar» ulanylýar (5.24-nji surat). Olar aýratyn bloklardan (4) ybarat bolmak bilen, direg ramasy (1) gysgyçlaryň (2), nurbatlaryň (3) we gysýan plankalaryň (5) kömegi bilen berkidilýär. Direg ramasy (1) sütüniň gabarasyna kebşirlenip birleşdirilýär. «Tarelkanyň» blogy diregiň gurnawy bilen birleşmesiniň jebisligi dykzlandyryjynyň (6) kömegi bilen üpjün edilýär. Enjama önümiň girýän böleginiň gurnamasy berilýän önümiň ýagdaýyna bagly bolýar. Suwuk önüm, şonuň ýaly-da çyglandyryýan suwuklyk (flegma), «tarelkalaryň» gönümel «guýulma jübülerine» berilýär. Bu «jübüler» tarelkanyň aşagynda 300 mm çuňlykda ýerleşdirilýär. Akymyň energiýasyny peseltmek üçin «jübülerde» serpikdiriji plastina (2) (5.25-nji a surat) oturdylýar.

Sütünden çykýan garyndyny birnäçe düzümlere bölme-li bolsa, onda sütüniň gapdal üstünde goşmaça çykalgalar ýerleşdirilýär we suwuklygyň sütünden çykymy edil girelgesi ýaly, çuňlandyrylan agma «jübüleriň» üsti bilen amala aşyrylýar (5.25-nji d surat). Gidiji turbadan buglaryň çykmazlygy üçin, «jübi» suwuklyga çümdirilen bolmalydyr. Eger-de berilýän önüm bug-suwuklyk ýagdaýynda bolsa we onuň akymynyň energiýasy uly bolup, gabaranyň (1) iýilmegine eltýän bolsa, onda gabarasy sürtülmeden goramak üçin, berilýän önüm ýörite enjamlaryň, ýagny «ulitalaryň» (5.25-nji b, ç suratlar) üsti bilen berilýär. «Ulitalaryň» şekili berilýän bugy (gazy) enjamyň kesimi boýunça deň derejede paýlar ýaly ýerine ýetirilýär. «Ulitalaryň» formasy (gurnamasy) iki görnüşde bolýar. a) bir girelgeli (5.25-nji b surat); b) iki girelgeli (5.25-nji ç surat). Bu gurnamalarda «ulita» (3) sütüniň gabarasyna (1) berkidilýär. Önümiň girýän ştuserleri (4) berilýän önümiň täsiri netijesinde, basym iýilýär. şonuň üçin hem olar gilza (5) bilen goralýar. Iýlen gilzalar sütüne bejerlende çalşylyp durulýar.



5.24-nji surat.
«Jamyn» korpusa berkidilşi: 1 – direg ramasy; 2 – gysgyç; 3 – nurbat; 5 – planka; 6 – dykzlandyryjy



5.25-nji surat. Önümiň sütüne giriminiň we çykymynyň gurnamasy:

1 – gabara; 2 – serpikdiriji sütün; 3 – «ulita»; 4 – ştuser; 5 – gilza

Massa çalşygy enjamlaryň we olaryň şaýlarynyň materiallary içinden geçýän önüme bagly saýlanylýar. Eger-de önüm iýiji däl bolsa, onda uglerodly polatlardan, eger-de önüm iýiji bolsa, onda poslama durnukly legirlenen polatlardan (08X22H6T; 12X18H10T; 10X17H13M3T) taýýarlanylýar.

Bulardan başga-da, tehnologik prosesiniň aýratynlyklary bilen baglylykda, çöýun, mis, keramika aýna we beýleki materiallardan hem ýasalýar.

5.11.1. Massa çalşygy gurluşlaryň esasy ululyklary

Önümçilik pudaklarynyň tehnologik proseslerinde absorbsiýa we rektifikasiýa prosesleri üçin ulanylýan massa çalşygy enjamlarda «tarelkalaryň» dürli görnüşleri ulanylýar. Mysal üçin, stirolýň we emeli süýümleriň önümçiliginde sagatda ýüzlerçe kub metre barabar, bugly önümiň ýokary tizliginde we suwuklygyň uly bolmadyk öndürilijiliginde ýylylyga durnuksyz garyndylaryň ýokary derejedäki göwrümleýin arassalygyny wakuumyň astynda üpjün etmeli bolýar.

Gazlary bölmek bolsa, tersine, önümi uly göwrümde işlemek, basyşyň täsirinde, suwuklygyň uly öndürilijiliginde we gazyň uly bolmadyk tizliginde geçirilýär.

Himiýä senagatynyň käbir pudaklarynda ýylylyga durnukly önümleri göwrümleýin bölmek üçin, sagatda birnäçe kilogram ýa-da sagatda onlarça kilogram öndürilijilikli enjamlaryň işledilmegi talap edilýär.

Ýöne gaz-suwuklyk (bug-suwuklyk) ulgamlarynda geçýän massa çalyşma prosesleriniň şertleriniň dürlüligine garamazdan, «tarelkalaryň» işini häsiýetlendirýän,

«tarekalary» takyk şertlerde ulanyp boljak mümkinçiliklerine baha berip biljek bir topar umumy ululyklary tapyp bolýar. Massa çalşygy enjamlaryň «tarekalaryna» baha berlende, aşakdaky ululyklar ulanylýar:

a) Suwuklyk boýunça öndürjiligi; Belgilenilişi- L , $m^3/(m^2 \cdot sek)$, ýagny, sütüniň erkin kesiminiň meýdany boýunça hasaplanylýar. Şonuň ýaly-da, bug boýunça öndürjiligi ýa-da buguň faktory; Belgilenilişi- F , $(m^3/s) (kg/m^3)^{-0.5}$.

$$F = \frac{\omega}{\sqrt{\rho_b}}. \quad (5.26)$$

Bu ýerde:

ω – buguň (gazyň) tizligi, m/s; (sütüniň erkin kesimi boýunça alynýar);

ρ_b – buguň (gazyň) dykzlygy, kg/m^3 .

b) Galtaşdyryjy enjamyň netijeliligi. Bu görkeziji Merfiniň peýdaly täsir koeffisiýenti bilen bahalandyrylýar. Belgilenilişi- η ; Merfiniň PTK-sy, bu PTK «tarek kadaky» buguň (y) ýa-da suwuklygyň (x) böleginiň üýtgemeginiň, bu önümleriň deňagramlylyk ýagdaýyna ýetendäki bölekleriniň üýtgemegine bolan gatnaşygyna aýdylýar, ýagny:

$$\eta = \frac{(Y_{ah} - Y_{baş})}{(Y^* - Y_{baş})}. \quad (5.27)$$

Bu ýerde:

$Y_{baş}$; Y_{ah} ; Y^* – bugdaky ýeňil uçujy düzümleriň başlangyç, ahyrky we deňagramly konsentrasiýalary.

ç) «Tarekanyň» gidrawlik garşylygy. Belgilenilişi- ΔP , (Pa).

Bu görkeziji enjamda prosesi geçirmek üçin energetiki çykdajylary häsiýetlendirýän ululyklardyr. «Tarekalaryň» gidrawlik garşylygynyň (ΔP) PTK-a bolan gatnaşygy nazary «tarekanyň» gidrawlik garşylygyny häsiýetlendirýär, ýagny:

$$\Delta P_{naz} = \Delta P / \eta, \quad (5.28)$$

d) «Tarekanyň» durnukly işleýän çägi (diapazon); Bu ululyk bug boýunça max. we min. öndürjilikleriň gatnaşygydyr. Bu gatnaşykda enjamyň netijeli işjeňliginde pese düşme bolmaýar. Bu ululyk enjamyň beýikligi boýunça buguň öndürjiligi üýtgände uly orna eýedir.

Bulardan başga-da, «tarekka» baha berlende, «tarekanyň» işleýän önüminiň häsiýetine, prosesiň geçjek şertine we beýlekilere seredilýär. Ýöne esasy ululyklar olaryň ýokarda agzalan dördüsinden ybaratdyr.

«Tarekanyň» mehaniki hasaplamasynyň shemasy we düzümi «tarekanyň» gurnamasyna, sütüniň diametrine baglydyr. Hasaplamanynyň içine direg atanagy, «tarekanyň» diski, gapajyklary, nasadkanyň oturdylyjak (guýuljak) gözenekleri, direg burçluklary we gabara kebşirlenip birleşdirilýän beýleki elementler degişli-

dir. Hasaplama «tarelkalar» öz agramyndan we üstündäki önümiň agramyndan deňölçegli agram düşýän tegelek plastinalar görnüşinde seredilýär. Hasaplama «tarelkanyň» üstüniň we esasynyň basyşlarynyň aratapawudy göz önünde tutulmaýar. Gapajykly «tarelkalar» üçin hasaplama aşakdaky yzygiderlilikde alnyp barylýar.

1) «Tarelkanyň» meýdany kesgitlenilýär:

$$F = \pi D^2/4, \quad (5.29)$$

bu ýerde: F – «tarelkanyň» meýdany, m^2 ; D – enjamyň gabarasynyň içki diametri, m.

2) «Tarelkadaky» nippelleriň berkidiljek ötükleriniň meýdany kesgitlenilýär:

$$F_1 = XF, \quad (5.30)$$

bu ýerde: $X = 15 \div 20\%$; X – «tarelkanyň» umumy meýdanyndan nippelleriň tutýan meýdanynyň möçberi, %; F_1 – nippelleriň meýdany, m^2 .

3) «Tarelkanyň» diskiniň agramy kesgitlenilýär:

$$G_D = (F - F_1) \cdot S_D \cdot \gamma, \quad (5.31)$$

bu ýerde: S_D – «tarelkanyň» diskiniň galyňlygy, m. Bu ululyk hasaplama ilki kabul edilýär, ýagny $S_D = 0,01 \div 0,015$; γ – diskiň materialynyň udel agramy, MN/m^3 .

4) Nippeliň we gapajygyň agramy kesgitlenilýär:

$$G_{K.N} = G_g + G_N, \quad (5.32)$$

5) Gapajyklaryň sany kesgitlenilýär:

$$n = F_1/f, \quad (5.33)$$

bu ýerde $f = \pi d^2/4$; d – nippeliň diametri, m.

6) «Tarelkanyň» agramy kesgitlenilýär:

$$G_J = G_D + n \cdot G_{K.N}, \quad (5.34)$$

7) «Tarelkanyň» üstüne düşýän suwuklygyň agramy kesgitlenilýär:

$$G_{suw} = 0,01 \cdot S_{suw} \cdot (F - nf), \quad (5.35)$$

bu ýerde: S_{suw} – «tarelkanyň» üstündäki suwuklygyň galyňlygy, ýagny $S_{suw} = 80$ mm.

8) «Tarelka» düşýän umumy agram kesgitlenilýär:

$$G = G_T + G_{suw}. \quad (5.36)$$

9) «Tarelkanyň» diskiniň galyňlygy kesgitlenilýär:

$$S = D \sqrt{5 \cdot Q / 16 \cdot [\sigma]} + C. \quad (5.37)$$

Bu ýerde:

D – «tarelkanyň» diskiniň diametri, m;

Q – diske düşýän deňagramly ýa-da deňölçegli ýüklenme (deňölçegli paýlanan nagruzka);

$Q = 4 \cdot G/\pi \cdot D^2$; $[\sigma]$ – gabaranyň materialy üçin, işçi temperaturada rugsat berilýän dartgynlyk, MN/m²; $[\sigma] = 120$;

C – konstruktiv goşulma, mm. Eger-de hasaplanylýan galyňlyk başda kabul edilen galyňlykdan uly çyksa, onda çykan bahany alyp hasaplamany täzedan geçirmelidir.

«Tarelkanyň» aralyk ýagdaýda işlemegi üçin aşakdaky şert ýerine ýetirilmelidir: $Y/D < 1/2000$; bu ýerde Y – «tarelkanyň» bükülmesi; C – konstruktiv goşulma, mm.

$$Y = 0,043 Q D^4/E (S - C). \quad (5.38)$$

Eger-de hasaplamanyň netijesinde Y -iň bahasy bolmalysyndan uly çykan ýagdaýynda, «tarelkanyň» diskiniň galyňlygyny galňaldyp, hasaplama täzedan geçirilmelidir ýa-da «tarelkanyň» aşagyna profildäki materialdan (dwutawradan, şwellerden, burçlukdan) atanak goýulýar. Şonuň ýaly-da, karkas nasadka guýulýan gözenegiň aşagyna hem goýulýar.

5.12. «Tarelkalaryň» niýetlenişi, gurnamalary we işleýiş düzgünleri

«Tarelkaly» galtaşdyryjy gurluşlary gurnamalarynyň dürlüligi boýunça toparlara bölüp bolýar: mysal üçin;

a) Suwuklygy «tarelkadan tareлка» geçirmek usuly boýunça.

1) Geçiriji kanaly we 2) geçiriji kanalsyz. Birinjide ýörite kanallar bolup, bu kanallar boýunça suwuklyk bir «tarelkadan» beýleki «tareлка» geçýär, gaz bolsa bu kanallar boýunça geçmeýär. Ikinjide kanallar bolmaýar. Onda suwuklyk we gaz şol bir ötüken ýa-da kesimden geçýär.

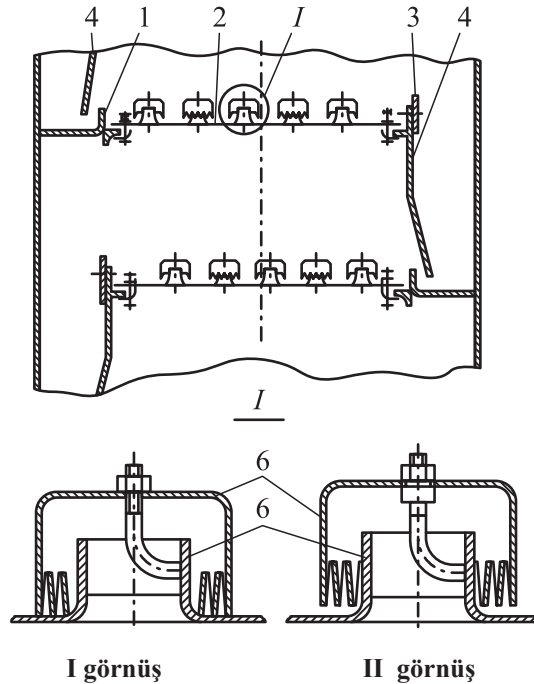
b) Gazyň we suwuklygyň özara täsiriniň häsiýeti boýunça «tarelkalar» düwmeli (barbotažly) we çüwdürimli bolýarlar. «Tarelkada» esasy önüm suwuklyk bolup, dispers önüm gaz ýa-da bug bolsa, onda bu «tareлка» düwmeli (barbotažly) «tareлка» diýilýär.

Çüwdürimlide esasy önüm gazdyr, suwuklyk bolsa dispers önüm bolup durýar.

ç) Buguň (gazyň) suwuklyga berilýän gurluşynyň gurnamasyna baglylykda, «tarelkalar» gapajykly, klapanly, setka görnüşli, ýaprak şekilli we gözenekli bolýar.

Gapajykly «tarelkalar». Bu jamlar häzirki wagta çenli rektifikasiýa we absorpsiýa prosesleri geçýän enjamlarda özleriniň ýönekeýligi, köpugurlylygy we gowy galtaşdyryjy gurluşy bilen tapawutlanýar.

Gapajykly «tarelkanyň» esasy bolup, polat disk (2) hyzmat edýär (5.26-njy surat). Polat diskde gelyän gazyň turbajyklary (6) üçin niýetlenen ýörite ötükler ýerleşdirilýär. Turbajyklar diskde kebşirilenip birleşdirilýär. Turbajyklaryň ýokarysynda diametri 60 mm ýa-da 80 mm bolan gapajyklar (5) oturdylýar. Gapajyklarda beýikligi 15mm, 20 mm ýa-da 30 mm bolan kesimler bolýar.



5.26-njy surat. Gapajykly «tarelka»:

1 – agma germewi; 2 – polat disk; 3 – dökülme germewi;
4 – kanalyň sütüni; 5 – gapajyk; 6 – turbajyk

«Tarelkada» suwuklygyň ýeterlik derejesini almak üçin, onda dökülme germewi (3) ýerleşdirilýär. Şeýle-de «tarelkada» suwuklygyň agma germewi (1) bolýar we ol öz gezeginde «agma jübini» emele getirýär. Onuň içine bolsa «tarelkanyň» geçiriji kanalyň plankasy (4) çümdürilýär.

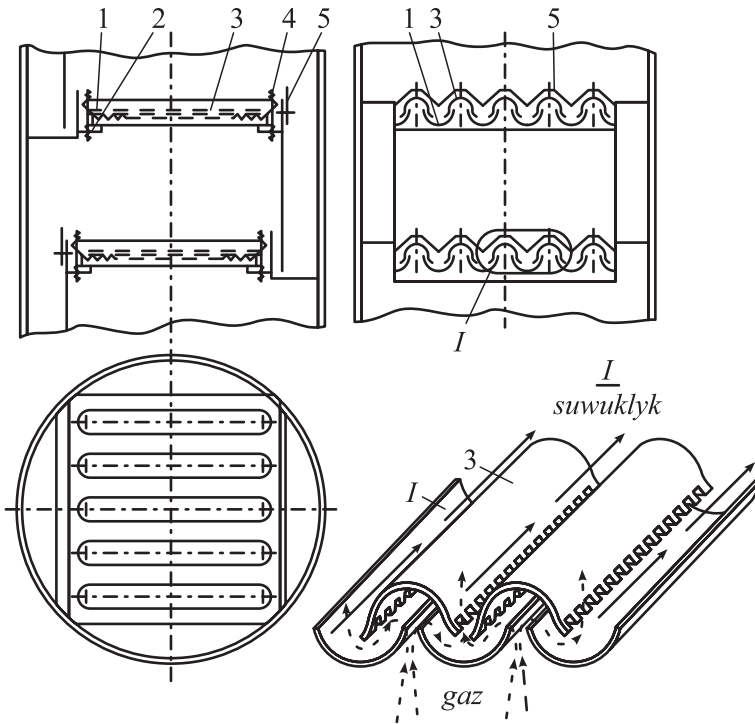
Gapajygyň «tarelka» birleşmesiniň iki görnüşü ulanylýar:

1) Ýokarlygyna sazlap bolýan görnüş (5.26-njy surat. I görnüş).

2) Ýokarlygyna sazlap bolmaýan görnüş (5.26-njy surat. II görnüş).

«Tarelkanyň» işleýiş düzgüni: «Tarelka» gelyän suwuklyk dökülme germewi (3) bilen kesgitlenýän beýiklige çenli doldurylýar. Gapajyklaryň kesimleri bolsa suwuklyga çümdürilýär. Aşakdan gelyän bug (gaz) akymy turbalardan we gapajyklaryň kesimlerinden geçip, suwuklyk gatlagynda düwmelenip (barbotirle-nip), çykyp gidýär. Gaz we suwuklyk akymlyry kesişme ýagdaýda bolýar, ýagny suwuklyk «tarelkanyň» guýulma bosagasyndan (1), dökülme bosaga (3) çenli he-

reket edýär we geçiriji kanallar boýunça aşakdaky «tarelka» geçýär. Gaz bolsa öz gezeginde ýokarlygyna sütüniň oky boýunça hereketde bolýar.



5.27-nji surat. Tunnel görnüşli gapajykly «tarelka»:

1 – S şekilli element; 2 – burçluk; 3 – gapajyk; 4 – şpilka; 5 – sütün

«Tarelkalaryň» gapajyklarynyň materialy çöýundan, misden, keramikadan we plastmassadan bolup bilýär.

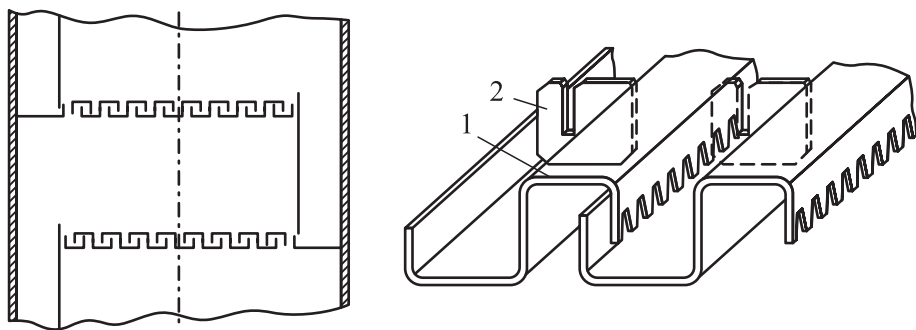
Ýetmezçilikleri: metal sygymy ýokary, gapajyklary ýasamagyň we taýýarlamagyň hem-de ýygnaalmasynyň çylşyrymlylygy, şonuň ýaly-da, garyndyly suwuklyklarda işleýşiniň pesligi.

Nebiti gaýtadan işleýän önümçilikleriň rektifikasion enjamlarynda tunnel görnüşli gapajykly «tarelkalar» ulanylýar (5.27-nji surat). Bu «tarelkalar» ştamplanyp alnan ternawlardan (1) ýygnaýlar we suwuklygyň hereketiniň ugryna görä direg burçluklarynda (2) oturdylýar. Olaryň üstünde gapajyklar (3) ýerleşdirilýär. Şeýlelikde, aşaky we ýokarky gapajyklaryň aralygynda buguň (gazyň) çykmagy üçin kanallar emele gelýär. Buguň deňölçepli paýlanylmagy üçin, gapajyklaryň aşaky bölegi trapesiýa şekilli kesimler bilen üpjün edilýär.

Gapajyklar «tarelkanyň» özüne şpilkalalar (4) bilen berkidilýär. «Tarelkada» suwuklygyň deňölçepli paýlanylmagy üçin, dökülme sütüni (5) hem kesimler bilen üpjün edilýär.

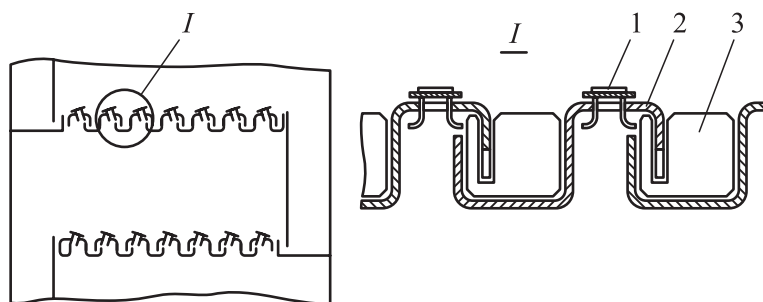
Bu «tarelkalaryň» esasy artykmaçlyk tarapy: gapajyklaryň sanynyň azlygy we olary arassalap boljak mümkinçiliginden ybaratdyr. «Tarelkanyň» beýleki görkezijileri pes, şonuň üçin hem olar häzirki döwrüň täze «tarelkalary» bilen çalyşylýarlar.

Häzirki döwürde nebiti gaýtadan işleýän sütünlerde suwuklygyň akymyna perpendikulýar oturdylyan S şekilli elementli (1) «tarelkalar» ulanylýar (5.28-nji surat). «Tarelkanyň» kanalyny iki gapdalyndan baglamak hem-de berkligini ýokarlandyrmak üçin, S şekilli elementleriň aralygynda plastinalar (2) ýerleşdirilýär.



5.28-nji surat. S şekilli elementli «tarelka»:

1 – S şekilli element; 2 – plastina



5.29-njy surat. S şekilli elementli «tarelka»:

1 – klapan; 2 – S şekilli element; 3 – plastina

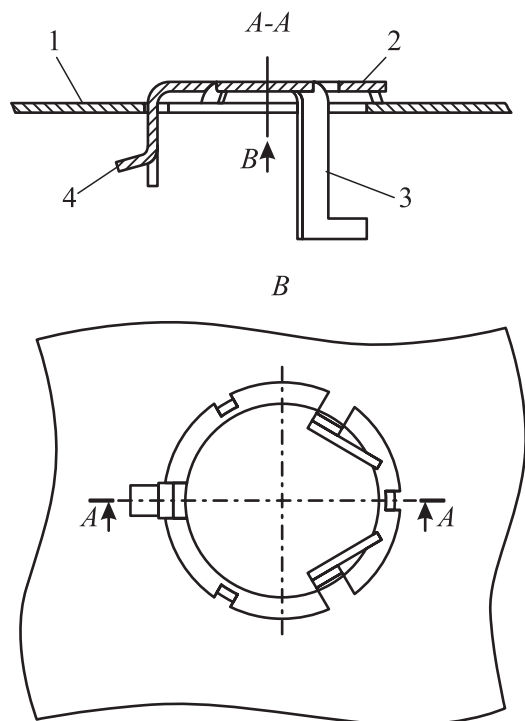
Enjamyň diametrine baglylykda, bu «tarelkalar» bir we köp akymly bolýarlar. Bu «tarelkalaryň» esasy aýratynlygy, bug (gaz) akymynyň «tarelkalardan» suwuklygyň akymynyň ugry boýunça çykýanlygyndan ybaratdyr. Bu bolsa öz gezeginde «tarelkanyň» dökülme we guýulma germewlerinde suwuklygyň derejeleriniň tapawudyny peseltmäge ýardam berýär.

Elementi S şekilli «tarelkalara» sarp edilýän metalyň möçberi gapajykly «tarelkalara» garanynda iki esse azdyr, öndürjiligi bolsa 20÷30% ýokarydyr. Netijeliligi deň. Bu «tarelkalaryň» netijeliligini ýokarlandyrmak üçin S şekilli elementler (2) gönüburçly görnüşdäki klapanlar (1) bilen üpjün edilýär (5.29-njy surat). Klapanlar S şekilli elementiň ýokarky meýdançasynnda ýerleşdirilýär. «Tarelkanyň» berkligini üpjün etmek üçin plastinalar (3) goýulýar.

Öndürijiligi boýunça bu «tarekalar» klapanyly «tarekalardan» takmynan 10% ýokarydyr.

Klapanyly «tarekalar». Bu «tarekalar» hem beýlekiler ýaly nebit-himiýasy önümçiliginde giňden ulanylýar. Bularyň esasy artykmaçlyk taraplary: işçi ýüklenmeleriniň uly aralygynda massa çalyşmanyň uly netijeliligini üpjün edip bilijilik ukbydyr, şeýle-de gurnamasynyň ýönekeýligi, metalyň az harçlanmasy we bahasynyň arzan düşýänligi hem olaryň artykmaç tarapydyr.

Klapanyly «tarekanyň» klapanyly disk we gönüburçlyk görnüşinde ýasalýar, «tarekalar» önümleriniň ugurdaş ýa-da kesişýän hereketinde işleýärler. Massa çalşygy enjamlaryň köpüsünde, esasan, ugurdaş akymda işleýän disk şekilli klapanyly ulanylýar.



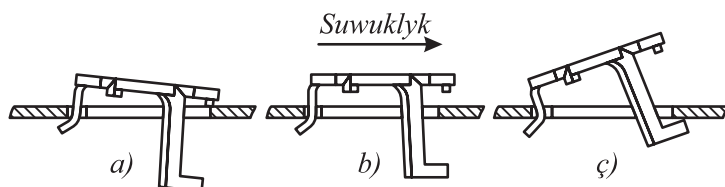
5.30-njy surat. Klapanyly «tarekanyň» klapany:
1 – tarekanyň esasy; 2 – klapany; 3 – uzyn ugrukdyryjy;
4 – kelte udrukdyryjy

Ugurdaş akymly klapanyly «tarekada» (5.30-njy surat) küşt tagtasynyň düzüminde ötükler ýerleşdirilýär, bu ötüklerde diametri 50 mm bolan disk şekilli özi sazlanýan klapanyly ýerleşdirilýär. Klapanyly buguň (gazyň) hereketine görä, 6÷8 mm beýiklige galyp bilýärler.

Disk şekilli klapanyly üç sany ugrukdyryjy bilen üpjün edilýär. Ugrukdyryjylar biri-birine 45° burç bilen ýerleşdirilen bolup, olaryň ikisiniň uzynlygy deňdir, üçünji bolsa keltedir. Mundan başga-da, klapanyly diskinde, ştamplanyp ýasalan

ýörite diregleri bolýar. Bu diregler disk bilen «tarelkanyň» arasyndaky başlangyç yşy, şeýle-de klapanyň «tarelka» ýelmeşmezligini üpjün edýär. Buguň uly bolmadyk öndürijiliginde klapanyň ýeňil bölegi ýokaryk galýar (5.31-nji surat, a ýagdaý) we bug (gaz) klapan bilen «tarelkanyň» arasyndaky yş boýunça çykyp, «tarelkanyň» üsti bilen akyp geçýän suwuklygyň hereketiniň garşysyna tarap hereketde bolýar.

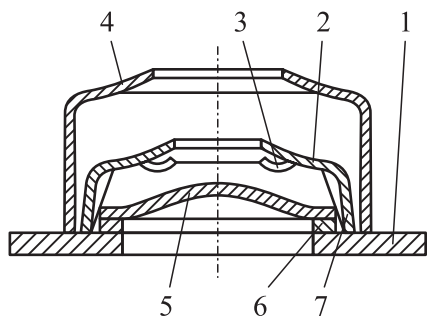
Buguň (gazyň) tizliginiň ýokarlanmagy bilen, klapan ýokary galýar we «tarelkanyň» ýokarsynda saklanýar (5.31-nji surat, b ýagdaý); indi bug (gaz) klapanyň aşagyndaky halkalaýyn yş boýunça suwuklykda düwmelenýär (barbotirlenýär). Buguň (gazyň) öndürijiligi mundan beýläk hem ýokarlandyrylsa, klapan has ýokary ýagdaýa ýokaryk galýar we bug (gaz) suwuklygyň hereketiniň ugryna çykyp başlaýar hem-de «tarelkada» suwuklygyň derejeleriniň tapawudyny azaldýar (5.31-nji surat, ç ýagdaý).



5.31-nji surat. Klapanly «tarelka»:

a – pes ýüklenmede; b – orta ýüklenmede; ç – uly ýüklenmede

Klapanly «tarelkalaryň» öndürijiligin we durnukly işjeňlik çäklerini (diapazony) ýokarlandyrmak üçin, «tarelkalar» ballastly, ýagny klapanyň (5) ýokarlygyna galmak ukybyny sazlamak maksady bilen ýörite agramlyk (ballast) ýerleşdirilýär (5.32-nji surat). «Tarelkanyň» (1) ötüklerniň ýokarsynda ýörite direglerde ýokaryk galmany çäklendirijiler (4) ýerleşdirilýär, olaryň içinde bolsa, aýajyklarda (7) ýeňil klapan (5) we ballast (2) ýerleşdirilýär. Klapanyň ballasta ýelmeşmezligi üçin, ýörite

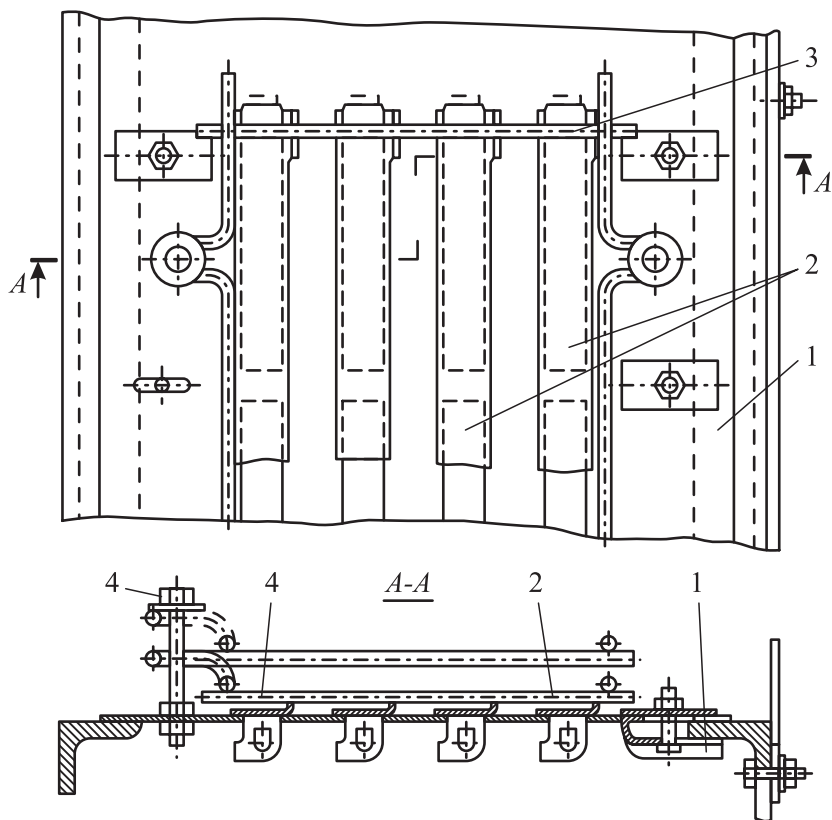


5.32-nji surat. Agramlykly (ballastly)

«tarelka»: 1 – jam; 2 – ballast;
3, 6 – diregler; 4 – çäklendiriji;
5 – klapan; 7 – aýajyk

diregler (3, 6) bolýar. Buguň (gazyň) az öndürijiliginde «tarelka» adaty diskli klapan ýaly işleýär, ýüklenme (nagruzka) ýokarlandyrylsa, klapan (5) ballasta direlýär we onuň bilen birlikde agramlykly bir klapan ýaly işleýär.

Ballastly «tarelkalary» aýratynlykda we toparlaýyn ballastly hem taýýarlap bolýar (5.33-nji surat). Bular ýaly «tarelkada» (1) birnäçe hatar goýlan gönüburçly kesimler bolýar. Bu kesimler gönüburçly şekildäki klapanlar (2) bilen ýapylýar. Klapanlaryň uly ölçegleri (154×45 mm) diskli klapanlaryň sanyny 2÷4 esse azalytmaga mümkinçilik berýär.



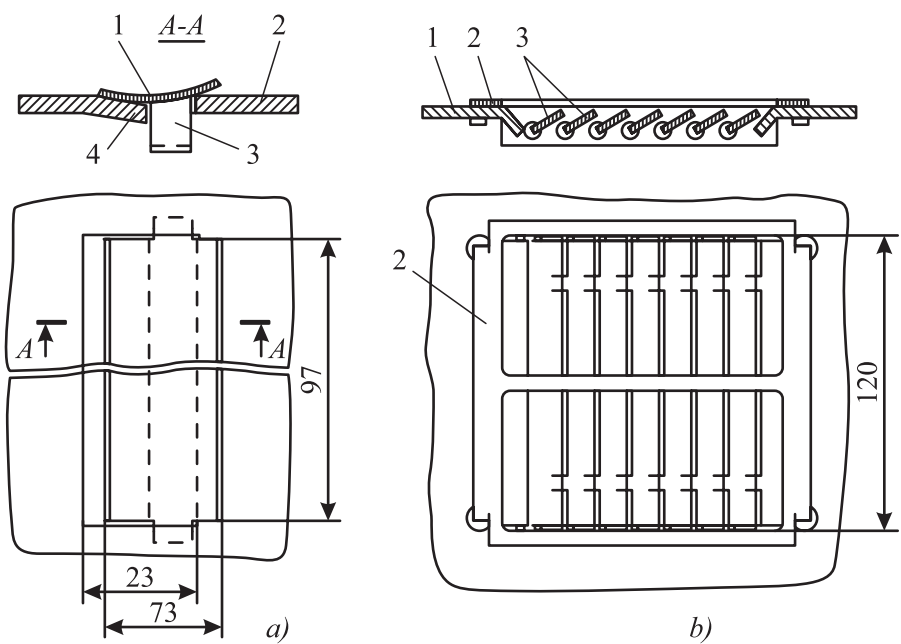
5.33-nji surat. Toparlaýyn ballastly «tarelka»:

1 – «tarelka»; 2 – klapany; 3 – ballast; 4 – wint

Klapanalaryň ýokarsynda diametri 8 mm bolan simden ýasalan, hereket edýän umumy ballast (3) ýerleşdirilýär. «Tarelkalar» işlände ilki bilen klapanyň plastinasy ýokaryk galyp, ballasta direlýär we onuň bilen bilelikde wintiň (4) depesine direýänçä ýokaryk galýar.

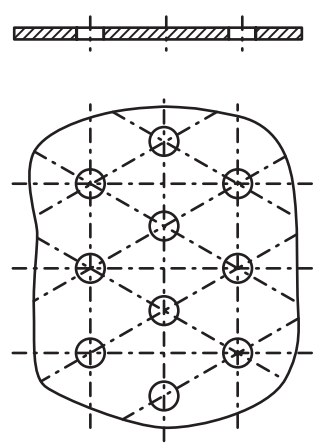
Silindriň şekilindäki ştamplanyp ýasalan klapany «tarelka» 5.34-nji *a* suratda görkezilen «tarelkanyň» (2) üstünde ýerleşdirilen klapany (1), ýokaryk galmany çäklendirijili (3) silindriň bir bölegi bolup durýar. Klapany egredilen tekjäniň (4) «höwürtesinde» ýerleşdirilýär. Klapanyň massasy, onuň konfigurasiýasy we agyrylyk merkezi buguň (gazyň) tizligi kesgitlenen ýagdaýa ýetende, klapany egredilen tekjäniň üst ýüzünde hereket eder ýaly edilip ýerine ýetirilendir. Bu ýagdaýda «tarelkanyň» üst ýüzi bilen klapanyň aralygynda yş emele gelýär we ondan suwuklygyň agýan ugryna tarap bug (gaz) çykyp başlaýar. Buguň (gazyň) täsirli öndürjiliginde klapany ýokaryk galýar we «tarelkanyň» üstünde saklanýar.

Perdeli žalýuzly-klapanly «tarelkada» (5.34-nji *b* surat) gazyň «tarelka» (1) girmegi üçin gerek bolan yş, tekiz perdeli klapanalaryň (3) öz oklarynyň daşyndan aýlanmagynyň esasynda emele gelýär. Oklar rama (2) berkidilýändir.

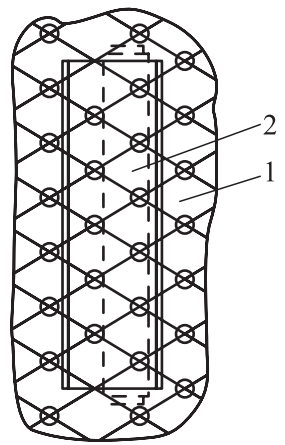


5.34-nji a, b surat. Klapanly «tarelkalar»:

*a – silindriň şekilindäki ştamplanyp ýasalan klapanly «tarelka»;
 1 – klapan; 2 – «tarelka»; 3 – çäklendiriji; 4 – egredilen tekje;
 b – perdeli (žalyuzly) – klapanly «tarelka»; 1 – «tarelka»;
 2 – rama; 3 – klapanlar*



5.35-nji surat. Torly tarelkanyň elementi



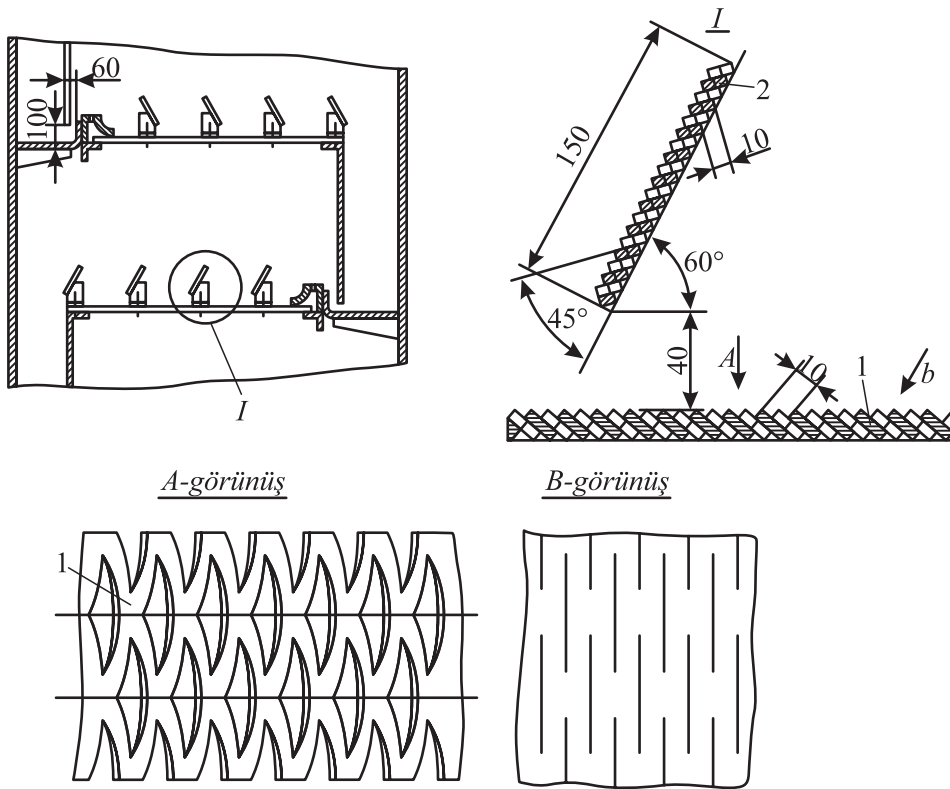
**5.36-njy surat. Torly-klapanly «tarelkanyň» elementi:
 1 – «tarelka»; 2 – klapan**

Tor görnüşli «tarelkalar». Agma gurluşly setkaly «tarelkalar» diametri 400÷4000 mm bolan sütün enjamlarynda ulanylyrlar we olarda «tarelkalaryň» aralyklary 200 mm-den uly goýulýar.

Bu «tarekalaryň» esasy elementi, ötüklerniň diametri 2÷6 mm bolan metal disk bolup durýar. Ötükler diskde deňtaraply üçburçlugyň depeleri boýunça ýerleşdirilýär (5.35-nji surat).

Diametri 800 mm-dan uly bolan sütünlerde «tarekalar» aýratyn bloklardan düzülýär. «Tarekanyň» blogunyň gabara berkidilişi we agma gurluşynyň gurnamasy boýunça bu «tarekalar» gapajykly we klapanly «tarekalara» meňzeşdirler. Tor görnüşli «tarekalaryň» artykmaçlyk taraplary: «tarekanyň» erkin kesiminiň uly bolmagynyň esasynda enjamyň bug (gaz) öndürjiliginini ýokary bolmagy we metalyň az harçlanmasýndan ybaratdyr.

Bugun (gazyň) öndürjiligi boýunça bu «tarekalar» gapajykly «tarekadan» 30÷40% ýokarydyr. Ýetmezçilik taraplary: «tarekanyň» gurnamaklyk ýokary takyklygy talap edýär; garyndyly önümlerde ötüklerniň dykylmagy sebäpli, işlemek ukybynyň çäkliliginden ybaratdyr.



5.37-nji surat. Ötükleri çekýän elek şekilli «tarelka»:

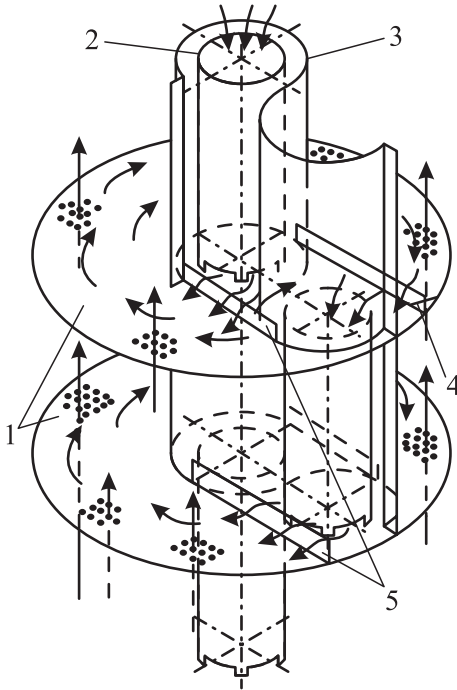
1 – «tarelka»; 2 – serpidiriji element

Enjamyň gidrawlik garşylygyny we durnukly işçi çäginu giňeltmek üçin, «tarekalar» klapanly (2) gurluşlar bilen üpjün edilýär (5.36-njy surat); netijede, «tarekanyň» bugun (gazyň) pes we uly öndürjiliklerinde netijeliligi ýokarlanýar. Pes

ýüklenmelerde «tarelka» adaty torly ýaly işleýär, ýüklenme ýokarlandyrylsa, klapany bilen «tarelkanyň» (1) aralygynda yş emele gelýär, bu ýerden bolsa käbir kese burç bilen bug (gaz) çykýar. Çykýan bug (gaz) «tarelkanyň» üsti boýunça suwuklygyň dökülme germewe tarap hereket etmegini üpjün edýär we «tarelkada» suwuklygyň derejesiniň tapawudyny peseldýär. Torly-klapanly «tarelka» pes gidrawlik garşylykda durnukly işçi kadasynyň uly diapazonyny üpjün edýär. Bu bolsa ony wakuum astynda geçýän proseslerde ulanmaga mümkinçilik berýär.

Ötükleri çekýän, elek şekilli «tarelkalar» (5.37-nji surat).

Bu «tarelkalar» diametri 1200÷4000 mm bolan sütünlerde ulanylýar. Bu «tarelkalar» galyňlygy 2÷3 mm bolan listlerden ýasalýar. «Tarelka» ugurdaş hereketli, çüwdürimli «tarelka» ýaly işleýär. Suwuklygyň syçyramagyny peseltmek üçin «tarelkanyň» üstünde, 60° burç bilen serpidiriji elementler (2) gurnalýar. «Tarelkanyň» gidrawlik garşylygynyň uly bolmazlygy üçin, «tarel-



5.38-nji surat. Elementi S şekilli germewli torly «tarelka»:

1 – polat list; 2 – stakan; 3 – S şekilli germew; 4 – dökülýän germew; 5 – agma germewi

kanyň» erkin kesimi, suwuklygyň aşak gaçmazlyk şertine baglylykda sazlanýlar we ýeterlik derejede bolýar (sütüniň kesiminiň 30%-den az bolmaly däl).

Muňa baglylykda, bu «tarelkalar» wakuumda işleýän sütünlerde ulanylýar. Sütünde «tarelkalaryň» gysga aralygy 450 mm-den kiçi bolmaly däl.

Tor görnüşli «tarelkalar» pes temperatura-da işleýän, howany bölüji enjamlaryň rektifikasion sütünlerde, galtaşdyryjy enjamlar hökmünde örän giňden ulanylýarlar. Diametri uly bolmadyk enjamlarda, elementi S şekilli elementli «tarelkalar» ulanylýar (5.38-nji surat).

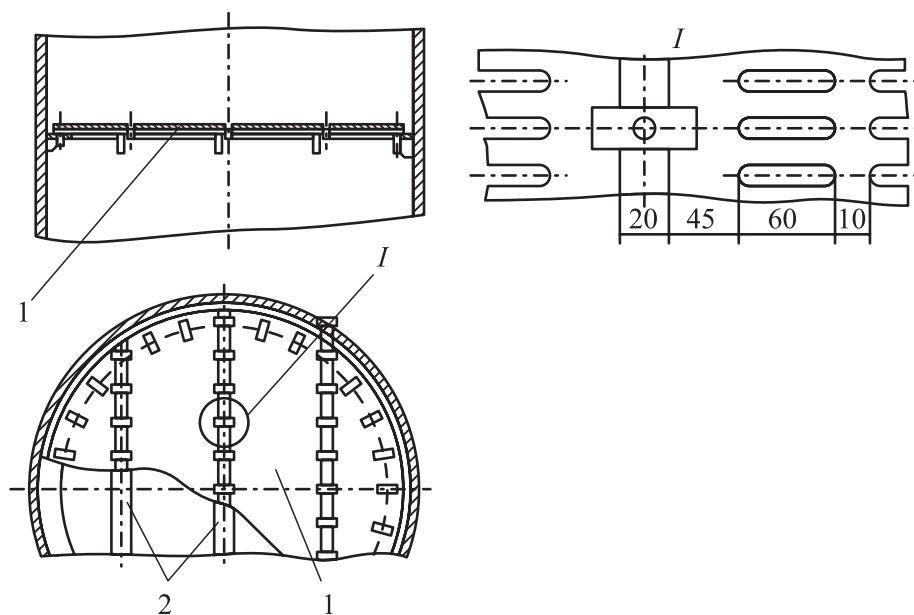
Bu «tarelka» ýüzi gofrirlenen listden (1) ybarat bolmak bilen, oňa S şekilli germewi (3) galaýylyp berkitmek arkaly birleşdirilýär. Bu germew «tarelkany» iki bölege bölýär.

Ýokarky «tarelkadan» dökülýän suwuklyk, dökülýän stakanyň (2) kesimlerinden geçýär we agma germewiniň (5) üsti bilen «tarelka» gelýär, soňra listdäki (1) ötüklerden ýokarylygyna gelýän bug (gaz) bilen galtaşyp, ugur

görkezijiler bilen görkezilen ugur boýunça hereket edýär. Soňra suwuklyk germewiň (3) beýleki tarapyndan barýar we suwuklygyň dökülýän germewiniň (4) we stakanyň üsti bilen indiki «tarelka» tarap hereket edýär.

Gözenekli «tarelkalar». Bu «tarelkalar» (5.39-njy surat) işçi öndürijiligi hasaplanýan öndürijiligiden 25% tapawut edýän gurluşlarda ulanylýar.

Bu «tarelkalaryň» artykmaç taraplary: gurnamasynyň ýönekeýligi we metalyň az harçlanmasyndan ybaratdyr. Mundan başga-da, «tarekaldaky» yşlaryň ininiň ýeterlik derejede bolmagy, «tarekalaryň» suwuklygy geçirijilik ukybynyň ýokary bolmagyny üpjün edýär we şonuň esasynda bolsa, bu «tarekalaryň» çökündi galdyrýan hapa suwuklyklarda işläp bilmegine mümkinçilik döredýär. Ýetmezçilik taraplary: durnukly işçi çäkleriniň (diapazonynyň) gysgalygy we prosesiniň başynda çyglyndyrmany deňölçegli paýlamagy üpjün etmekligiň çylşyrymlylygy blen baglydyr.



5.39-njy surat. Gözenekli «tarelka»:

1 – polat disk; 2 – direg gurnamasy

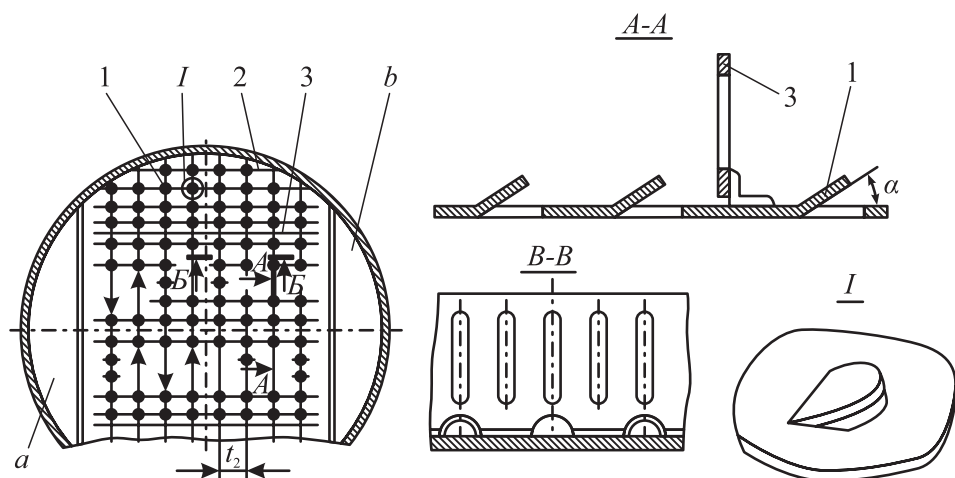
Gurnamasy boýunça gözenekli «tarelka» sütüniň kesimini doly baglaýan we onda ştamplanyp alnan, gönüburçly yşlar bilen üpjün edilen polat disk (1) bolup durýar. Disk (1) direg gurnamasynyň (2) üstünde ýerleşdirilýär. Kesimleriň meýdany «tarelkanyň» ähli meýdanynyň 10 ÷ 30%-ni tutýar. Kesimler (ölçegleri 4 × 60 mm) «tarekalaryň» üst ýüzünde $t = 10...36$ mm ädim bilen ýerleşdirilýär. Sütün işlän wagtynda gelýän buglaryň (gazlaryň) basyşy astynda, «tarelkanyň» üstünde suwuklygyň gatlagy emele gelýär, bu gatlagyň içinden bug (gaz) düwmelenip (barbotirlenip) geçip gidýär. Bu ýagdaýda suwuklygyň bölegi kesimlerden akyp, aşakdaky «tarelka» tarap geçýär. Kesimler döwürleýin işleýärler: suwuklygyň akýan we buguň (gazyň) geçýän ýerleri, «tarelkanyň» düşegi boýunça ýerlerini erkin üýtgetýärler.

5.12.1. Bloklaşdyrylan massa çalşyjy gurluşlar

Himiýa, nebit-himiýasy we nebiti gaýtadan işleýän önümçiliklerde tehniki ösüşiň ugurlarynyň biri hem, bir bütewi kuwwatly uly enjamlary işläp düzmek we ulanmak bolup durýar. Häzirki wagta çenli sütünleriň netijeliligini we öndürijiligini ýokarlandyrmak, olaryň beýikligini we diametrini ulaltmak arkaly gazanyldy. Ýöne sütünleriň diametrini ulaltmagyň netijesinde, galtaşýan önümleriň hereketiniň tertipsizlenmegi ýokarlanýar, ýagny «tarekada» «baýpas» (boş) akymlaryň, «öli» zolaklaryň ýüze çykmagyna, şonuň ýaly-da «tarekada» gaz akymynyň tizliginiň we suwuklygyň beýikliginiň kese kesim boýunça deňölçegsiz bolmagyny döredýär. Bularyň hemmesi sütünde massa çalşmanyň netijeliligini peseldýär. Muňa baglylykda, enjamyň öndürijiligini ýokarlandyrmak üçin onuň ölçeglerini ulaltjak bolup durman, suwuklyk we bug (gaz) boýunça ýokary öndürijilikli galtaşdyryjy enjamlary döretmek, esasan hem bu gurluşlary keseligine we dikligine bloklaşdyrmak has maksadalaýykdyr.

Önümleriň ugurdaş hereketini sazlamak we onuň tutuşlaýyn «tarekany» boýunça ýaýramagyny aradan aýyrmak üçin, «tarekada» guýulma germewden dökülme germewe çenli suwuklygyň egrem-bugram hereketini hem-de bug-suwuklyk garyndynyň akymynyň garşylyklaýyn ýa-da kesişýän ugurda hereketini üpjün edýän kese ýa-da dik germewleri oturtmak mümkinçiligi bardyr.

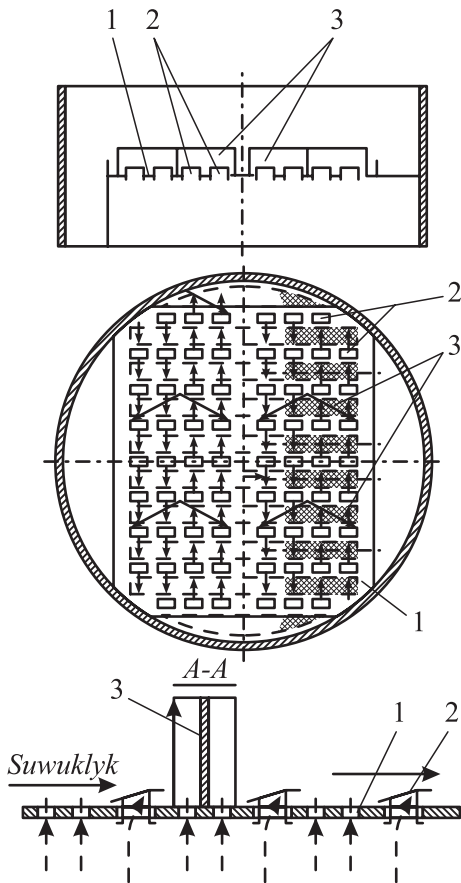
Muňa mysal edip, «ýaprajyk» şekilli, kese bloklaşdyrylan «tarekany» görkezip bolar (5.40-njy surat). «Tarekada» «ýaprajyklar» α burç bilen yapgyt edilip, ştamplanyp alynýar. Suwuklyk akymynyň ugry boýunça «tarekany» dik germewler (3) bilen bloklaşdyrlýar.



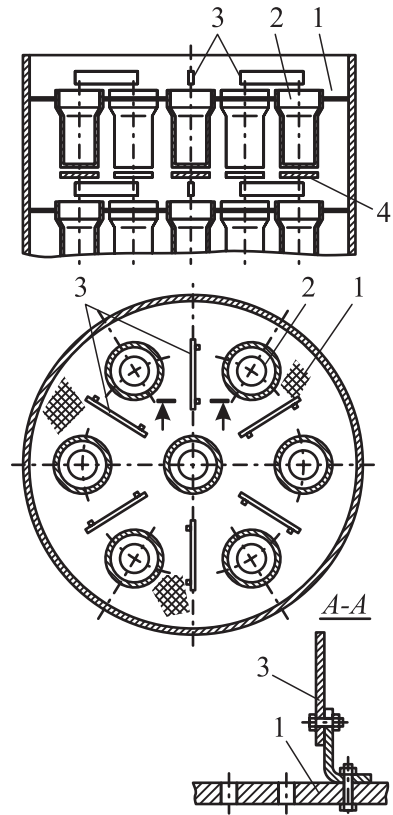
5.40-njy surat. «Ýaprajyk» şekilli, kese-bloklaşdyrylan «tarekany»:

1 – «ýaprajyklar»; 2 – polat disk; 3 – dik germewler

Gidrawlik garşylygyň tutuşlaýyn «tarelka» boýunça hemişelik bolmagyny üpjün etmek üçin, germewler ýörite deşilen ötükler ulgamy bilen üpjün edilendir. Buguň (gazyň) tizligi 1,5 m/s ýetende, «tarelka» tor görnüşli we gapajykly «tarelkalar» ýaly işleýär, ýagny suwuklyk guýulma germewden (a) «tarelkanyň» işçi bölegine düşýär, gaz bolsa ötüklere girýär we suwuklygyň gatlagynda düwmelenýär (barbotirlenýär), suwuklygy howalandyrýar (aerirleýär) we «tarelkada» gaz-suwuklyk akymy emele gelýär. Buguň (gazyň) tizligi 1,5 m/s-dan uly bolanda, ötüklere çykýan gaz çüwdürimleri we ol çüwdürimleriň emele getirýän suwuklyk akymy, dik germewler ýa-da sütüniň diwary boýunça hereket edip, olara urulýar we separirlenmeden soň bug (gaz) «tarelkadan» çykyp gidýär. Bu ýagdaýda suwuklyk guýulma germewden (a) dökülme germewe (b) çenli çylşyrymly egrem-bugram hereketde bolýar.



5.41-nji surat. Dik germewli klapany «tarelka»: 1 – «tarelka»; 2 – klapanylar; 3 – dik germew



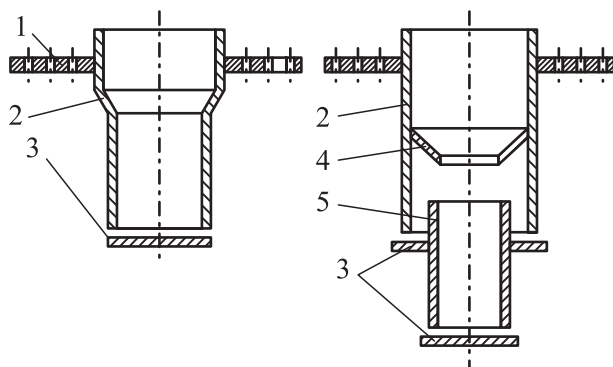
5.42-nji surat. Iki galtaşma zolakly «tarelka»: 1 – «tarelka»; 2 – klapanylar; 3 – dik germew; 4 – serpidiriji

Kese bloklaşdyrylan massa çalşyjy gurluşlaryň ýene-de bir görnüşi, dik germewli (3) klapanly «tarelka» bolup durýar (5.41-nji surat). «Tarelkanyň» bu görnüşiň ýokarda görkezilenden tapawudy, «tarelkadaky» (1) ötüklerniň ýerine suwuklyk akymynyň hereketiniň ugruny üpjün edýän gapdal diwarly klapanlar (2) oturdylýar.

Öndüriligi boýunça bu «tarelkalar» kese bloklaşdyrylan klapanly «tarelkalardan» 1,4 esse tapawut edýär, massa çalyşmanyň netijeliligi boýunça bolsa, $1,25 \div 1,3$ esse tapawutlanýandyr.

Çyglandyrmanyň ýokary dykzlygynda ($50 \text{ m}^3/\text{sag}$ ýokary), haçan-da «tarelkalaryň» işleýşi guýulma gurluşlaryň öndüriligi bilen çäklendirilýän bolsa, onda köp dökülýänli gurluşly, kese bloklaşdyrylan «tarelkany» ulanmak maksadalaýyk bolýar (5.42-nji surat). «Tarelkanyň» esasy bölegi ýörite deşilen ötükler ulgamyndan (1) ybarat bolup, onda dökülme «jübüleri» oturdylýar (bular bir, iki we üç yşly bolup bilýärler). Gurnawda ugrukdyryjy plankalar (3) we serpikdiriji (4) ötükler ýerleşdirilendir.

«Tarelkada» (1) oturdylýan dökülme «jübüsiniň» bir yşly gurnamasy (5.43-nji a surat) esasan, turbadan (2) we serpikdiriji diskden (3) ybaratdyr. Disk berkidilende, turba bilen onuň arasynda ini $h_{ys} = 4 \dots 12 \text{ mm}$ bolan halkalaýyn yşlar bolar ýaly edilýär. Bu yşlar boýunça suwuklyk halkalaýyn çykyp, goşmaça galtaşma zolagyny emele getirýär. Iki yşly «jübi» oturdylsa bolsa (5.43-nji b surat), suwuklyk dökülme germewinden agyp, daşky turbanyň (2) içki diwary we konus (4) boýunça içki turba (5) tarap akýar we goşmaça galtaşma zolagyny emele getirip, aşaky yşdan halkalaýyn çykýar. Suwuklyk boýunça öndüriligi ýokarlandyrmak bilen, turbada (5) onuň derejesi ýokarlanýar, suwuklyk turbanyň (2) giňişligini doldurýar we ýokarky yş boýunça agmaga başlaýar. «Tarelkalaryň» aralygyndaky giňişlikde bolsa, ikinji halkalaýyn çüwdürim emele gelýär. Şeýlelikde, köp yşly akym, suwuklyk boýunça ýüklenmäniň täsirli giňelmegine mümkinçilik berýär.



5.43-nji a, b surat.

Bir yşly (a) we iki yşly (b) «jübüleri»: 1 – «tarelka»; 2 – patrubok;
3 – serpikdiriji; 4 – konus; 5 – içki patrubok

Önümleriň galtaşma zolagy iki sany bolan «tarekalarda», «tarekalaryň» aralygynda emele gelýän goşmaça galtaşma zolagynyň emele gelmeginiň netijesinde, massa çalyşmanyň netijeliliginiň takmynan 30% ýokarlanmagyna mümkinçilik berýär.

5.12.2. «Tarekaly» sütün enjamlaryny saýlamaklygyň teklipleri

«Tarekaly» galtaşdyryjy gurluşlara edilen derňewleriň netijeleri ýokarda görkezilen gurnamalaryň içinde käbir «tarekalary» tehnologik niýetlenişine we işçi ululyklaryna baglylykda, olaryň ulanyp boljak ugurlaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Çykarylan netijeleriň esasynda aşakdaky görkezmeler teklip edilýär:

a) tor görnüşli «tarekalar» işçi kadasy kadaly geçýän we suwuklyk boýunça öndürilijiligi (L) $40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ bolan proseslerde netijeli bolup durýar. Bu «tarekalary» çökündi galdyryp, ötükleriň dykylmagyna getirjek suwuklyklary işlemekde ulanmak bolmaýar. Agma enjamy köp bolan tor görnüşli «tarekalary» suwuklyk boýunça udel ýüklenmesi (nagruzkasy) (L) $180 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ bolan we işjeň galtaşmany talap edýän proseslerde tor görnüşli klapany «tarekalary» wakuumyň astynda we atmosfera basyşynda geçirilýän hem-de $L < 100 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ we $F < 2,5 \text{ (m/s)(kg/m}^3)^{-0,5}$ bolan proseslerde ulanmak teklip edilýär. Bu «tarekalaryň» maýdajyk gaty bölejikler bilen dykylmak derejesi örän pes bolup durýar, sebäbi gaty bölejikler klapalaryň aşagyndan çykýan buguň (gazyň) tizliginiň gönümel täsir etmegi netijesinde, «tarekalaryň» üst ýüzünden üflenip aýrylýandyrlar.

b) klapany «tarekalary» atmosfera we uly basyşlarda geçýän hem-de $L < 100 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ we $F < 2,5 \text{ (m/s)(kg/m}^3)^{-0,5}$ bolan proseslerde ulanmak teklip edilýär. Bu «tarekalaryň» durnukly iş çäkleri (diapazon) 3,5-e deňdir.

ç) perdeli (žalýuzly) klapany «tarekalaryň» tor-klapanly görnüşli «tareka» bilen deňeşdirilende, işjeňliginiň ýokarylygy sebäpli, gidrawlik garşylygy ýokarydyr we olary esasan, basyş astynda geçirilýän hem-de $L < 130 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})^{-0,5}$ we $F < 3,75 \text{ (m/s)(kg/m}^3)$ bolan proseslerde ulanmak teklip edilýär. Bularyň durnukly işçi çägi 4,5-e ýetýär.

d) gapajykly «tarekalar», kuwwatlylygy we suwuklyk boýunça ýüklenmesi (nagruzkasy) onçakly uly bolmadyk önümçiliklerde ulanylýar. Bu şertler «tarekalaryň» galtaşma zolakda, suwuklygyň kesgitlenen ätiýaçlyk möçberini saklamak mümkinçiligini üpjün edýänligi bilen düşündirilýär.

«Tarekalaryň» alty kysymy üçin ulanyp boljak ugurlary 5.4-nji tablisada görkezilendir.

Dürli kysymdaky «tarelkalaryň» ulanylyp boljak ýerleri

«Tarelka»	Diametr, mm	Prosesiň geçýän şerti
Tor görnüşli klapanyly Tor görnüşli	400÷4000	Wakuum; atmosfera basyşy Islendik basyş, kadaly düzgün
Klapanyly; gapajykly; perdeli-klapanly	1000÷4000	Atmosfera we uly basyş Islendik basyş, kadasyz düzgün
Agma enjamy köp bolan, tor görnüşli «tarelka»	1600÷4000	Netijeliligi uly we suwuklyk boýunça udel ýüklenmesi uly – $180 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ bolan prosesler

5.13. Massa çalşyjy enjamlaryň elementleri, gurnamalary we niýetlenişi. Suwuklygy täzeden ýygnap-paýlaýjy «tarelka»

Mälim bolşy ýaly, nasadka boýunça suwuklyk akanda, suwuklygyň paýlanylyşy enjamyň beýikligi boýunça üýtgeýär. Nasadkalaryň ýokarky gatlaklarynyň çyglanmagy deňölçegli bolsa-da, aşaky gatlaklarynyň deňölçegsiz çyglanmagynyň bolmagy mümkindir. Çyglandyrylan suwuklyk enjamyň diwary boýunça ýaýraýar we oturtma gatlagynyň ýeterlik uly beýikliginde, nasadka gatlagynyň içinde «gury konus» (enjamyň çyglandyrylmadyk kesimi) diýip atlandyrylýan bölek emele gelýär. Bu bölege tarap bug (gaz) akymy hereket edýär.

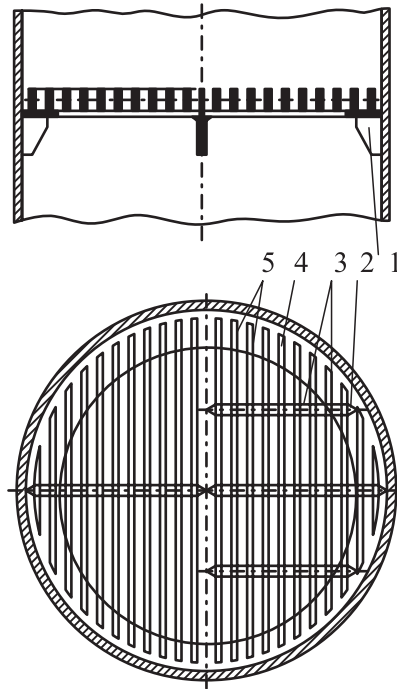
Geçirilen gözegçilikleriň netijesinde, suwuklygyň nasadka boýunça akmak derejesi suwuklygyň geçýän ýolunyň uzynlygyna (H), sütüniň diametrine (D) we nasadkalaryň diametrine bagly bolýar. Suwuklygyň nasadka boýunça akmak derejesini nasadka gatlagynyň aňrebaş beýikligi (H_{kr}) boýunça baha bermek mümkindir. aňrybaş beýiklik (H_{kr}) – bu, nasadka gatlagynyň beýikligi bolmak bilen, bu gatlakda minimal rugsat berilýän dik deňölçegsizlikleriň alamatlarynyň ýüze çykýan ýerine aýdylýar.

Dürli kysymdaky nasadkalar üçin, enjamyň diametriniň (D) we aňrybaş beýikligiň (H_{kr}) arasyndaky baglanyşyk aşakdaky ýalydyr: Raşigiň halkalary üçin, eger-de $d < 0,033 \cdot D$ bolsa, onda $H_{kr} = (2,5 \div 3,0) \cdot D$; Palyň halkalary üçin, eger-de $d \leq (0,1 \div 0,066) \cdot D$ bolanda, onda $H_{kr} = (5 \div 10) \cdot D$; Berliň we «Intaloksyň» eýerleri üçin, eger-de $d > 0,066 \cdot D$ bolanda, onda $H_{kr} = (5 \div 8) \cdot D$ bolýar.

Sazlanýan nasadka üçin (H_{kr}) sazlanmaýan nasadka garanynda uly bolýar we adaty $H_{kr} = (8 \div 10) \cdot D$ diýip kabul edilýär. Eger-de orurtma gatlagynyň H beýikligi H_{kr} -den ýokary bolsa, onda orurtma gatlaklara ýa-da $H_i \leq H_{kr}$ beýiklikdäki böleklerle bölýärler. Orurtgyjyň her bölegini çyglandyrmak üçin aýratynlykda çyglandyryjylar ulanylýar ýa-da sütün boýunça akýan suwuklygy ýygnap, täzeden paýlaýan ýörite paýlaýjy gurluşlar oturdylýar.

Nasadkanyň bölekleriniň aralygynda bugy täzededen paýlamak üçin gurluşlary ulanmaklygyň zerurlygy bolmaýar: buguň deňölçegli paýlanylmagyny nasadkalary saklaýjy gözenekleriň kömegi bilen ýeňil gazanyp bolýar.

Bu gözenek nasadkanyň aşagynda ýerleşdirilýär we onuň erkin kesimi nasadkanyň ululygyna garanynda uly bolmalydyr. 5.44-nji suratda Raşigiň halkalarynyň aşagynda oturdylyan saklaýjy gözenek görkezilen. Bu gözenekler diametri 400÷4000 mm bolan sütünler üçin niýetlenendir. Gözenek galyňlygy 4÷10 mm, beýikligi 50 mm bolan gözeneklerden ýygnaýlar. Materialy uglerodly ýa-da legirlenen polatdan bolýar.

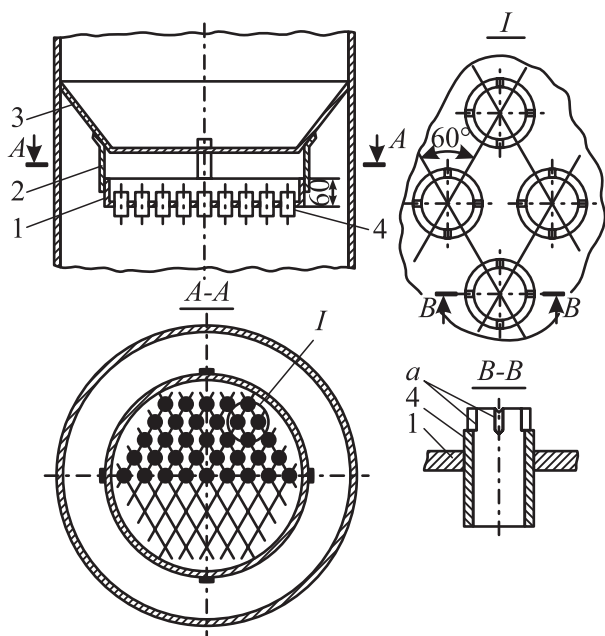


5.44-nji surat. Saklaýjy gözenek:

1 – direg; 2 – şpilka; 3 – aralyk wtulka; 4 – söýeg halkasy; 5 – saklaýjy gözenek

Nasadka jisimleriniň gözenekden geçmezligi üçin, gözenekleriň aralygyny nasadka jisimleriniň ölçeglerinden 25÷30%-den kiçi alynýar.

Suratdaky II görnüşde saklaýjy gözenekleriň (5) aralygynda distansion (aralyk) wtulkalar (3) ýerleşdirilýär we paket durşuna şpilkalar (2) bilen çekdirilýär. Şonuň ýaly-da bitewi kebşirlenen gözenekler hem ulanylýar (5.44-nji suratdaky I görnüş). Bular ýaly gözenekler enjamyň gabarasyna kebşirlenen gözenekleriň kömegi bilen direg halkalarynda (4) oturdylýar. Saklaýjy gözenegiň aşagynda täzededen ýygnaý, paýlaýjy «tarelkalar» oturdylýar (5.45-nji surat). Bu «tarelka» diskden (1) ybarat bolup, onda yşly (a) turbajyklar (4) oturdylýar. Bu turbajyklar asgyçlar (2) bilen birleşdirilýär, olar bolsa öz gezeginde konus (3) bilen sepleşdirilýär.

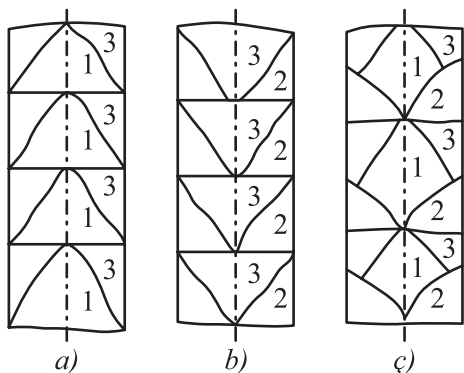


5.45-nji surat. Suwuklygy täzeden ýygnap paýlaýjy «tarelka»:

1 – polat disk; 2 – asgyçlar; 3 – konus; 4 – turbajyklar

Konus (3) enjamyň diwaryndan suwuklyk akymyny ýygnaýar we aşakdaky nasadka gatlagyny çyglylandyrmaga ugrukdyrýar. Bu «tarelkalar» diametri 400 ÷ 2500 mm bolan sütünler üçin niýetlenendir. Çyglylandyran suwuklygyň paýlanylyşyna nasadkanyň enjama ýükleniş usuly hem täsir edýär (5.46-njy surat):

Bu suratda 1-nji gatlak sütüniň merkezinden, 2-nji gatlak sütüniň diwaryndan, 3-nji gatlak kese derejä çenli doldurylmagy görkezýär. Suratda görkezilen (a) usulda nasadka jisimleriniň ýerleşdiriliş dykzylgy 1-nji we 3-nji gatlaklaryň çäklerinden kiçi bolýar, bu bolsa suwuklygyň diwara tarap akmagyna goltgy berýär, (b) usulda görkezilen usulda bolsa, tersine bolýar,



5.46-njy surat.
Oturtgyjyň guýluş usullary

ýagny çyglylandyran suwuklygyň sütüniň merkezine tarap hereket etmegini üpjün edýär, (ç) usulda çyglylandyrmagyň başlangyç ýagdaýynda gowy netijeleri alyp bolýar.

Islendik nasadkada suwuklygyň deň-ölçegli paýlanylmagy, nasadkanyň ýasalan materialyna düýpli bagly bolup durýandygyny belläp geçmeli, şonuň üçin hem materialyň çyglylanmagyny ýokarlandyrmak maksady bilen, köp ýagdaýlarda materialyň ýüzine gidrofil örtükleri örtmek, ýa-da list

görnüşli materiallary ýörite mehaniki işlemeklik teklipe edilýär. Ýöne bu usullar ulanylanda, ulanylyş döwründe işlenilýän önümler tarapyndan nasadkanyň üst ýüzüniň örtülmesi bolmadyk ýagdaýynda, olar netijeli bolup durýar. Başga ýagdaýlarda nasadkanyň çyglylandyrylmagy çökündiniň häsiýeti bilen kesgitlenilýär.

5.13.1. Gaz-suwuklyk akymalaryny bölmek üçin niýetlenen gurluşlar

Massa çalşygy enjamlardan çyglylandyryjy suwuklygyň bug (gaz) akymy bilen äkidilmegi maksadalaýyk gelmeýär, ýagny bölünmäniň hilini peseldýär we gymmat önümleriň ýitgisine eltýär, bulardan başga-da, eger gazy arassalaýjy kanallarda sütün enjamy tehnologiýa shemanyň ahyrynda gurnalan bolsa, onda absorbentiň zyňylmagy (äkidilmegi) ekologik meselelere eltýär, şeýle-de suwuklygyň äkidilmegi, gaz geçirijilerde poslamanyň döremegini ýüze çykarýar we turbalaryň içinde gatlagyň emele gelip, turbalaryň iç ýüzüniň dykylmagyna eltip bilýär. Gazy arassalamak prosesinde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -niň köp möçberde äkidilmeginiň netijesinde, gaz geçiriji turbalaryň iç ýüzüniň doly derejede dykylan ýagdaýlary hem gabat gelýär.

Enjamdan çykýan gaz akymy bilen suwuklygyň äkidilmegini azaltmak üçin, nasadkaly sütüniň ýokarky böleginde, enjamyň gapagyndan aşakda, çyglylandyryjynyň ýokarsynda separasion gurluşlar, ýagny, inersion, merkezden daşlaşýan ýa-da utgaşdyrylan separatorlar oturdylýar. Gaz-suwuklyk akymyndan suwuklygyň damjalaryny tutmak üçin köplenç, inersion bölüjiler (separatorlar) ýa-da serpikdiriji diýip atlandyrylýan nasadka, şonuň ýaly-da polat simleriň torundan ýasalan separator ulanylýar.

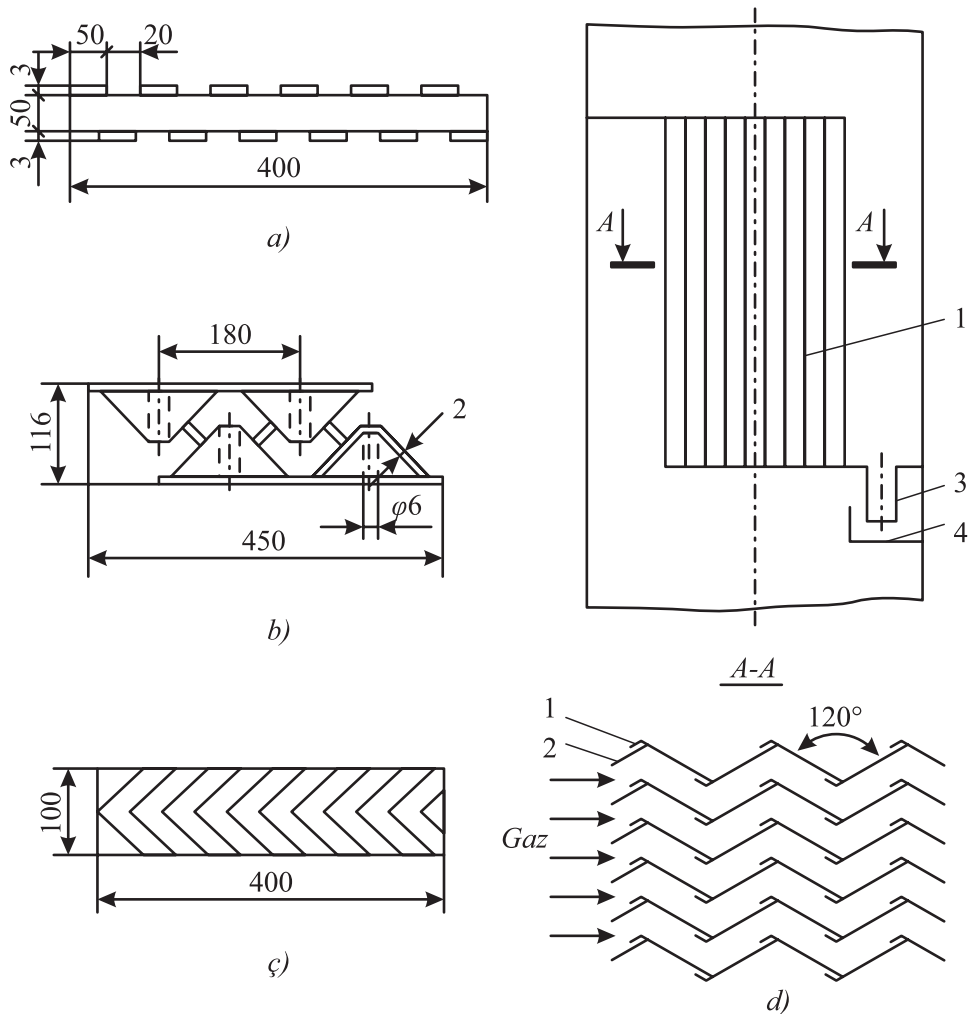
Polat simleriň torunyň aralyklarynda suwuklygyň damjalaryny tutmak prosesi şeýle amala aşyrylýar, ýagny gaz-suwuklyk akymy simleriň üst ýüzine urulmagynyň we akymyň aýlawly hereketiniň netijesinde damjalaryň biri-biriniň üstine düşüp, ulalyp iri damjalar görnüşinde aşak gaçmagy netijesinde, suwuklygyň damjalary bölünip aýrylýar. Sütün enjamlarynda ulanylýan inersion serpikdirijileriň käbir gurnamalary 5.47-nji suratda görkezilendir.

Polat plastinalardan (5.47-nji a surat) we burçluklardan (5.47-nji b, ç suratlar) ýasalan serpikdirijileriň uly bolmadyk erkin kesimi bolýar, şonuň üçin hem olar ýokary öndürijilikli gurluşlarda ulanylmaýar.

Gazyň uly öndürijiliginde perdeli serpikdirijiler has netijelidirler. Bu serpikdirijileriň gurnamasyna seredeliň: ýagny gat-gat listlerde (1) (5.47-nji d surat), suwuklyk üçin ýörite «jübüler» bolýar, suwuklygyň ýygnanmagy üçin niýetlenen turba (3), gazyň çykmazlygy üçin bu turba (3) suwuklygyň içine çümdürilýär we suwly böwedä (gidrozatwory) (4) emele getirýär.

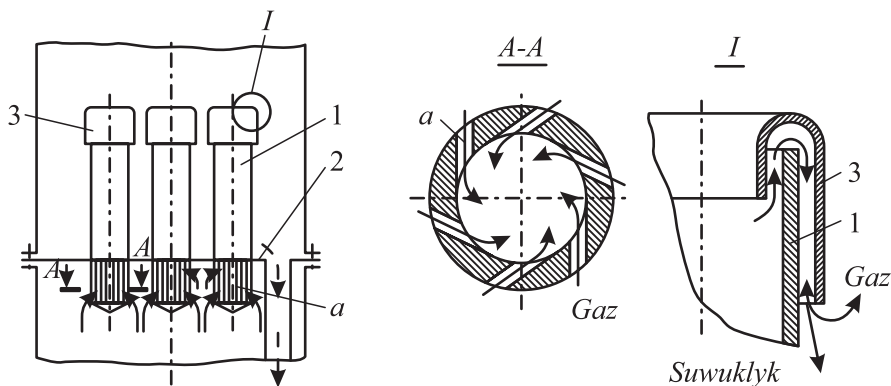
Merkezden daşlaşýan separatorlar merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirine esaslanýar, ýagny aýlanýan gaz-suwuklyk akymynyň düzüminden, merkezden

daşlaşýan güýçleriň täsirinde suwuk önümiň bölünmegi bolup geçýär. Muňa mysal edip, 5.48-nji suratdaky göni akymly merkezden daşlaşýan separator görkezilendir.



5.47-nji surat. Inersion serpikdirijiniň gurnamalary:
a – polat plastinalardan ýasalan; b, ç – burçluklardan ýasalan;
d – perdeli serpikdiriji

Gaz-suwuklyk garyndysy «tarelkada» (2) berkidilen turbalaryň (1) aşaky böleginde, tangensial ýerleşdirilen kesimler (a) boýunça girýär we bu ýerde ok boýunça hem-de aýlanma herekete eýe bolýar, netijede, suwuklyk turbanyň diwaryna ýygnanýar we serpikdirijä (3) urlup, suwuklyk damjalary turbalaryň aralygyndaky giňişlige gaýtarylýar. Separirlenen gaz bolsa, turbalaryň merkezindäki ötüken çykyp gidýär.



5.48-nji surat. Göniakymly merkezden daşlaşýan separator:

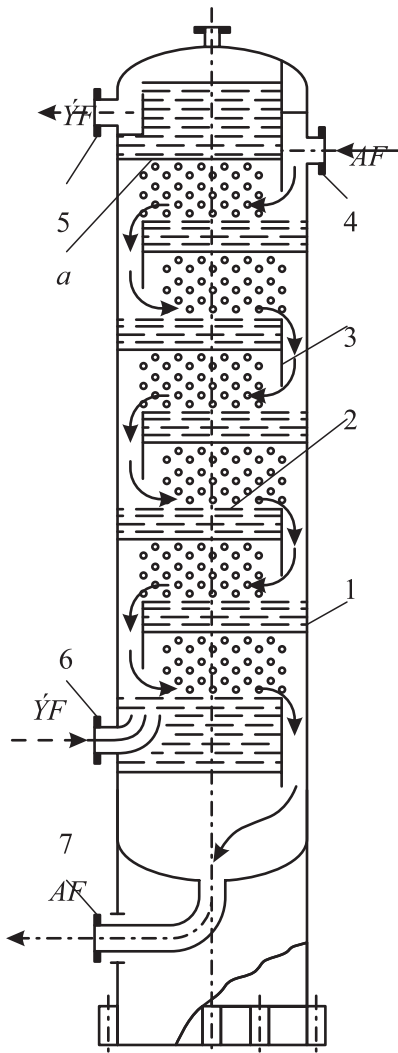
1 – turba; 2 – «tarelka»; 3 – serpikdiriji

5.14. Suwuklyk-suwuklyk ulgamy üçin niýetlenen ekstraksion enjamlar

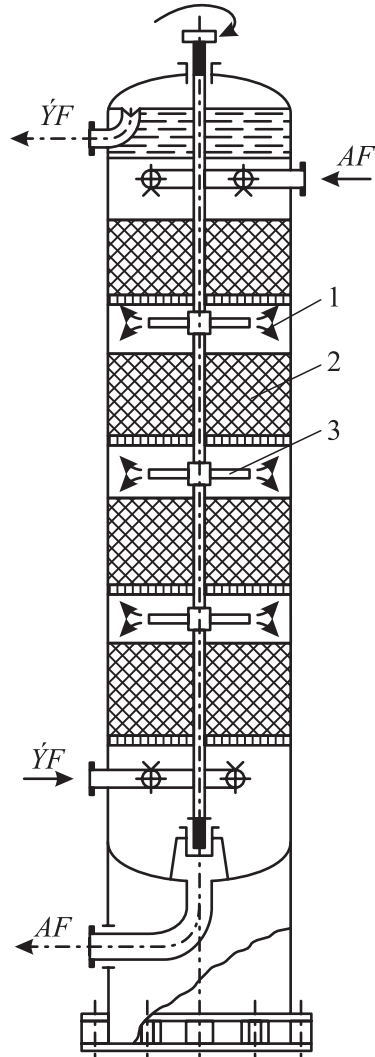
Suwuklykly ekstraksiýa, ýagny suwuklygyň düzüminden suwuk düzümi suwuk eredijiniň (ekstragentiň) kömegi bilen bölmek prosesi, nebti gaýtadan işlemek, hoşboý we alifatik uglewodorodlary bölmek, uksus kislotasynyň suwuny aýyrmak we seýrek gabat gelýän elementleri bölmek proseslerinde örän giňden ulanylýar. Ekstraksiýa prosesi ekstraktorlar diýip atlandyrylýan enjamlarda amala aşyrylýar.

Grawitasion ekstraktorlarda galtaşýan önümleriň hereketi we separasiýasy grawitasiýa güýçleriniň täsirinde regenerirlenýär. Bu ekstraktorlara merkezden daşlaşýan ekstraktorlardan tapawutlylykda, sütünler hem diýilýär. Merkezden daşlaşýan ekstraktorlarda galtaşýan önümleriň özara täsirleşmesi we separasiýasy merkezden daşlaşma güýçleriň täsirinde amala aşyrylýar.

Sütün görnüşli ekstraktorlar. Bu enjamlar suwuklyk-suwuklyk ulgamy üçin niýetlenen bolup, iki görnüşde bolýarlar: 1) energiýa berilmeýän ekstraktorlar; 2) energiýa berilýän ekstraktorlar. Birinjä pürkujili, nasadkaly we torly ekstraktorlar degişlidir. Ikinjä garyşdyryjy-çökdüriji, rotorly, pulsirleýji we sandyraýan ekstraktorlar degişlidir. Pürkujili ekstraksion enjamlar sütün görnüşinde bolup, olarda önümleriň biri bütewi akym bolup hereket edýär, beýlekisi bolsa damja görnüşinde hereket edýär. Bu enjamlaryň gurnamasy geçen bölümlerde seredilen rektifikasiýa we absorbsiýa prosesleri üçin niýetlenen nasadkaly sütünlere meňzeşdir. Torly ekstraksion sütün (5.49-njy surat) dik, silindr şekilli gabaradan (1) we gözenekli «tarelkalardan» (2) ybaratdyr. «Tarelkalar» agma gurluşlar (3) bilen üpjün edilýär.



5.49-njy surat. Torly ekstraksion sütün:
 1 – gabara; 2 – gözenekli «tarelka»; 3 – agma gurluş; 4,7 – agyr önümiň girýän we çykýan ştuserleri; 5, 6 – ýeňil önümiň girýän we çykýan ştuserleri



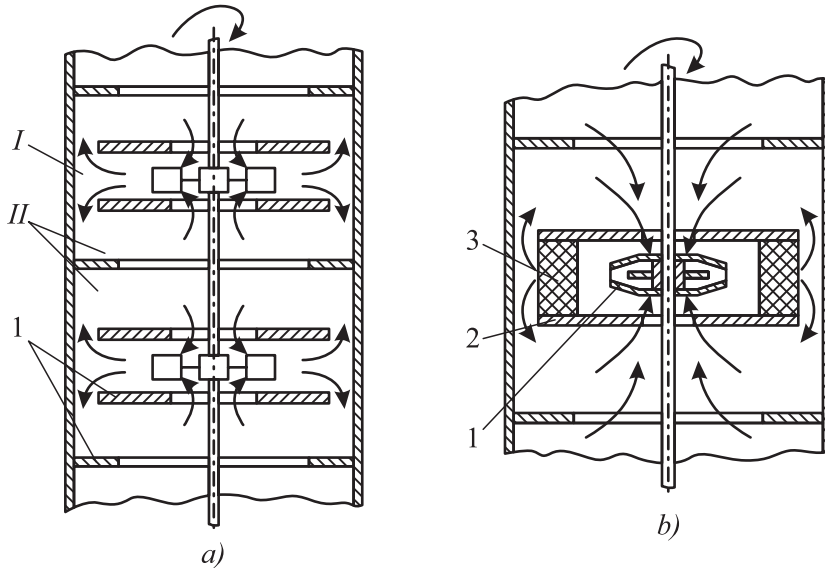
5.50-nji surat. Şeýbeliň ekstraksion sütüni:
 1 – garyşdyryjy; 2 – çökdüriji; 3 – wal

Sütüniň işleýiş düzgüni. Agyr faza (AF) ştuseriň (4) üsti bilen geçip, sütüne üznüksiz berlip durulýar we bitewitekiz akym bilen sütün boýunça aşaklygyna akýar we ştuser (7) boýunça çykyp gidýär. Ýeňil faza (YF) ştuseriň (6) üsti bilen sütün üznüksiz ýagdaýda aşaky «tarelkanyň» (2) aşagyna berilýär we «tarelkanyň» ötüklere boýunça geçip, dispergirlenýär we damja görnüşinde indiki «tarelkanyň» aşagyna düşýär. Enjamyň ýokarky böleginde dispers önüm birleşýär (koalissirlenýär), ýagny önümleriň bölünme derejesini (a) emele getirip, bir bitewi gatlak bolup

toplanýar we ştuseriň (5) üsti bilen çykyp gidýär. Damjalaryň emele gelme prosesinde we olaryň hereketinde massa çalyşma prosesi bolup geçýär.

Energiýa berilýän enjamlaryň içinden ilki bilen rotorly ekstraktorlary görkezmek bolar. Rotorly ekstraktorlaryň ilkinji gurnamalarynyň biri hem Şeýbeliň sütünüdir (5.50-nji surat).

Bu enjam zygider ýerleşdirilen garyşdyryjy (1) we çökdüriji (2) böleklerden ybaratdyr. Enjamyň garyşdyryjy böleginde önümi garyşdyrmak üçin walda (3) garyşdyryjylar oturdylýar. Enjamyň çökdüriji bölegi oturtgyçlar (iri öýjükli örülen torlar) bilen doldurylýar.

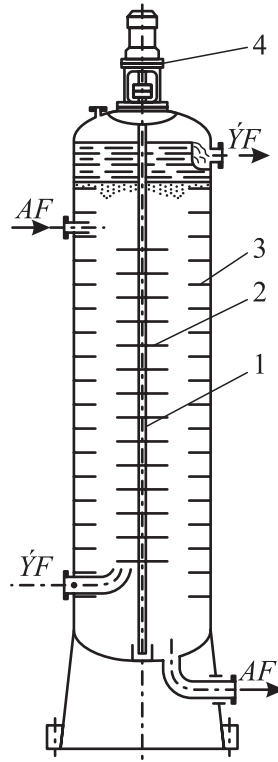


5.51-nji surat. Garyşdyryjyly ekstraksion sütün:

*I – garyşdyryjy bölek; II – çökdüriji bölek; 1 – stator halkalary;
b – surat: 1 – garyşdyryjy; 2 – germewler; 3 – simden ýasalan tor*

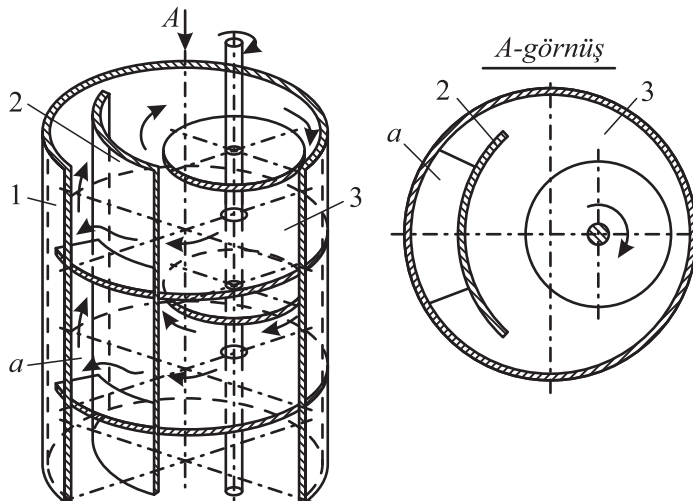
5.51-nji a suratda görkezilen gurnamada garyşdyryjy bölek I çökdüriji bölekden II kese ýerleşdirilen stator halkalary (1) bilen baglanýar (izolirlenýär). Şeýbeliň sütününiň has soňky gurnamalarynda (5.51-nji b surat) önümleriň garyşdyrylmagy, hereket edýän halka şekilli germewleriň (2) we polat simden ýasalan toruň (3) gatlagynyň arasyndaky zolakda amala aşyrylýar.

Rotorly-diskli ekstraktor (5.52-nji surat) sütün görnüşinde bolmak bilen, onuň okunda, kese ýerleşdirilen tegelek diskler (2) bilen üpjün edilen dik wal (1) ýerleşdirilýär. Diskler gabara berkidilen stator halkalarynyň (3) emele getirýän boşlugynda aýlanýarlar. Rotoryň aýlanma hereketi elektrohereketlendirijiniň kömegi bilen amala aşyrylýar. Ýeňil önüm (ÝF) enjamyň aşaky böleginden, agyr önüm (AF) bolsa ýokarky böleginden berilýär.



5.52-nji surat. Rotorly-diskli ekstraktor:

1 – dik (wertikal) wal; 2 – tegelek diskler; 3 – stator halkalary; 4 – hereketlendiriji



5.53-nji surat. Waly asimmetrik oturdylan rotorly-diskli ekstraktor:

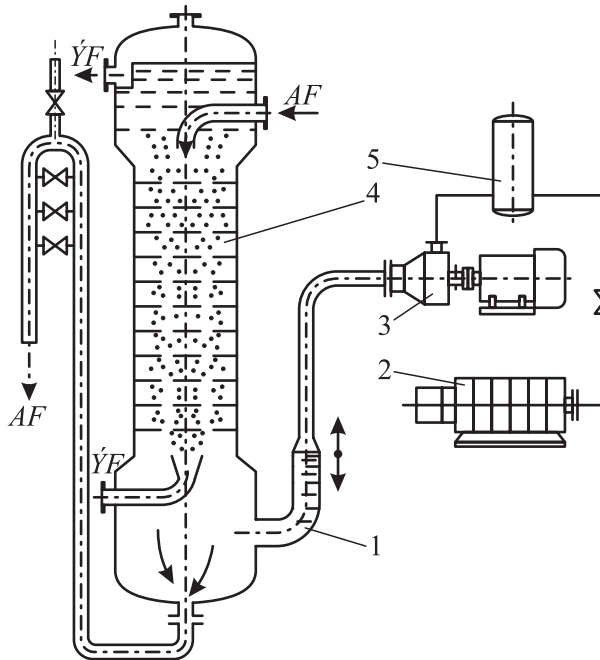
1 – garyşdyryjy bölekler; 2 – dik ekeran; 3 – stator halkalary

Aýlanýan diskleriň täsirinde önümler bölümlerde çylşyrymly aýlanma hereketine sezewar edilýärler, bu hereketde suwuklygyň radial we ok boýunça hereketleri utgaşýar. Dispers (pytraýan) we bütewi önümler biri-birine garşylykly hereket edýärler; damjalar disklere urlup pytraýarlar, sütüniň diwaryna tarap zyňlýarlar, damjalar sütüniň diwary bilen we biri-biri bilen çaknyşýarlar. Damjalaryň pytramağy bilen birlikde olaryň birleşmesi bolup geçýär.

5.53-nji suratda waly asimmetrik oturdylan rotorly-diskli ekstraktor görkezilen. Enjamyň gabarasynda garyşdyryjy (1) bölekler biri-birinden stator halkalary (3) bilen bölünýär. Önümler bir bölekden beýleki bölege çökdüriji zolaklaryň (a) üsti bilen geçýärler. Bu zolaklar garyşdyryjy zolaklardan dik perde (2) bilen bölünýär.

5.14.1. Yrgyldyly ekstraktor

Pulsasiýaly ekstraktorlarda galtaşýan önümleriň arasynda massa çalyşmanyň intensifikasiýasy (güýçlenmesi), önümlere kesgitlenen amplitudada we ýgylykda yrgyldyly hereketiň berilmegi bilen üpjün edilýär. Bu ýagdaýda ekstraksion sütün nasadkanyň kysymyna dahylsyz pulsirleýji generator (pneumatik, mehaniki we beýlekiler) bilen üpjün edilýär.



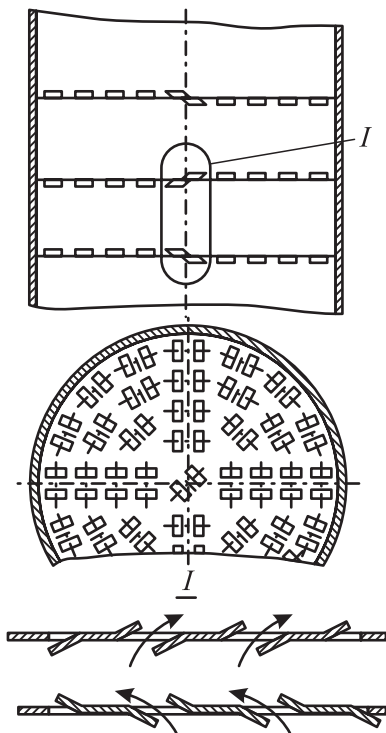
5.54-nji surat. Pnevmatik ulgamly ekstraksion gurluş:

1 – pulsasiýa kamerasy; 2 – kompressor; 3 – paýlaýjy mehanizm;
4 – ekstraktor; 5 – resiwer

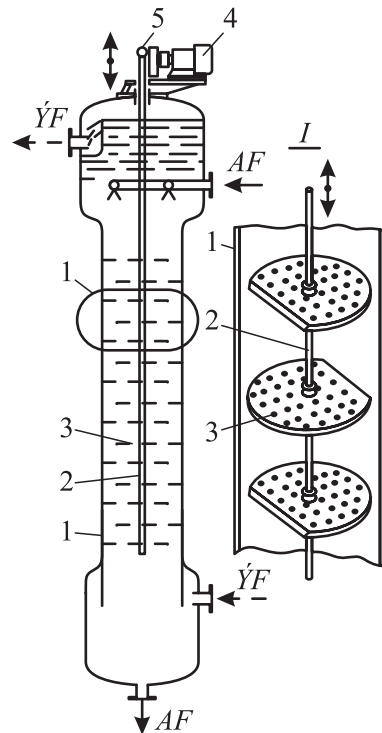
Bu ýagdaýda ekstraksiýa sütün nasadkanyň kysymyna dahylsyz pulsirleýji generator (pneumatiki mehaniki) bilen üpjün edilýär. Ýagny pneumatik ulgamly gurluşda (5.54-nji surat) howa ýa-da inert gazy üfleýjiden (2) çykyp, pneumatik pulsatoryň resiweriniň (5) we zolotnikli paýlaýjy mehanizminiň (3) üsti bilen ekstraktoryň (4) pulsasiýa kamerasyna (1) düşýär. Pulsasiýa kamerasynda suwuklygyň derejesi, gönümel impulsda peselýär, onuň netijesinde bolsa sütünäki suwuklyk ýokaryk galýar, ters impulsda bolsa, kamera atmosfera bilen birleşýär we sütünäki suwuklyk aşak düşýär.

Bu kysymdaky enjamlarda oturdylyan «tarelkalarda» agma gurluşy oturtmak gerek bolmaýar, sebäbi sütünde suwuklyk sütüniniň ýokaryk galmagy netijesinde, «tarelkanyň» ötüginden ýeňil önüm (ÝF) geçýär, aşak düşende bolsa, agyr faza (AF) geçýär.

Pulsasiýaly ekstraktorlarda adaty gözenekli «tarelka», şonuň ýaly-da «KRIMZ» kysymly «tarelkalar» ulanylýar. «KRIMZ» kysymly «tarelkanyň» netijeliligi ýokary bolýar. Onuň gurnamasy tekiz disk (5.55-nji surat) bolmak bilen, onda ýapgyt pilçeler görnüşde serpikdirijili göniburçly ötükler ştamplanyp ýasalýar. Ötükler konsentrik töwerekler boýunça ýerleşdirilýär, goňşy «tarelkalaryň» pilçeleri garşylykly tarapa gysardylan bolýar.



5.55-nji surat.
«KRIMZ» kysymly «tarelka»



5.56-njy surat. Yrgyldyly ekstraktor:
1 – gabara; 2 – wal; 3 – gözenekli «tarelka»

Yrgyldyly ekstraktorlarda massa çalyşmanyň netijeli geçmekligi gözenekli (perforirlenen) «tarelkalaryň» paketiniň gidip-gelme hereketiniň netijesinde üpjün edilýär. «Tarelkanyň» gözeneginden suwuklyk damjalary çüwdürim görnüşinde aşaklygyna seçelenýär. «Tarelkalaryň» sandyradylmasy, kiçi amplitudada we uly ýygylykda bolup geçýär.

5.56-njy suratda yrgyldyly ekstraktor görkezilendir. Bu enjamda agyr (AF) we ýeňil faza (ÝF) garşylyklaýyn akym boýunça hereket edýär. Sütüniň ýokarky böleginde ekssentrikli (5) elektrik hereketlendiriji ýerleşdirilýär.

Walyň aýlanma hereketi ekssentrige geçýär we ekssentrikden gidip-gelme hereket wala (2) geçirilýär, ştoğuň özünde bolsa gözenekli «tarelkalar» (3) oturdylýar.

Bu ekstraktorlardan başga-da merkezden daşlaşýan güýçlerde işleýän ekstraktorlar hem bardyr. Bu enjamlar suwuklykly ekstraksiýa prosesini geçirmek üçin köp ulanylýan enjamlara degişlidir. Bu enjamlarda generirlenýän merkezden daşlaşma meýdanyndaky tizlenme, erkin gaçmanyň tizlenmesinden $10^3 \div 10^4$ esse ýokary bolýar. Bu ekstraktorlarda işlenýän suwuklygyň özara täsirleşmesiniň uly tizligini gazanmak bolýar, şonuň ýaly-da massa çalyşmanyň ýokary netijeliligi we çykýan akymalaryň takyk bölünmegi üpjün edilýär. Şuňa baglylykda, bu enjamlar öz gezeginde ykjam bolýarlar, massa çalyşma gatnaşýan suwuklyklaryň göwürümleri onçakly uly bolmaýar, ýangyn we ýarylma howplulygy pes bolýar. Bu enjamlarda galtaşma wagtyň uly dældigi sebäpli, durnuksyz önümleri, ýeňil emulgirlenýän (emulsiýa öwürülýän) suwuklyklary we dyklyklary az tapawutlanýan komponentleriň garyndylaryny işlemekde olaryň örän uly ähmiýeti bardyr.

Kazanyň himiýa tehnologiýasy uniwersitetinde geçirilen barlaglaryň netijesinde, merkezden daşlaşýan ekstraktorlarda şepbeşik suwuklyklary işlemekde uly mümkinçilikleriniň bardygy aýan edildi. Mysal üçin, çalgý ýaglaryny seçip arassalamakda ýokary netijeler alyndy.

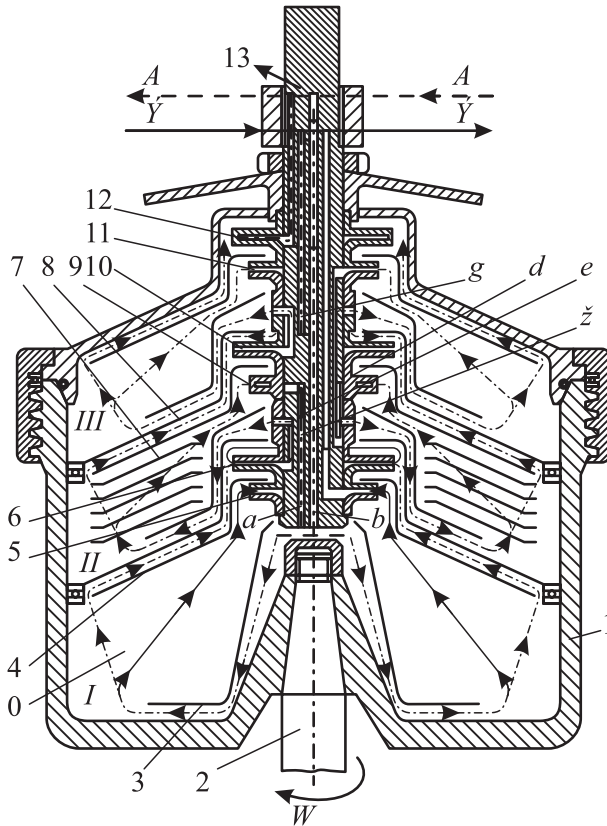
Merkezden daşlaşýan ekstraktorlar iki esasy toparlara bölünýär:

1) Kameraly ýa-da aýry-aýry basgançakly. Bu enjamlar aýratyn basgançaklardan (kameralardan) durmak bilen, olaryň hersinde garşylyklaýyn hereket edýän önümleriň zygider garyşdyrylmagy we bölünmegi bolup geçýär.

2) Differensial-galtaşýan, bu enjamlarda garşylyklaýyn hereket edýän önümleriň galtaşmagy üzüksiz amala aşyrylýar.

Birinji topara mysal edip, 5.57-nji suratda görkezilen «Luwestiň» (Germaniýa) ekstraktoryny görkezip bolýar. Ekstraktoryň işleýiş düzgini: agyr faza (AF) ekstraktoryň walynda (2) oturdylan rotoryň (1) berilme böleginiň (13) (b) kanal boýunça berilýär. Mundan başga-da, bu ýere II basgançagyň diski we kanal (a) boýunça ýeňil faza (ÝÖ) hem berilýär. Suwuklyklaryň garyndysy tekiz «tarelkanyň» aşagyndan geçýär we bölünýän (separasion) giňişlige (ç) barýar, bu ýerde önümler bölünýärler (separasion «tarelkalaryň» (7) paketi diňe II basgançakda görkezilen). Ýeňil faza (ÝF) merkeze ymtylýan güýçleriň täsirinde I basgançakdan, diskiň (5)

üsti bilen çykarylýar, agyr faza (AF) bolsa tekiz «tarelkalaryň» (4) we (8) aralygyn-daky giňişlik boýunça basgançagyň gyrasyna (periferiýesine) we diske (6) tarap zyňlýar. Şonuň ýaly-da, bu diske III basgançakdan diskiň (11) üsti bilen ýeňil faza (ÝF) berilýär. Emele gelen suwuklygyň garyndysy kanal (ž) boýunça ötügiň (e) üsti bilen II basgançagyň separasion giňişligine tarap gidýär. III basgançagyň garyşdyrma we bölme prosesleri hem edil II basgançakdaky ýaly amala aşyrylýar. Ýöne bu ýerde (g) kanal boýunça diske (10) tarap başlangyç önüm (adaty işlenmedik ekstrakt) berilýär. Agyr faza (AF) enjamdan ýokarky disk (12) bilen çykarylýar, ýeňil faza (ÝF) bolsa disk (5) bilen çykarylýar. Ýeňil faza (ÝF) II basgançakdan I basgançaga geçirilmegi, bat beriji diskiň (9) kömegi bilen amala aşyrylýar.

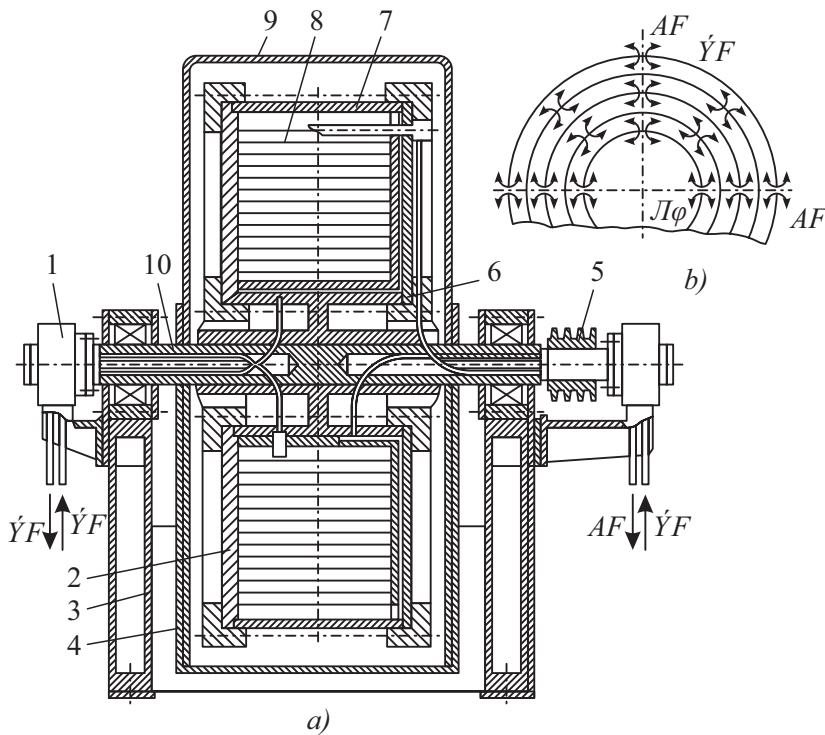


5.57-nji surat. Luwestiň üç basgançakly ekstraktory:

1 – gabara; 2 – wal; 3 – ötüksiz tekiz «tarelka»; 4, 8 – tekiz «tarelkalar»;
5, 6, 10, 11 – diskler; 7 – separasion «jam»; 9 – bat beriji disk; 12 – ýokarky disk

Uly öndürijilikde bölmekligiň ýokary netijeliligini gazanmak üçin, ikinji topa-ra degişli enjamlary ulanmak has maksadalaýykdyr, ýagny differensial-galtaşan kysymdaky merkezden daşlaşýan ekstraktorlary ulanmak has amatlydyr. Bu enjamlar himiýa we nebiti gaýtadan işleýän önümçiliklerde örän giňden ýaýrandyr.

Bu kysymdaky enjamlara mysal edip, Podbilnýakyň ekstraktoryny (5.58-nji a surat) görkezip bolar. Ekstraktoryň gurnamasy: enjamyň walynda (10) berk berkidilen silindrik rotor (2) bolýar. Rotor, açylýan gapakly (9) gabaranyň (4) içinde ýerleşdirilýär we direg staninasynda (3) wal bilen bilelikde aýlanýar. Walyň iki gapdalynda hem kanal bolýar. Bu kanallar boýunça ýeňil faza (ÝÖ) we agyr faza (AÖ) hersi aýratynlykda rotora berilýär we ondan çykarylýar. Walyň özi gozganmaýan kollektorlardan ýörite kanallar bolýar. Walyň özi gozganmaýan kollektorlardan ýörite gapdal dykzlandyryjylar (1) bilen bölünýär. Wala aýlanma hereket elektrohereketlendirijiden çekili geçirmäniň (5) üsti bilen berilýär. Rotoryň gabarasyň iki tarapy konsentrik gapaklardan ybarat bolan, içki (6) we daşky (7) gapdal diwarlar bilen ýapylýar. Rotoryň içinde ötükler deşilen (perforirlenen) konsentrik silindrleriň paketi (8) ýerleşdirilýär.



5.58-nji a surat. Podbilnýakyň ekstraktory:

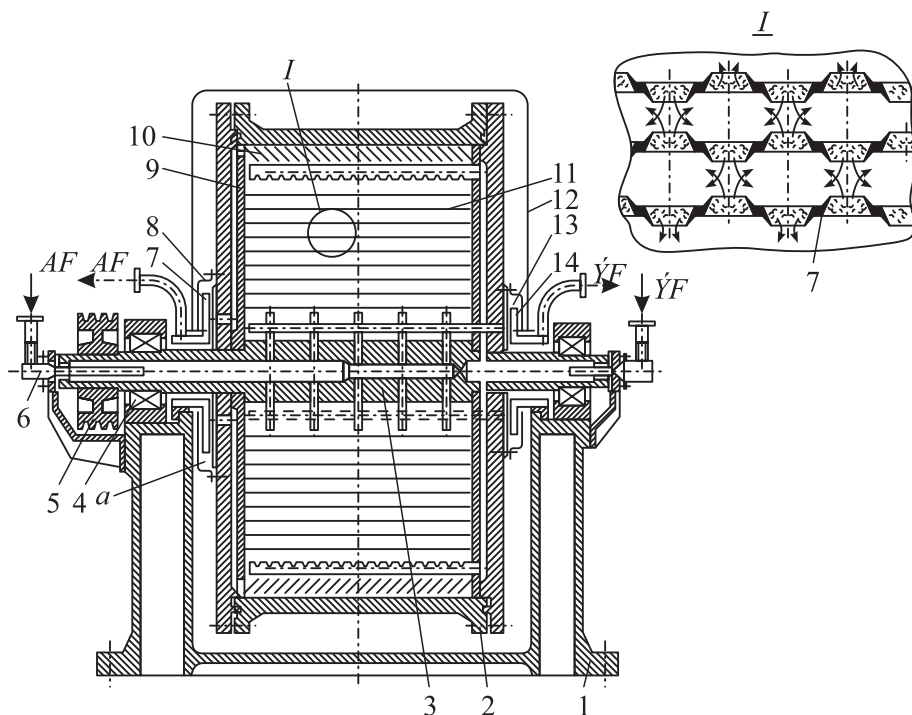
a – umumy görnüşi; b – konsentrik silindrleriň ýerleşdiriliş shemasy; 1 – gapdal dykzlandyryjy; 2 – silindrik rotor; 3 – direg stansiýasy; 4 – gabara; 5 – çekili geçiriji; 6, 7 – içki we daşky gapdal diwarlar; 8 – konsentrik silindrleriň paketi; 9 – açylýan gapak; 10 – wal

Perforasiýanyň şekili massa çalyşmanyň netijeliligine düýpli täsir edýär. Enjama berilýän suwuklyk artykmaç basyş bilen berilýär. Agyr faza (AF) rotora içki gapagyň (6) naýçasynyň üsti bilen berilýär. Galtaşýan elementleriň (perforirlenen silindrleriň) üsti bilen (5.58-nji b surat) suwuklyklar garşylyklaýyn

akym bilen hereket edip, zyzgider galtaşýarlar we silindrleriň arasyndaky kanallarda bölünýärler. Galtaşdyrylýan önümler walyň (10) kanallary boýunça çykyp gidýärler.

Bu enjamlarda önümleriň bölünme derejesini agyr fazanyň (AF) çykymdaky basyşyny üýtgetmek bilen sazlanýlýar. Bu kysymdaky merkezden daşlaşýan ekstraktorlar bat berijili kysymdaky enjamlara degişli bolup durýarlar, sebäbi enjama berilýän suwuklyk artykmaç basyş bilen berilýär.

Differensial-galtaşýan kysymdaky ekstraktorlara mysal edip, çalgý ýagларыny seçip arassalamak üçin işlenip düzülen, merkezden daşlaşýan ekstraktory (5.59-njy surat) görkezip bolar.



5.59-njy surat. Differensial-galtaşýan kysymdaky ekstraktor:

- 1 – direg; 2 – silindrik rotor; 3 – wal; 4 – podşipnikler; 5 – çekili geçiriji;
6 – önümiň akymy üçin gurluş; 7, 9, 14 – diskler; 8 – gapak; 10 – «tarelka»;
11 – silindr; 12 – gabara; 13 – kabul ediji «jübi»

Ekstraktoryň gurnamasy: enjam gabaranyň (12) içinde ýerleşdirilen we podşipniklere (4) daýanyan silindrik rotordan (2) ybarat bolup durýar. Rotoryň walynyň (3) aýlanma hereketi elektrohereketlendiriji tarapyndan çekili geçirmäniň (5) üsti bilen amala aşyrylýar. Walyň iki gapdalynda suwuklygyň berilmegi üçin gurluşlar (6) ýerleşýär. Rotoryň içinde galtaşýan silindrleriň (11) üýtgeýän ädim bilen ýerleşdirilýär. Rotoryň özi gabara (12) bilen ýapylýar.

Suwuklygyň agyr we ýeňil önümleri öz akymalary bilen, gurluşlaryň (6) üsti bilen wala (3) berilýär, ol ýerden merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde ýeňil faza (ÝF) diskdäki (9) radial kanallar boýunça rotoryň gyrasyna (periferiýesine), agyr faza (AF) bolsa, enjamyň oky tarapyndan biriniji galtaşýan silindrine geçirilýär. Ýeňil faza (ÝF) tekiz bütewi akym bilen, rotoryň gyraky (periferiýa) zolagyn-dan enjamyň merkezine geçirilýär, soňra ol ýerde kabul ediji «jübä» (13) düşýär we disk (14) bilen enjamdan çykarylýar. Agyr faza (AF) walyň ötüginde (3) akyp çykanda, dispergirlenýär we galtaşýan silindriň diwaryna tarap hereket edýär. Rotoryň gyrasynda dispers önüm, «tarelkalarda» (10) separirlenýär, birleşýär we bütewi gatlagy emele getirip, diskiň (9) kanallary boýunça agyr önüm üçin niýetlenen kabul ediji jübä (*a*) (gapak (8) bilen emele getirilen) geçirilýär, bu ýerden bolsa disk (7) bilen çykarylýar.

Bu ekstraktorlarda önümleriň bölünme derejesiniň ýagdaýy agyr fazanyň (AF) enjamdan kabul ediji jübä (*a*) tarap berilme radiusynyň üýtgedilmegi bilen sazlanýlar.

5.15. Materiallary guratmak üçin niýetlenen enjamlar

Guratmak – bu guradylýan materiala gyzgynlyk bermek arkaly ýa-da onsuz çygy bugardyp aýyrmakdyr. Guradylýan materiallar ürgün, suwuk we pasta görnüşinde bolup bilýärler. Guratmanyň çaltlygy guradylýan materiala ýylylygy bermekligiň usulyna we bugarýan çyglylygyň çykyşyna (bölünşine), şonuň ýaly-da materialyň gatlaklaryndan çygyň üst ýüze geçmek tizligine baglydyr. Soňky görkeziji öz gezeginde guradylýan materialyň ýylylyk-fiziki (teplofiziki) häsiýetine we onuň çyg bilen galtaşma ukyby bilen kesgiltlenilýär.

Guradylýan materiallaryň köpdürlüligine baglylykda, guradyjy enjamlaryň köpdürlü gurnamalary ulanylýar. Şonuň üçin hem olary toparlara we kysymlara takyk bölmek kyn bolýar.

Himýa önümçiliginde ulanylýan guradyjylar adaty guradylýan materiala ýylylygy bermäniň usuly boýunça toparlara bölünýär, ýagny *a*) konwektiw guradyjylar; çüwdürimli hereketli gatlagy guratmak üçin niýetlenen guradyjylar; *b*) konduktiw guradyjylar: tekjeli, aýlanýan baraban, oklagly (walikli); *ç*) ýörite guradyjylar: termoradiation, ýokary ýygylykly we sublimasion guradyjylar degişlidir.

Bu guradyjylaryň içinde has giňden ýaýrany atmosfera basyşynda işleýän konwektiw guradyjylardyr. Bu enjamlarda guradyjy önüm hökmünde ýangyç gazlary, gyzdyrylan howa ýa-da olaryň garyndysy ulanylýar. Bu enjamlar guradyjylaryň 80%-ni tutýarlar. Bu enjamlarda guratma prosesi ýylylyk göteriji bilen materialyň garşylyklaýyn hereket etmek usulynda, şonuň ýaly-da kesişýän hereketinde amala aşyrylýar. Bu usullaryň içinde ýylylyk çykadajylar boýunça has tygşytlysy, garşy-

lyklaýyn hereketli guradyjylar bolup durýar. Ugurdaş hereketli guradyjyny bolsa, guratma prosesiniň ahyrynda guradylýan materiala ýokary temperatura täsir etdirmeli däl şertlerde ulanmak bolýar.

Konwektiw guradyjy enjamlaryň içinde köp ulanylýany «baraban» görnüşli enjamdyr ($\approx 40\%$). Ýöne bu enjamlary diňe ürgün materiallary guratmakda ulanmak bolýar.

Häzirki wagtda «gaýnaýan» we çüwdürim (fontan) kadada işleýän guradyjy enjamlar köp ulanylýar. Şonuň ýaly-da pnevmotransport kadada işleýän guradyjylar ($\approx 7\%$) ulanylýar. Bu enjamda ürgün materiallardan başga-da goýy we suwuk görnüşli materiallary guratmak maksadalaýykdyr ($\approx 25\%$).

Konwektiw guradyjy enjamlaryň takmynan 10%-ni pürkujili guradyjylar tutýarlar, 12÷15%-ni gatlak-gatlak materiallary guradyjy, ýagny tekjeli, tunnel görnüşli, lentaly we oklag-lentaly guradyjy enjamlar tutýarlar.

Konduktiw guradyjylaryň içinde has köp ýaýrany tekjeli şkaflar, baraban we oklagly guradyjy enjamlardyrlar.

Atmosfera basyşynda işleýän konduktiw guradyjylary diňe guradylýan material ýylylyk daşajy bilen galtaşmasyz şertlerde ulanyp bolýar. Mysal üçin, guradylýan materiala hapa düşmezligi üçin. Konduktiw, wakuumly guradyjylar termoduýgur materiallary guratmakda, materialdan organiki eredijileri aýyrmakda, zäherleýji häsiýetli we ýeňil ýanýan maddalary guratmakda, ýagny prosesi jebisleşdiriji ýerlerde ulanylýar.

Atmosfera basyşynda işleýän konduktiw guradyjylar, başlangyç çyglylygy uly bolan, pasta görnüşli önümleri guratmakda, şonuň ýaly-da temperaturanyň täsirine duýgur önümleri guratmakda ulanylýar.

Ýörite guradyjylaryň ($\approx 1\%$) ykjam we ýokary netijeli bolandyklaryna garamazdan, olara köp energiýa sarp etmeli bolýar, olary list görnüşindäki ýuka materiallary we lak-reňk örtükleri guratmakda ulanylýar.

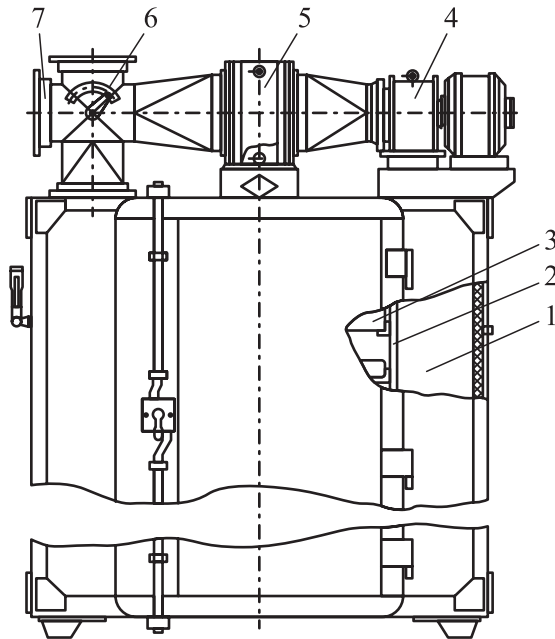
Galyň gatlakly materiallar guradylanda we haçan-da temperaturany hem-de materialyň iç we daş ýüzüniň çyglylyklaryny hökmany sazlamaly bolanda, ýokary ýygylykly guradyjylar ulanylýar. Eger-de guradylýan material guratmagyň adaty ýylylygyny göterip bilmeýän bolsa, onda sublimasiýa guradyjylar ulanylýar.

Konwektiw guradyjylar. Materialy guratmak üçin niýetlenen konwektiw guradyjylar üznüksiz (tunnel görnüşli, lentaly, petleli we şahtly) we döwürleýin (kameraly, tekjeli) işleýän görnüşlerde bolýarlar.

Üznüksiz täsir edýän enjamlar ýyly gorag örtükli kamera bolmak bilen, onda geçiriji (transportirleýji) gurluş ýerleşdirilýär we onuň bilen kameranyň ýüklenýän tarapyndan düşürilýän tarapyna çenli material geçirilýär. Ol guradyjy önüm bilen galtaşyp, bile hereketde bolýar. Enjamlaryň käbir gurnamalarynda guradylýan material agyrlyk güýjüniň täsirinde hereket edýär. Döwürleýin täsir edýän enjamlaryň içinden iň ýönekeýi tekjeli kaloriferli guradyjylardyr. Olar, esasan, guratmanyň kadasyny uly takyklykda sazlamaly ýerlerde ulanylýar. Guratmanyň temperaturasy

kalorifere berilýän buguň möçberi bilen we kamera gaýtarlyp berilýän ýylylyk göterijiniň möçberi bilen sazlanýlar.

Tekjeli guradyjy (5.60-njy surat) gönüburçly kamera (1) bolmak bilen, onuň içinde tekjeli gatlar (2) ýerleşdirilýär. Guradyjy önüm merkezden daşlaşýan howa üfleýji (4) we bugly kalorifer (5) tarapyndan gyzdyrylyp durmak bilen, köp gezekleýin aýlanma geçip durýar. Howa kamera düşýär we tekjeleriň aralygy bilen kese ugur boýunça geçip gidýär. Resirkulýasiýa tarap gidýän howanyň möçberi şiber (6) bilen sazlanyp durulýar. Işlenen howa bolsa turba (7) bilen çykyp gidýär. Guratmagyň temperaturasy kalorifere berilýän buguň möçberi bilen we kamera gaýtarylyp berilýän ýylylyk göterijiniň möçberini üýtgetmek bilen sazlanýlar.

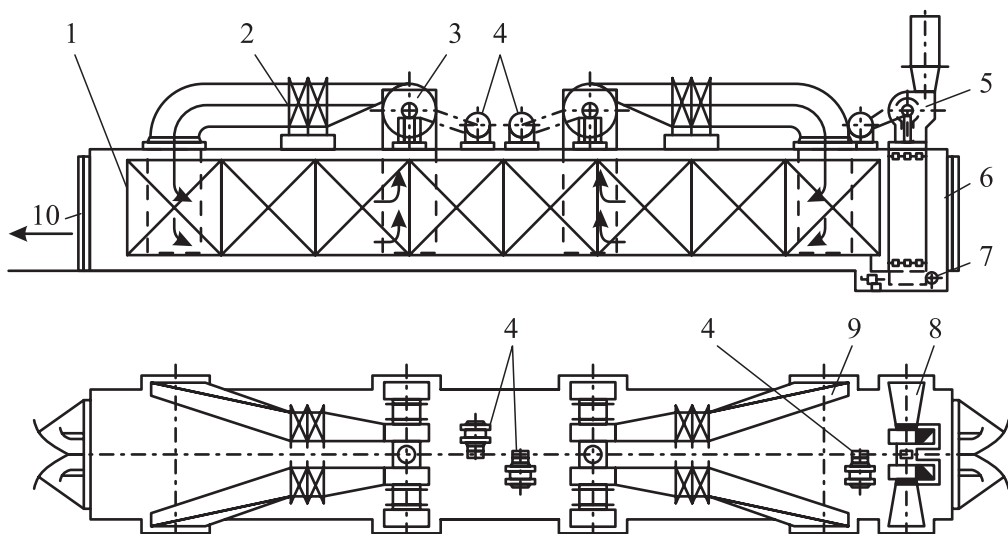


5.60-njy surat. Tekjeli guradyjy:

*1 – gönüburçly kamera; 2 – tekjeli gatlar; 3 – demir taba; 4 – howa üfleýji;
5 – kalorifer; 6 – sazlaýjy şiber; 7 – howa çykaryjy turba*

Tunnel görnüşli guradyjylarda guradylýan material guradyjy kameranyň (tunneliň) içinden wagonjyklaryň, gapaklaryň, teležkalaryň, asylýan konweýerleriň kömegi bilen geçirilýär. Tunneliň uzynlygy 25÷60 m-e çenli bolup, beýikligi 2÷2,5 m-e ýetýär. Tunneliň okuna ugurdaş ýa-da oka perpendikulýar bolup, guradyjy önüm (gyzdyrylan howa, işlenen gazlar, gyzdyrylan bug) aýlanyp durýar.

5.61-nji suratda tunnel görnüşli, iki bölekli guradyjynyň shemasy görkezilen. Bu guradyjy işlenen gazyň resirkulýasiýasynda işleýär. Materialyň berilýän tarapyndan birinji bölekde ýylylyk daşajy we material ugurdaş akym bilen hereket edýär, ikinji bölekde ýylylyk daşajynyň temperaturasy pes bolýar we munda ýylylyk daşajy bilen material garşylyklaýyn hereket edýär.



5.61-nji surat. Tünnel görnüşli, iki böleklil guradyjy:

1 – wagonjyklar; 2 – kalorifer; 3 – howa üfleýji; 4 – howa üfleýjiniň hereketlendirijisi; 5 – çykarylýan howa üfleýji; 6, 10 – gapylar; 7 – ýörite itekleýji; 8, 9 – gaz geçirijiler

Guradyjynyň işleýşi şundan ybaratdyr: kaloriferde (2) gyzdyrylan howa hereketlendiriji bilen üpjün edilen howa üfleýjiler (3) bilen üflenip, gaz geçiriji (9) bilen guradyjy bölege berilýär. Işlenen howa, gaz geçirijiler (8) boýunça, howa üfleýji (5) bilen tunnelden çykarylýar. Wagonjyklar (1) tunneliň uzaboýuna biri-birine ýakyn edip ýerleşdirilýär.

Tunneliň özünde, guradylýan önümiň ýüklenýän we çykarylýan tarapynda gapylar (6, 10) oturdylýar. Wagonjyklar ýapgyt edilen pol boýunça ýa-da ýörite itekleýjiniň (7) kömegi bilen geçirilýär. Ýörite itekleýji (7), enjama önümiň ýüklenýän tarapynda ýerleşdirilýär we ýerli hereketlendiriji bilen üpjün edilýär.

Lentaly guradyjylar, esasan, sanlaýyn önümleri, ürgün materiallary guratmak üçin niýetlenendir. Ýöne uşak pytyraýan, tozaýan görnüşli materiallary guradyp bolmaýar, sebäbi tozan polotnonyň ýüzünde saklanmaýar we kaloriferiň üstüne çökýär, organiki tozan bolsa kömürleşip bilýär we otlanylýar. Guradyjy önüm hökmünde bu enjamlarda gyzdyrylan howa ýa-da ýangyç gazlary ulanylýar.

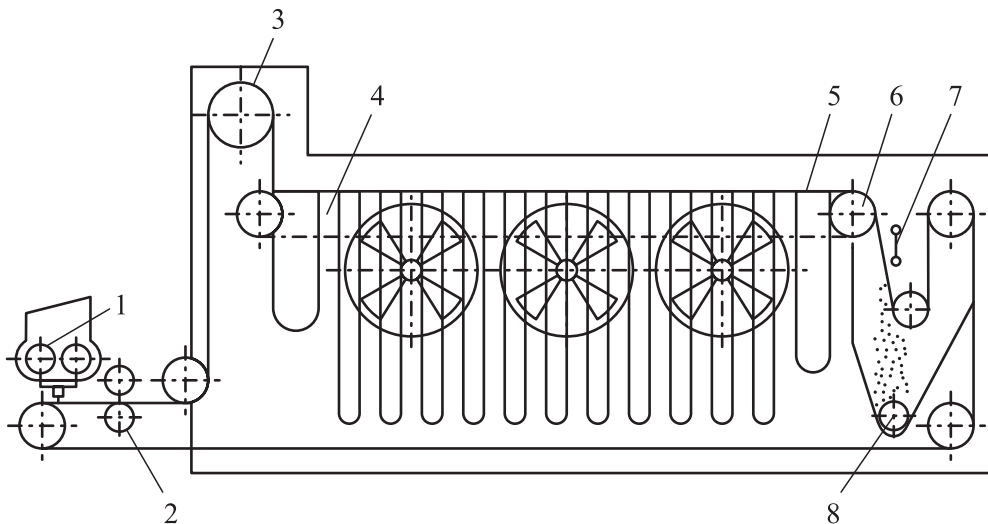
Üznüksiz täsir edýän, lentaly guradyjylar bir ýa-da birnäçe biri-biriniň üstünde ýerleşdirilen lentaly konweýerler görnüşinde ýasalýar we olar gönüburçly guradyjy kameranyň içinde ýerleşdirilýär. Guradylýan material guradyjy önüm bilen üflenilýär.

Bütewi lentaly guradyjy enjamlarda ýylylyk daşajy, guradylýan material gatlagyň üstünden, lentanyň hereketiniň garşysyna tarap hereketde bolýar. Bu enjamlarda konweýeri äkidiji bolup örülen tor, üsti tolkun-tolkun (perforirlenen) plastina ýa-da belting bolup bilýär.

Guradylýan material, konweýeriň tekiz polotnosyna guýulýar we guradyjy önüm bilen uflenilýär. Göneldilen şaýy bütewi lenta görnüşli guradyjylarda ýylylyk göteriji, guradylýan materialyň gatlagynyň hereketiniň garşysyna hereket edýär.

Petleli guradyjylar ýuka maýyşgak, materiallary (plýonkalary, kagyzlary, matlary we beýlekileri) guratmak üçin niýetlenendir. Bu enjam gönüburçly kamera bolup, onuň içinde petleler görnüşinde guradylýan material geçirilýär. Bu enjamlar himiki çökdürilen heki, kábir reňk berijileriň kysymalaryny guratmak üçin niýetlenendir.

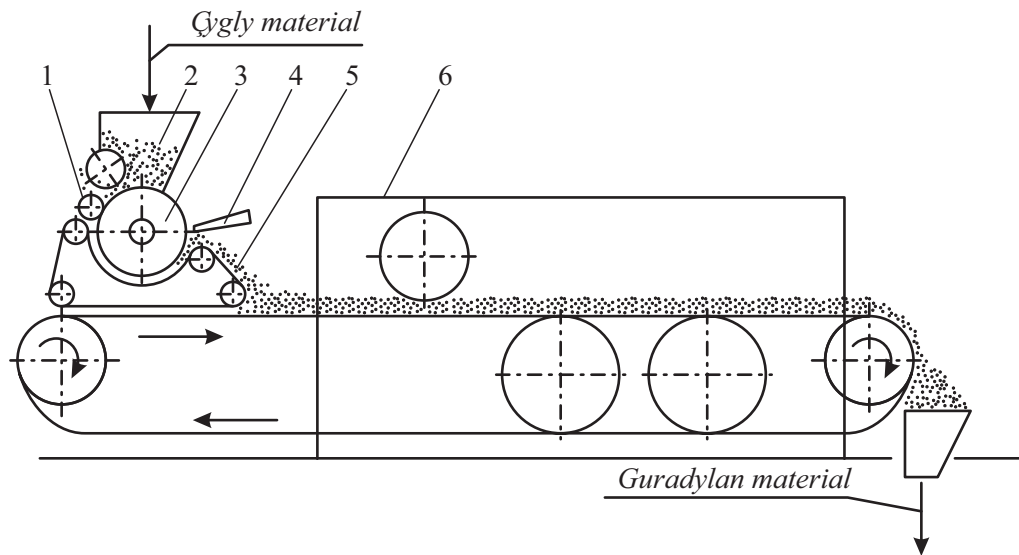
Petleli guradyjynyň bu kysymy 5.62-nji suratda görkezilendir. Guradyjy kameranyň içinden tekjeleriniň çuňlugy 10÷15 mm bolan, metaldan ýasalan tor lenta (4) üzniksiz geçip durýar. Pasta iýmitlendiriji bunkerden (1) bug bilen gyzdrylýan oklawlara (2) berilýär, oklaglar materialy lentanyň tekjelerine itekleýär. Lenta, presslenen material bilen ugrukdyryjy barabany (3) geçip, guradyjy kamera düşýär we ondaky ýörite berkidilen dik sütüniň berkidilmegi netijesinde, petleleri emele getirýär. Plankalar bolsa öz gezeginde guradyjy kameranyň ýokarky böleginde ýerleşdirilen zynjyrly konweýere (5) söýenýär. Soňra ugrukdyryjy tigrçek (rolik) bilen (6), lenta bilen urguly gurluşa (7) tarap çekilýär we gury önüm öýjükleriň içinden toplaýja berilýär, ol ýerden bolsa şnegiň (8) kömegi bilen guradyjydan çykarylýar. Bu enjamlarda guradyjy önüm lenta tarap perpendikulýar hereket edýär we materialyň ýeterlik derejede endigan guradylmagyny üpjün edýär. Sebäbi guratmak prosesi uly bolmadyk galyňlykda geçirilýär, şonuň ýaly-da material ilkibaşda gyzgyn oklaglar bilen gyzdrylýar we lentanyň ikitaraplaýyn ýylylyk daşajy bilen gurşalmagyny üpjün edýär.



5.62-nji surat. Petleli guradyjy:

1 – toplaýjy; 2 – gyzdrylýan oklaw; 3 – ugrukdyryjy baraban;
4 – tor lenta; 5 – zynjyrly konweýer; 6 – tigrçek; 7 – urguly gurluş; 8 – şnek

Oklag-lentaly guradyjy (5.63-nji surat). Bu guradyjylar pasta görnüşli materiallary guratmak üçin niýetlenendir. Guradyjynyň gurnamasy: enjam esasan lentaly konweýerden we şekil beriji-guradyjy oklawdan ybarat bolup durýar. Materiala forma bermek üçin we ony guratmak üçin niýetlenen oklawyň ýüzünde, trapesiýanyň profilinde halkalaýyn kanallar geçirilýär. Bunkerden (2) gelýän pasta, oklaw-press (1) bilen guradýan oklawyň (3) kanallaryna preslenilýär. Oklag we oklag-press bug bilen gyzdyrylýar. Oklawyň bir aýlawynda pasta guradylýar, guradylan pasta ýörite pyçaklaryň (4) kömegi bilen aýrylýar, soňra yzygiderlilikde konweýerden (5) we lentaly guradyjynyň (6) konweýerinden geçirilýär.



5.63-nji surat. Oklaw-lentaly guradyjy:

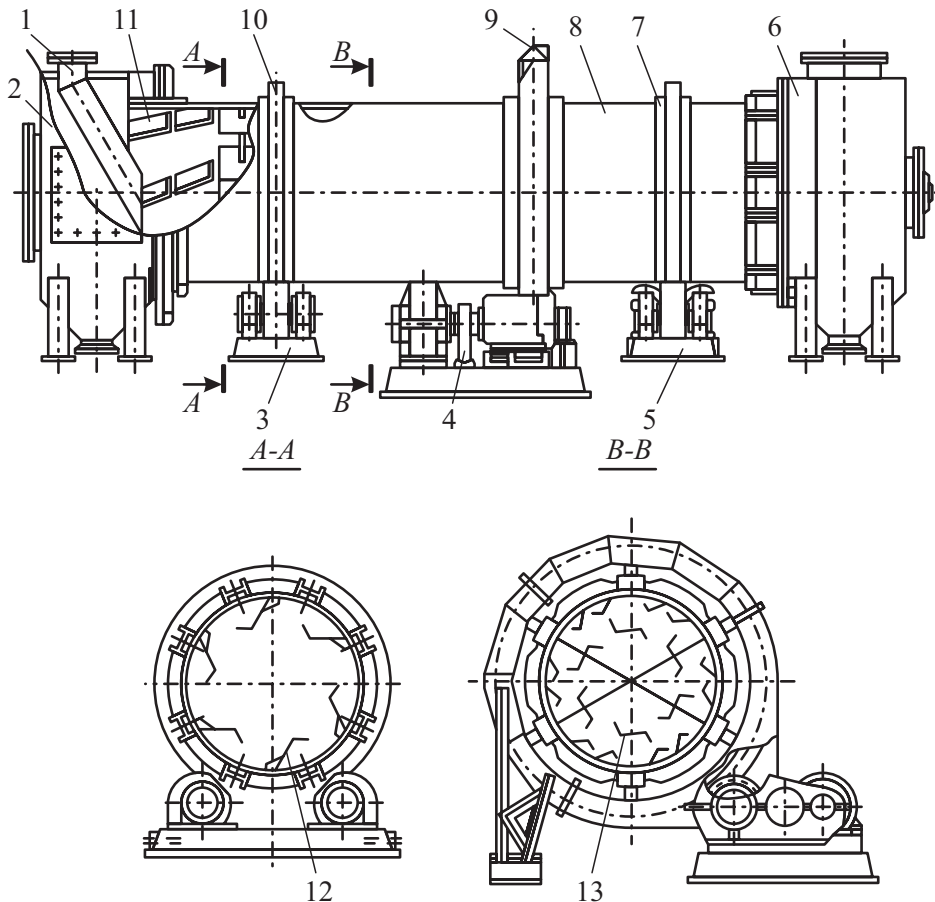
- 1 – oklaw-pres; 2 – bunker; 3 – guradýan oklaw; 4 – pyçaklar;
5 – konweýer; 6 – lentaly guradyjynyň konweýeri

Lentaly, oklag lentaly we petleli guradyjylaryň umumy ýetmezçilikleri: ölçegleriniň ululygy, hyzmat etmegiň çylşyrymlylygy we lentanyň gyşarmagy netijesinde, işiň saklanylmagy bolup durýar.

5.15.1. Baraban görnüşli guradyjy

Bu enjamlar önümçilik materiallaryny guratmak üçin niýetlenendir. Guradyjy önüm bolup, gyzdyryjy gazlar ýa-da gyzdyrylan howa ulanylýar we materiala ugurdaş ýa-da garşylyklaýyn herketde berilýär. Bu enjamlar özlerniň uly tygşylylygy bilen tapawutlanyp, uly temperaturaly ýylylyk daşajyklary ulanmaga mümkinçilik berýär.

Mundan başga-da, olaryň ýokary öndürjiligi bolýar, işlände örän ygtybarly bolup, 6000÷8000 sagat düýpli bejergisiz işläp bilýändir. Baraban görnüşli konwektiv guradyjynyň gurnamasy 5.64-nji suratda görkezilendir.



5.64-nji surat. Baraban görnüşli guradyjy:

1 – nowalar; 2 – yüklenýän kamera; 3 – direg ramasy; 4 – reduktor; 5 – direg-söýeg stansiýasy;
6 – çykarylýan kamera; 7 – inli halka; 8 – aýlanýan baraban; 9 – dişli tigrir; 10 – bandaž;
11 – kabul ediji burumly nasadka; 12 – perli nasadka; 13 – sektorly nasadka

Enjam gorizont boýunça 4° ýapgyt burç bilen oturdylýar, aýlanýan barabana (8) iki sany bandaž (10) we herekete getirijiniň dişli tigrir (9) geýdirilýär. Enjam bandažlary bilen direg ramasy (3) we direg-söýeg stansiýasyna (5) berkidilen erkin aýlanýan tigrirçeklere (roliklere) daýanýar.

Direg-söýeg stansiýasynyň ramasynda oturdylan iki sany daýanç tigrirçekleri barabanyň gabarasynyň ok boýunça süýşmegini çäklendirýär.

Baraban reduktorda (4) oturdylan dişli tigrir (9) kömegi bilen herekete getirilýär. Barabanyň aýlanma ýygylgy $2\div 12$ aýlaw/min. Barabanyň gapdal taraplaryn-

da çygly önümiň we ýylylyk göterijiniň berilmegi üçin ýüklenýän kamera (2) hemde önümiň we işlenen ýylylyk göterijiniň enjamdan çykarylmagy üçin kamera (6) ýerleşdirilýär.

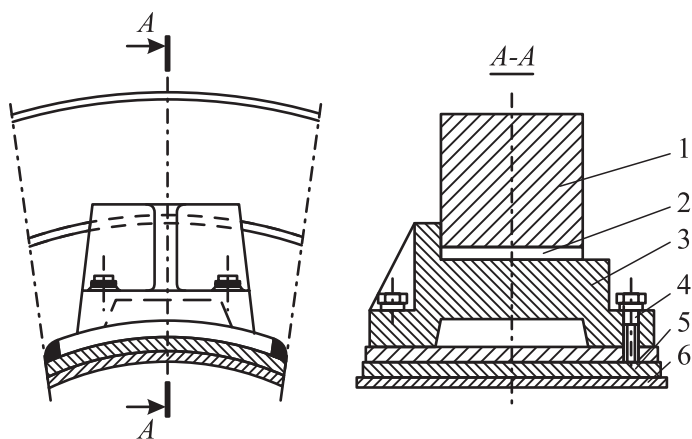
Aýlanýan barabana önümi ýüklemek üçin kameranyň ýokarsynda iýmitlendirijiler ýerleşdirilýär. Material iýmitlendirijiden barabana ýapgyt nowalaryň (lotklaryň) (1) (ýapgytlyk burçy $60 \div 70^\circ$) kömegi bilen berilýär. Bu bolsa materialyň barabana sepelenmegine (akmagyna) ýardam berýär. Kameralar bilen barabanyň arasyndaky yş, daşky howa içine geçmez ýaly dykyzlandyrylýar. Eger-de howa barabanyň içine düşse, onda ýylylyk göterijiniň temperaturasynyň peselmegine we tizliginiň ýokarlanmagyna eltýär. Barabanyň içinde material deň derejede ýaýrar ýaly, nasadka bilen üpjün edilýär. Diametri $1000 \div 1600$ mm bolan guradyjy barabanlarda akyjylygy gowy bolan we bölekleriniň ölçegleri 9 mm-den geçmeýän materiallary guratmak üçin, esasy nasadkadan daşary sektorly nasadka (13) hem ulanylýar. Bölekleriniň ölçegleri uly bolan ürgün materiallar üçin ýa-da ýelmeşýän materiallar üçin perli (12) nasadkalar ulanylýar.

Materiala berilýän ýylylyk gazlarynyň konweksiýasynyň, nasadkanyň gyzdyrylan üsti we barabanyň gyzdyrylan iç ýüzüniň ýylylyk geçirijiligi boýunça berilýär. Barabanyň göwrüminiň 20% material bilen doldurylýar. Material barabanyň ýapgytlygy boýunça onuň uzaboýuna hereket edýär. Barabanda gazyň otnositel tizligi $2 \div 5$ m/s.

Guradylan önüm düşürilýän kameradan perli enjamyň ýa-da şnegiň kömegi bilen çykarylýar. İşlenen gazlar tozan arassalaýjy desgadan geçýär we atmosfera tarap zyňylýar. Guradyjynyň barabany silindr şekilli polat gabaradan ybarat bolup, onuň galyňlygy $8 \div 20$ mm. Geçirilen synaglaryň görkezen netijeleri esasynda baraban işlän wagtynda gabarasynyň ýemşermek howpy bolup durýandygy belli edildi. Muny aradan aýyrmak üçin bolsa, baraban bir ýa-da birnäçe inli halkalar (7) bilen üpjün edilýär. Ol halkalar gabara kebşirlenip birleşdirilýär. Halkalaryň galyňlygy barabanyň diwarynyň galyňlygyndan $1,5 \div 2$ esse galyň edilýär. Şeýlelikde, bandažyň aşagynda güýçli gabara emele gelýär. Bu bolsa barabanyň deformirlenmesiniň önüni alýar.

Bandaž adaty kysymy 40 bolan polatdan ýasalýar. Onuň kese kesiminiň görnüşi gönüburçly profil bolmak bilen, enjamyň aýlanýan bölekleriniň hersiniň basyşyny direg we söýeg tigirçeklerine bermek üçin niýetlenendir. Tigirçekleriň materialy çouýundan ýasalýar. Tigirçekleriň we bandažlaryň materialynyň deň dældigi, tigirçekleriň basym sürtülip iýilmegine eltýär. Ýülen tigirçekleri ýasamak ýeňil we arzan düşýär. Bandažlar (1) (5.65-nji surat) barabana (6) başmaklaryň (3) kömegi bilen berkidilýär.

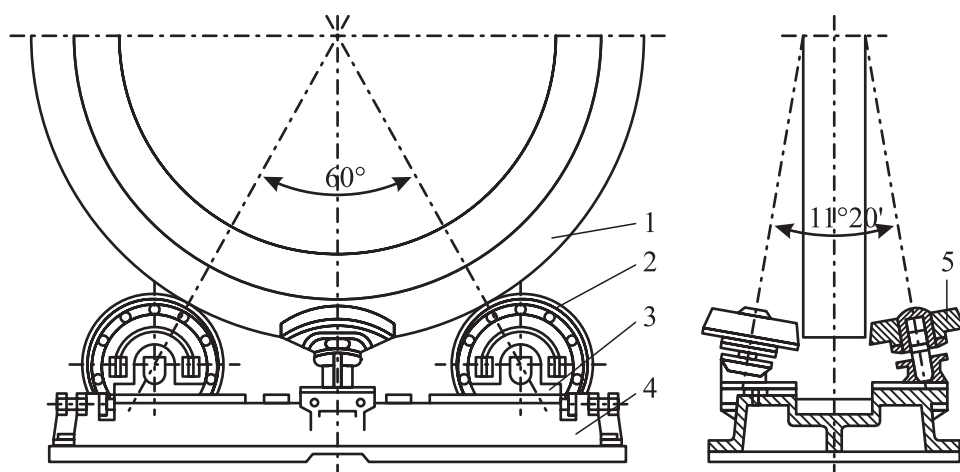
Başmaklary halkalaýyn seýiklere (nakladkalara) (5) kebşirmek arkaly ýa-da nurbatlaryň (4) kömegi bilen bireleşdirilýär. Bandažyň (1) we başmagyň (3) aralygynyň yşy bolsa polat tekiz üstleri (2) goýmak bilen sazlanýlar.



5.65-nji surat. Bandažyň gurnamasy:

1 – bandaž; 2 – polat list; 3 – bařmak; 4 – nurbat; 5 – seýikler; 6 – baraban

Direg-daýanç stansiýasy (5.66-njy surat) esasy bandaždan (1) we plitadan (4) ybarat bolup, direg tigirçekleri, (2) şonuň ýaly-da daýanç tigirçekleri (5) üçin dört sany podşipnikler (3) berkidilýär. Bandaž tigirçeklere öz gapdal üsti bilen direlýär.

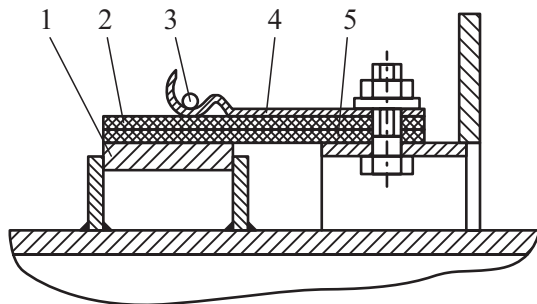


5.66-njy surat. Direg-daýanç stansiýasy:

1 – bandaž; 2 – direg tigirçegi; 3 – podşipnikler; 4 – plita; 5 – tigirçekler

Baraban görnüşli guradyjylar sehe tozanly gazlaryň geçmezligi üçin adaty pes wakuumda işledilýär (50 ÷ 250 Pa). Şunuň bilen baglylykda, barabanyň kamera bilen birleşmesi dykyzlandyrylýär. PST 2601-441-85 boýunça barabanyň ýüklenýän we düşürilýän kameralary bilen birleşýän ýerleri salnikli, lentaly ýa-da sektorly dykyzlandyryjylar bilen üpjün edilýär. Diametri 1000÷2800 mm bolan we barabanyň diwarynyň tempraturasy $t = 90^{\circ}\text{C}$ -e çenli bolan enjamlarda lentaly dykyzlan-

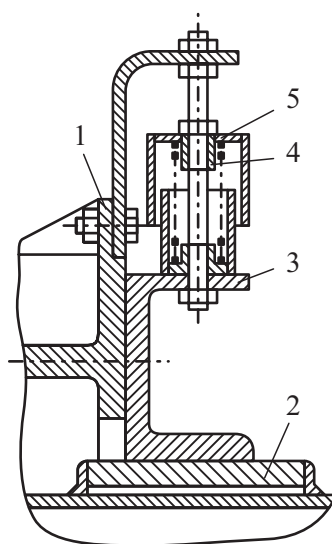
dyrmany ulanmak teklip edilýär. Eger-de temperatura ýokary bolsa, onda salnikli dykyzlandyrmany ulanmak, diametrleri uly enjamlarda bolsa sektorly dykyzlandyrmany ulanmak teklip edilýär.



5.67-nji surat. Lentaly dykyzlandyryjy:

1 – halka; 2 – lenta; 3 – hereket edýän halka; 4 – seýikler; 5 – gozganmaýan halka

Lentaly dykyzlandyrmada köp gatlakly lentanyň (2) (5.67-nji surat) bir tarapy kameranyň gozganmaýan halkasyna (5) berkidilýär, beýleki gapdaly bolsa, barabanda berkidilen halka (1) bilen birleşdirilýär. Lenta seýikleriň (nakladkalaryň) (4) üsti bilen polat simden ýasalan hereket edýän halka (3) bilen gysylýar. Sektorly dykyzlandyryjy (5.68-nji surata seret) hereket edýän (2) we hereket edmeýän halkalardan (1) ybarat bolup durýar. Hereket edýän halka (2) baraban bilen bile aýlanýar we pružinalar (4) bilen on sany sektor (3) berkidilýär. Pružinalar (4) bolsa öz gezeğinde stakanlara (5) direlýär.



5.68-nji surat. Sektorly dykyzlandyryjy:

*1 – hereket etmeýän halka; 2 – hereket edýän halka; 3 – sektor;
4 – pružinalar; 5 – stakanlar*

5.15.2. Materiallary gaýnaýan gatlakda guradyjy enjam

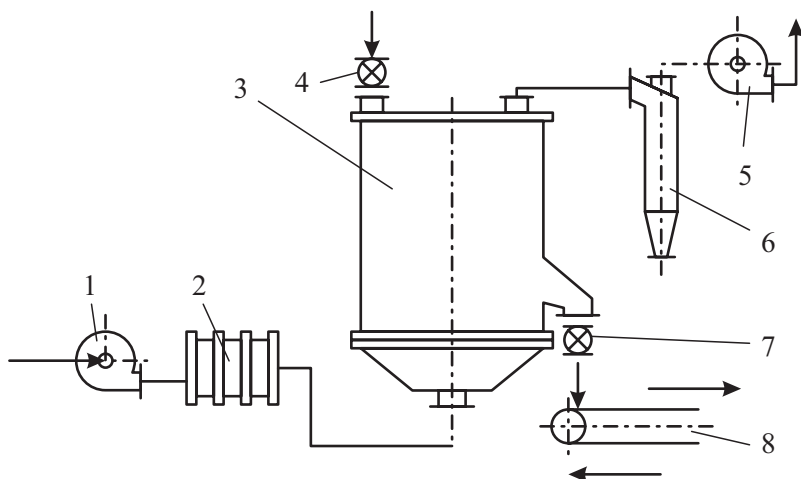
Gaýnaýan gatlakda guratmany geçirmek prosesi, materialdan çyglylygy aýr-magy düýpli tizleşdirmäge mümkinçilik berýär, sebäbi bu ýagdaýda guradylýan materialyň bölekleri bilen guradyjynyň arasyndaky galtaşma üsti ulalýar, temperatura we gatlagyň göwrümindäki materialyň çyglylygy deňleşýär. Munuň netijesinde bolsa, bu enjamlar baraban görnüşli guradyjlara garanyňda ulanylyşy has ähmiýetli bolýar, mysal üçin, hek, daş kömür we beýlekiler guradylanda, bu enjamlaryň görkezijileri has ýokarydyr. Gaýnaýan gatlakly gurluşda bir wagtyň içinde birnäçe prosesi (guratmak we bişirmek, guratmak we ownatmak we beýlekiler) geçirmek bolýar. Bu guradyjlaryň ýetmezçilik taraplary: energiýanyň udel harçlanmasynyň ýokarylygy, tozanyň emele gelmegi we munuň bilen baglylykda howada ýarylma howply konsentrasiýanyň ýüze çykmagy bolup durýar. Gaýnaýan gatlakda guradyjy enjamlar bir we köp bölekli bolup bilýärler. Bir bölekli enjamlaryň gurnamasy we ulanylyşy örän ýönekeýdir. Bu enjamlar esasan, ürgün materiallaryň çyglylygyny aýyrmak üçin ulanylýar. Guratmagyň ýokary deňölçegli didigini talap edýän materiallary guratmak üçin bolsa, köp bölekli enjamlary ulanmak has amatlydyr.

Ýönekeý bir kameraly guradyjy dik oturdylan enjam bolmak bilen, kese kesigi tegelek ýa-da gönüburçluk bolup durýar. Enjamyň aşaky bölegi paýlaýjy gözenek bilen üpjün edilýär we ol gözenekden ýylylyk daşajy gelýär.

Mälim bolşy ýaly, ýylylyk daşajyynyň örän pes tizliginde däneli material gözenekde hereketsiz dykyz gatlak görnüşinde ýatýar. Ýylylyk daşajyynyň berilme tizliginiň ýokarlanmagy bilen, gatlak ilki bilen çişip başlaýar, ýöne hereketsiz bolmagyna galýar, soňra ýylylyk göteriji käbir aňrybaş tizlige (gaýnama tizligi diýip atlandyrylýan) ýetende, gatlak gaýnama ýagdaýa gelýär. Tizligiň mundan beýläk hem ýokarlandyrylmagy bilen, gaýnaýan gatlak, howaly akyma geçýär.

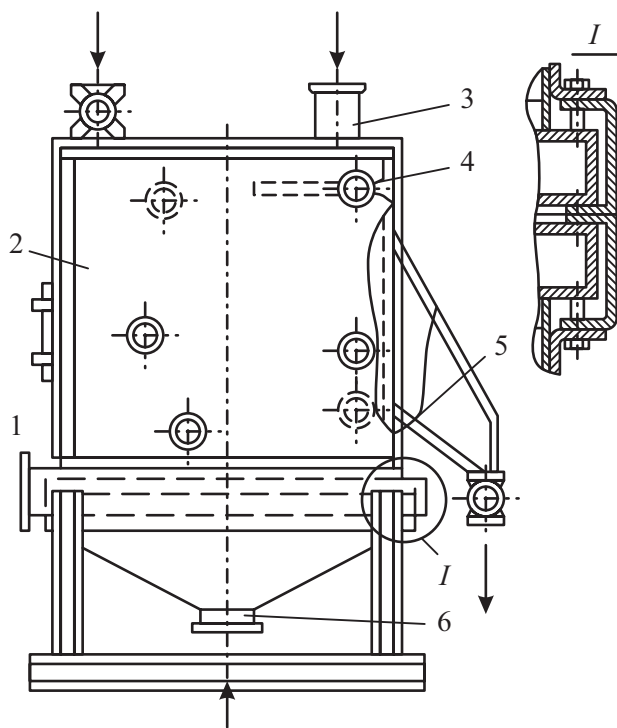
Bu akymyň başlangyç tizligi gazly akymyň tizligi bilen häsiýetlendirilýär we «äkidilme tizligi» diýlip atlandyrylýar. 5.69-njy suratda gaýnaýan gatlakda gyzgyn howa bilen ammoniý sulfatyny guratmak üçin niýetlenen gurluş görkezilen. Çygly material sektorly iýmitlendiriji (4) bilen guradyjy kamera (3) ýüklenilýär, bu ýerik howa üfleýjiniň (1) kömegi bilen kaloriferiň (2) üstünden gecirilen howa üflenilýär. Üflenýän howanyň temperaturasy $t = 120^{\circ}\text{C}$ -e çenli bolýar. Guradylan önüm düşürilýän gurluşyň (7) üsti bilen konweýere (8) barýar. Işlenen howa bolsa tozan tutujynyň (6) üstünden geçip, howa üfleýjiniň (5) kömegi bilen atmosfera zyňylýar.

Bu gurluşyň guradyjy kamerasy (5.70-nji surat) gönüburçly gap (2) bolup durýar. Gapagyň (1) üsti bilen gabyň aşaky bölegine gaz paýlaýjy gurluş oturdylýar. Turbanyň (6) üsti bilen gyzdyrylan howa berilýär we serpikdirijini (4) geçip, turbanyň (3) üsti bilen çykyp gidýär. Serpikdiriji (4) ýüklenýän materialy guratmaga niýetlenen gaz akymyny ugrukdyrmaga niýetlenendir. gaýnaýan gatlagyň berlen derejesini üpjün etmek üçin, agma bosagasy (5) hyzmat edýär.



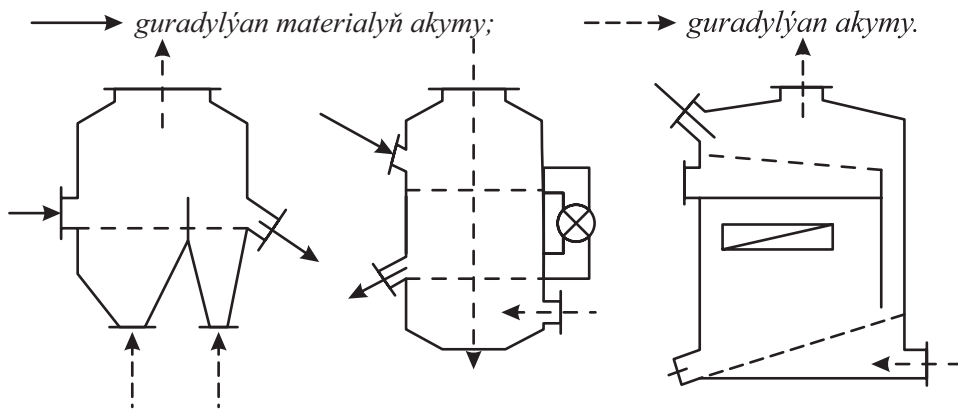
5.69-njy surat. Gaýnaýan gatlakda gyzgyn howa bilen ammoniý sulfatyny guratmak:

1, 5 – howa üfleýji; 2 – kalorifer; 3 – guradyjy kamera; 4 – sektorly ýmitlendiriji; 6 – tozan tutujy; 7 – guradylan önüm düşürilýän gurluş; 8 – konweýer



5.70-njy surat. Guradyjy kameranyň gurnamasy:

1 – gapak; 2 – gönüburçly gap; 3 – turba; 4 – serpikdiriji; 5 – agma bosagasy



5.71-nji surat. Iki böleklí guradyjylaryň shemalary:

a – kese görnüşde; b – akymy ugrukdyryjysy daş ýüzünde ýerleşdirilen, dik görnüşde; ç – akymy ugrukdyryjysy iç ýüzünde ýerleşdirilen, dik görnüşde

5.71-nji suratda iki böleklí guradyjylaryň shemalary görkezilen. Gaýnaýan gatlakly enjamlar soňky wagtlar pasta görnüşli materiallary, erginleri we suspenziýalary guratmakda giňden ulanylyp başlanyldy. Bu enjamlarda däneli materialyň gatlagy görnüşinde guradylýan önümiň gerdejikleri ýa-da inert göteriji (çäge, farfor şarikleri, ftoroplastyň owuntyklary) ulanylýar. Goýy görnüşli materialy guratmak prosesini şeýleräk ýagdaýda göz önüne getirmek bolýar, ýagny suwuk ýa-da pasta görnüşli material forsunkalaryň üsti bilen, guradylýan önümiň gaýnaýan gerdejikleriniň üstüne berilýär, munuň esasynda bolsa olaryň ölçegleri ulalýar. Materialdan çyglylyk aýrylýar we gaýnaýan gatlakda gury gerdejikleriň sürtülmeği we owranmagy netijesinde, täze bölejikler emele gelýär.

Enjamda iri bölejikleriň çykarylmany we maýda bölejikleriň yzyna gaýtarylyp berilmegi üçin separatorlar oturdylýar.

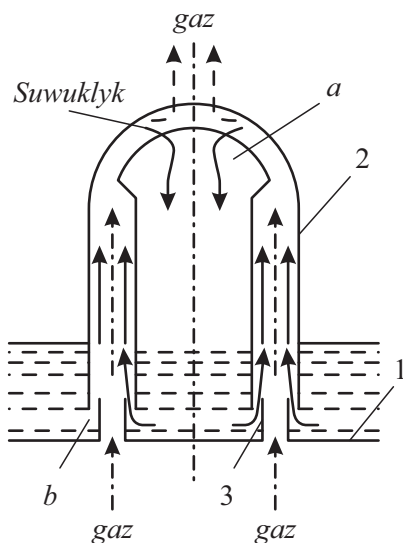
5.16. Massa çalyşma tehnikasynyň ösüşli ugry

Massa çalyşma prosesini kämilleşdirmekde galtaşdyryjy enjamly «tarelkalaryň» köp gurnamalary işlenildi we önümçilige ornaşdyryldy. Bu gurnamalar massa çalyşy enjamlaryň öndürilijiligini, şeýle-de bölünmäniň netijeliligini ýokarlandyrmaga uly ýardam berdi.

«Tarelkalaryň» täze gurnamalarynyň käbir görnüşleri bilen taňşalyň. Täze kämilleşdirilen gurnamalaryň biri hem, akymly garşylykly ugrukdyrylan «tarelka» bolup durýar (5.72-nji surat). Bu gurnamada gaz (bug) «tarelkadan» (1) geçip, turbajygyň (3) içi bilen, 10÷40 m/s tizlik bilen galtaşdyrma turbasyna (2) düşýär.

Gaz (bug) akymy galtaşdyrma turbasyna geçende, (b) yş boýunça «tarelkanyň» üst ýüzünden suwuklygy özi bilen çekip alýar. Soňra gaz-suwuklyk akymly

galtaşdyrma turbasy (2) boýunça ýokarlygyna hereket edip, «tarelkanyň» ýokarky böleginiň öwrümünde akymlar biri-birine garşylyklaýyn gelip, çaknyşýarlar.



5.72-nji surat. Akymlyry garşylykly ugrukdyrylan «tarelka»:

1 – «tarelka»; 2 – galtaşdyrma turbasy; 3 – turbajyk

Akymlyryň çaknyşmasynyň netijesinde suwuklyk, galtaşdyrma turbasynyň ýokarky böleginiň aşagynda ýerleşdirilen (a) yş boýunça aşaklygyna «tarelka» zyňlýar, bölünen gaz (bug) bolsa «tarelkalaryň» aralygyndaky boşluga düşüp, indiki «tarelka» tarap ýokarlygyna hereketde bolýar. Bu «tarelkalar» bilen üpjün edilen absorpsion we rektifikasion sütünleriň geçirijilik ukyby, gapajykly «tarelkaly» sütünler bilen deňşirilende 2,5 esse ýokarydyr we bölünmäniň ýokary netijeliligini üpjün edýändir.

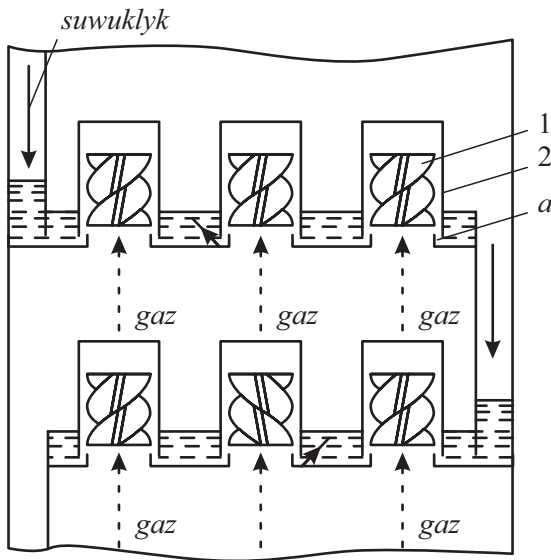
Bu «tarelkalaryň» esasy artykmaç tarapy, köp harajat etmän, gapajykly «tarelkaly» sütünleriň gapajykly «tarelkalaryny» ýokarda görkezilen «tarelka» çalyşmak mümkinçiliginden ybaratdyr.

Täze «tarelkalaryň» ýene-de bir gurnamasy, tüweleý emele getiriji enjamly «tarelkadyr» (5.73-nji surat). Massa çalşygy enjamyň «tarelkalarynyň» içinde tüweleý emele getiriji elementli (1) gapajyk (2) ýerleşdirilýär. Bu element gaz-suwuklyk akymyna towlanma hereketi berýär, ýagny gaz (bug) aşakdaky «tarelkadan» turbajyga düşýär we «tarelkadaky» suwuklygy (a) yş boýunça özüne çekip alýar we gaz-suwuklyk akymy towlanan hereketde bolup, ýokarlygyna hereket edýär.

Bu ýagdaýda ýüze çykýan merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde suwuklyk gapajygyň (2) diwaryna tarap zyňlýar we gazdan bölünip aýrylýar.

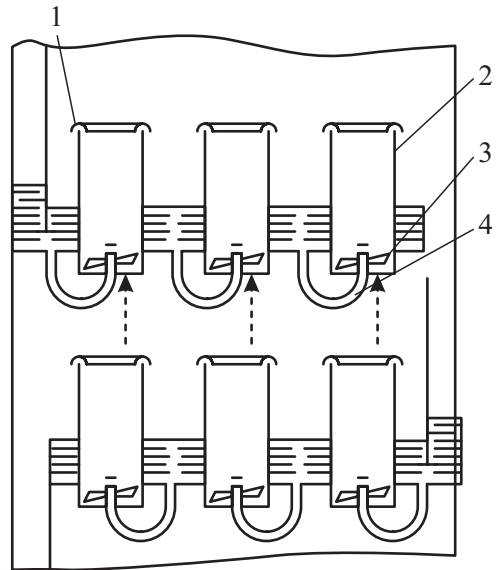
Bu «tarelkanyň» gurnamasyna meňzeş gurnama 5.74-nji suratda hem görkezilendir. Bu «tarelkada» gaz-suwuklyk akymyna towlanma hereketi tüweleý emele getiriji element (3) tarapyndan berilýär. Bu element ýapgyt perler bilen üpjün edi-

lip, suwuklygyň berilýän turbajygynyň ýokarsynda ýerleşdirilendir. «Tarelkadaky» suwuklyk, galtaşdyryjy elemente turbajygyň üsti bilen berilýär.



5.73-nji surat. Tüweleý emele getiriji enjamly «tarelka»:

1 – tüweleýemele getiriji element; 2 – gapajyk

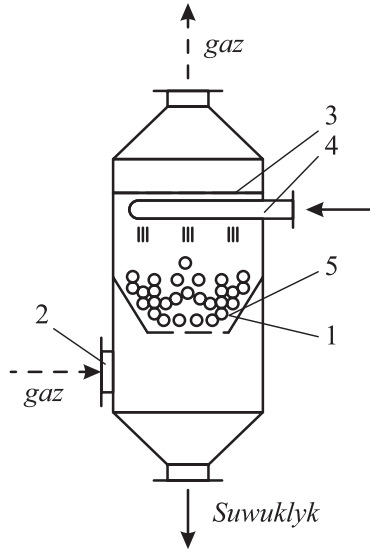


5.74-nji surat. Tüweleý emele getiriji enjamly «tarelka»:

1 – tüweleý emele getiriji element; 2 – gapajyk; 3 – towlaýjy (tüweleý emele getiriji) enjam; 4 – turbajyk

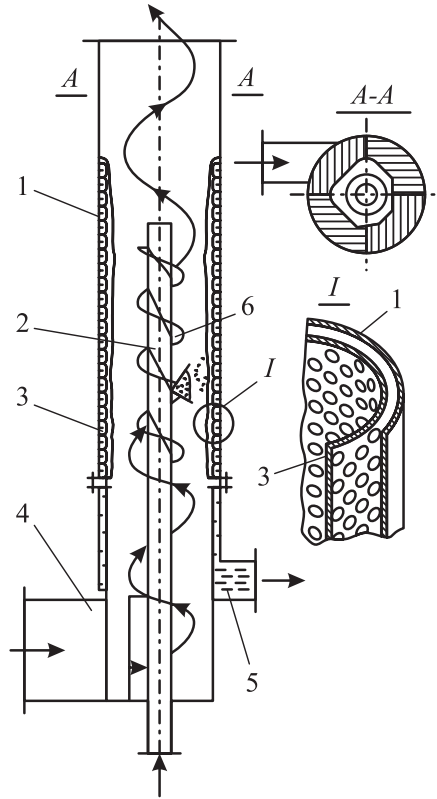
Berilýän suwuklyk «tarelkanyň» üstündäki suwuklyk sütüniniň basyşynyň täsirinde turbajyga berlip durulýar. Gazyň (buguň) düzüminden suwuklygyň bölünmegini üpjün etmek üçin, gapajygyň (2) ýokarky böleginde separator (1) ýerleşdirilýär. Gaz (bug) suwuklyk akymalarynyň şeýle galtaşmasyny we bölünmesini üpjün edip bilýän bu enjam, bölünmäniň ýokary derejesini üpjün edýän sütünler bilen deňşdirilende, bu enjamyň geçirijilik ukyby has ýokary bolup durýar. Ýöne bu enjamlaryň gidrawlik garşylygy barbotazly (düwme emele gelýän) sütünler bilen deňşdirilende, biraz ýokarydyr.

Mälim bolşy ýaly, ýeňil ereýän gazlaryň absorbsiýasy üçin, galtaşmanyň iki-üç nazary basgançaklary ýeterlikdir. Bu maksatlar göz önünde tutulyp, massa çalşygy enjamlaryň birnäçe ýönekeý gurnamalary işlenip düzüldi. Bu gurnamalarda bölünmäniň gerekli derejesini gazyň uly öndürilijiliginde üpjün edip bolýandyr. Çüwdürimli nasadkaly enjamda (5.75-nji surat) gaz, şuser (2) boýunça enjama berlip, aşakdan ýokaryk hereketde bolýar we şar görnüşli nasadkany (1) ýokaryk galtdyrýar. Şarlar öz gezeginde konus görnüşli giňeldijide (5) çüwdürimli herektde bolup, gaz bilen suwuklygyň galtaşmasyny üpjün edýärler. Suwuklyk enjama kollektor (4) boýunça berilýär. Şar görnüşli nasadkalaryň gaz akymy bilen enjamdan äkidilmezligi üçin, gabaranyň içinde gözenek (3) göz önünde tutulandyr.



5.75-nji surat. Çüwdürimli nasadkaly sütün:

1 – şar görnüşi nasadka; 2 – ştuser; 3 – gözenek; 4 – kollektor; 5 – konus



5.76-nji surat. Burumly çyglandyrylýan enjam: 1 – daşky silindr; 2 – ştuser;
3 – içki silindr; 4, 5 – ştuserler; 6 – burum şekilli plastina

Bu gurnamadan başga-da towlanýan akymly (tüweleý emele getirýän) burumly çyglandyrylýan massa çalşygy enjamyň gurnamasy işlenip düzül-di (5.76-njy surat). Enjama berilýän gaz burç boýunça (tangensal) ýerleşdirilen turba-dan (4) geçende, towlanan herekete eýe bolup, enjam boýunça ýokarlygyna hereket edýär. Gaz akymyny çyglylandyrmak üçin, gabaranyň merkezinde ýerleşdirilen de-flektorly çyglylandyryjy turba ýerleşdirilendir. Bu turba boýunça enjama suwuklyk berilýär.

Turbanyň daş ýüzünde burum (spiral) şekilli plastina (6) ýerleşdirilýär, plasti-nalar uzaboýuna ötükler bilen üpjün edilendir. Bu ötükler boýunça enjama berilýän suwuklyk çüwdürim görnüşinde turbadan çykyp, plastinanyň gyrasyna (erňegine) urulýar we giňelip gidýän suwuklyk plýonkasyny emele getirýär.

Towlanan gaz akymy bolsa, bu plýonkany maýdajyk damjalara pytradýar. Damjalar merkezden daşlaşýan güýçleriň täsirinde enjamyň diwaryna tarap zy-ňylýar we içki silindrde (3) ýasalan ötüklereň üsti bilen içki (3) hem-de daşky (1) silindrlereň aralygyndaky boşluga düşýär. Suwuklyk grawitasiýa güýçleriniň täsiri bilen, iki diwaryň arasyndaky boşluk boýunça aşaklygyna hereket edip, ştuser (5) boýunça enjamdan çykýar. Suwuklykdan bölünen gaz bolsa enjamdan gaz geçiri-jilere berilýär ýa-da atmosfera zyňylýar.

Önümçilikde geçirilen synaglaryň netijesi boýunça bu kysymdaky enjam-da gazyň 18÷20 m/s tizligi üpjün edilýär şeýle-de enjamyň gidrawlik garşylygy 1,6 kPa-dan geçmeýär.

Bulardan başga-da, häzirki wagt täze tehnologiýalarda birnäçe täze gurnama-daky «tarekalar» we massa çalşygy enjamlar işlenip düzülendir.

VI BÖLÜM REAKSIÝA ENJAMLARY

6.1. Reaktorlaryň toparlara bölünişi we olaryň kysymlary

Tehnologik prosesleriň esasyny himiki reaksiýa (proses) düzýär. Reaktorda haýsy hem bolsa bir reaksiýanyň geçmegi netijesinde, islendik himiki önümiň emele gelmegi üçin önümçiligiň tehnologik shemasynda reaktorlar mydama esasy orny eýeleýär. Başgaça aýdylanda, maksadalaýyk gerekli önümi almak üçin himiki prosesleriň amala aşyrylýan enjamlaryna reaktorlar diýilýär.

Giňişleýin alnanda, himiki reaktorlaryň düzümine başga-da köp beýleki enjamlary goşmak bolar. Meselem: kesgitlenen maddany almak üçin däl-de, eýsem haýsy hem bolsa beýleki maksatlar üçin niýetlenen enjamlar degişlidir.

Bu enjamlarda geçýän himiki reaksiýalara içinden ýandyrylýan dwigateller, reaktiw dwigateller, akkumulýatorlar, elektrik bataryalary we beýlekiler degişlidir.

Tehnologik shemanyň netijeliligi we tygşytlylygy köp ýagdaýlarda reaktoryň işleýşine baglydygyny belläp geçmelidir. Şeýlelikde, reaksiyon gurluşyň gurnamasy, geçýän prosesi, optimal ululyklarynyň (reaksiýanyň zonasýnda temperatura we basyş) durnuklylygyny, galtaşma üstüni we massa birliginiň tizligini, katalizatoryň işjeňligini hökmany üpjün etmelidir. Netijede, her bir himiki reaksiýa üçin prosesi geçirmekde oňaýly şertleri kanagatlandyryan aýrybaşga (indiwidual) reaktory (ýada gurluşy) taslamak gerek bolýar. Düzgün bolşy ýaly, bu mesele tehnologlar bilen bilelikde çözülýär.

Himiki prosesleriň we işlenilýän maddalaryň, şeýle-de geçiş şertleriniň dür-lüdigini sebäpli, reaktorlaryň dürli gurnamalaryny döretmegi şertlendirýär. Ýöne her bir himiki maddanyň we her bir aýratyn reaksiýanyň aýratynlygyna garamazdan, olary umumylaşdyryp seretmek mümkindir.

Reaktorlaryň köpüsünde fiziki prosesleriniň meňzeş ýerleri bolýar. Bu ýerleriň kömegi bilen himiki prosesiň geçmegi üçin oňaýly şertler döredilýär. Prosesiň fiziki tapgyrlaryny amala aşyrmak üçin reaktorlaryň gurluşynda ýönekeý enjamlar ýada enjamlaryň elementleri (garyşdyryjylar, ýylylyk çalşyjylar, oturdylýan elementler we ş. m.) bardyr. Şeýlelikde, himiki reaktorlary enjamlaryň toplumu görnüşinde (ýagny himiki reaksiýany alyp barýan himiki prosesleri geçmek üçin niýetlenen reagentleri bermek we reaksiýanyň önümlerini aýyrmak, ýylylygy bermek ýada aýyrmak, galtaşma üstüni döretmek we ş.m.), ýönekeý enjamlaryň kesgitlenen birleşmelerinden ýada elementlerinden düzülen enjamlaryň toplumu görnüşinde seretmek bolar.

Himiki reaktorlar aşakdaky alamatlar boýunça toparlara bölünýärler:

1. Iş düzgünine (režimine) baglylykda, döwürleýin, üzniüksiz we ýarym döwürleýin işleýän reaktorlar.

Döwürleýin işleýän reaktorlarda reagentler operasiýanyň başynda ýüklenilýär. Öwrülme derejesine ýetmek üçin gerek bolan kesgitlenen wagtdan soň, reaktoryň önümi düşürilýär. Himiki prosesiň ululyklary (düzümi- d , temperaturasy- T we basyşy- P) wagt boýunça üýtgeýändir.

Üznüksiz işleýän reaktorlarda reagentler reaktory iýmitlendirip durmak üçin üznüksiz berlip durulýar. Reaksiýanyň önümini aýyrmak hem üznüksiz amala aşyrylýar. Bu reaktorlar üçin reaksiýanyň dowamlylygyny gös-göni ölçäp bolmaýar. Mundan başga-da, reaktoryň işe goýberilme we saklanylma döwürlerini göz önüne tutmazdan, reaktoryň esasy ululyklary (d , T , P) diňe giňişlikde üýtgeýär.

Ýarym döwürleýin işleýän reaktorlarda reagentleriniň biri üznüksiz berilýär, beýlekisi bolsa döwürleýin berilýär. Bu reaktorlaryň başga görnüşleri hem bardyr, mysal üçin, reagentler reaktora gezekli-gezegine (zygiderlilik çalşylyp) berlip durulýar. Bu ýagdaýlarda himiki prosesiň işçi ululyklary hem wagta görä hem-de giňişlikde üýtgeýärler.

2. Reaksiýa önüminiň hereketiniň düzgünine baglylykda, reaktorlar gysyp çykarýan (GÇ), garyşdyrýan (G) we aralyk kysymdaky reaktorlar (AKR) bolýarlar.

Gysyp çykarýan we garyşdyrýan reaktorlar reaksiyon enjamlaryň aýratyn kysymlary bolup durýarlar (hakykatdan-da reaktorlaryň hemmesinde şeýle düzgünleri döretmek mümkin däldir).

3. İşleýişiniň ýylylyk düzgünleri boýunça reaktorlar izotermik, adiabatik, politropik we awtotermik bolýarlar.

Izotermik düzgünde ýylylygy bermek we aýyrmak arkaly prosesiň doly geçiş dowamlylygynda reaktorda hemişelik temperatura saklanylýar. *Iki ýagdaý mümkin bolup bilýär:* eger-de reaksiýa *ekzotermik* bolsa, onda ýylylyk reaksiýanyň zolagyndan aýrylýar; eger-de reaksiýa *endotermik* bolsa, onda ýylylyk, reaksiýanyň zolagyna berilýär.

Reaktoryň adiabatik iş düzgününde daşky gurşaw bilen ýylylyk çalyşma prosesi bolmaýar we himiki reaksiýanyň ýylylygy reaksiyon garyndynyň temperaturasyny üýtgetmek üçin doly harçlanylýar: ekzotermik reaksiýada wagtyň geçmegi bilen önümiň temperaturasy ýokarlanýar, endotermik reaksiýada bolsa, tersine, peselýär. Politropik düzgünde, reaktorda temperatura hemişelik bolmaýar we bu ýagdaýda ýylylygyň bir böleginiň reaksiyon garyndydan aýrylmagy ýa-da oňa berilmegi mümkindir. Hökmany gerek bolan temperaturany almak we ony awtomatik saklamak üçin, reaksiýanyň ýylylygynyň hasabyna reaktoryň awtotermik düzgüni diýlip atlandyrylýan düzgün amala aşyrylýar.

Adiabatik we izotermik düzgünleriň çäkli ýagdaýlardygyny belläp geçmelidir, sebäbi önümçilik ýagdaýlarda olara düýbünden duşulmaýar. Şol sebäpli, önümçilik maksatlary üçin ýeterlikli takyklyk bilen adiabatik we izotermik düzgünleriň deňlemeleri boýunça bu reaktorlary hasaplamak mümkindir.

4. Reagentleriniň düzüminiň ýagdaýy boýunça reaktorlar gomogen (birmeňzeş kysymly) we geterogen (dürli kysymly) bolýarlar.

5. *Himiki prosesleriň geçiş mehanizmi boýunça reaktorlar katalitik däl we katalitik reaktorlara bölünýärler.*

Katalizator himiki reaksiýalaryň geçiş tizligini çaltlandyrmak üçin niýetlenendir. Düzgün bolşy ýaly metallar we metallaryň oksidleri katalizator bolup bilýärler, ýagny, Pt, Ag, Ni, ZnO, MgO, Cr₂O₃, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂ we beýlekiler. Metal katalizatorlar tor, külke ýa-da daşy külke örtüklü inert maddalar görnüşinde ulanylýarlar.

Örtmek üçin silikogel, alýumogel, SiO₂ çäge ulanylýar. Torlar düzgün bolşy ýaly diametri 0,05÷0,1 mm bolan simden örülýär, bularyň işjeň üsti 1÷2 m²/m². Katalizatoryň durky we ölçegleri katalizatoryň reaktorda oturdylyjak ýagdaýyna baglydyr.

6. *Katalizatorynyň ýagdaýyna baglylykda,* reaktorlar gozganmaýan katalizator gatlakly, hereket edýän katalizator gatlakly we katalizatory gaýnaýan gatlakly bolýarlar.

7. *Gozganmaýan katalizator gatlagynyň ýerleşdiriliş usulyna baglylykda,* reaktorlar şahtaly, tekjeli, turbaly we utgaşykly bolýarlar.

Şahtaly we tekjeli reaktorlarda katalizator gatlaklarynyň sany we olaryň beýikligi reaksiýanyň tizligine, bölünýän ýylylygyň möçberine, gatlagyň içinde gazyň hereketiniň häsiýetine, ölçegine, katalizatoryň ýerleşdiriş usulyna baglydyr.

8. *Gurnalyş şekiline baglylykda.*

Toparlara bölmäniň bu görnüşiniň esasynda ylmy çäkler (kriteriýalar) ýatmaýar, ýöne muňa esaslanyp, enjamlary önümçiligiň usullary boýunça toparlara bölmek mümkindir. Toparlara bölmäniň bu görnüşi boýunça reaktorlaryň indiki kysymalaryny tapawutlandyryp bolýar: hereket edýän we gozganmaýan gatlakly reaktorlar, garyşdyryjyly reaktorlar, awtoklawlar, konwertorlar we beýlekiler.

9. *Basyşyň ululygy boýunça* reaktorlar uly, orta we pes basyşlarda işleýän bolýarlar, şeýle-de wakuum astynda işleýän reaktorlar bardyr.

Himiýa we nebit himiýasy önümçiliklerinde okislenme, gidrotasiýa we degidratasiýa, gidrirlleme we degidrirlleme, galogenerirlleme, degalogenerirlleme, alkirlleme, izomerizasiýa, oligomerizasiýa we polimerizasiýa prosesleri giňden ulanylýar. Bu prosesleriň islendigini (suwuk ýa-da gazly gurşawlarda; suwuk, gaty ýa-da gaz halyndaky katalizatorlaryň gatnaşmagynda) dürli temperaturalarda we basyşlarda geçirmek mümkindir. Şeýlelikde, himiki reaktoryň kysymy diňe bir himiki reaksiýa bilen kesgitlenmän, eýsem, esasan, reaksiýanyň geçiriliş şertine bagly kesgitlenilýändir.

6.2. Katalizatorlaryň niýetlenilişi we görnüşleri

Katalizatorlar – himiki reaksiýany tizleşdirýän, ýöne ahyrky önümiň düzümine özi girmeyän maddalardyr. Katalizatorlar esasan, mineral dökünleri önümçiliklerde metanyň konwersiýasynda, ammiagyň sintezinde katalitik reaksiýalarda ulanylýandyr. Netijeliligi gowy we uzakmöhletli katalizatorlary almak maksady bilen, ele-

mentleriň dürli usullary müňlerçe maddalar bilen synagdan geçirildi. Ýöne olaryň az bölegi ýokary işjeňligi görkezdiler, ýagy demir, osmiý, uran, molibden, wolfram, marganes we käbir beýleki metallar.

Atlandyrylan elementleriň içinden önümçilik üçin has ýaramlysy demirli katalizator boldy. Ol, ammiagyň ýokary çykyşy bolan 450÷500°C temperaturada özünüň ýokary işjeňligini saklaýandygyny görkezdi. Bu katalizator zäherleýji galtaşmalara durnuklydyr, şeýle-de onuň düzümine käbir güýçlendirijiler goşulanda, ol özünüň ýokary işjeňlik derejesini üýtgetmesiz, köp wagtlaý saklap bilýär, arzan hem gyt dälidir. Katalizatoryň işjeňligini ýokarlandyryan goşulmalara *işjeňleşdirijiler* ýa-da *promotorlar* diýilýär. Adatça, aktiwatorlar hökmünde alýumin oksidi (Al_2O_3) we aşgar metallarynyň oksidi – kaliniň we natriniň (K_2O , Na_2O) ulanylýandyr. Aktiwatorlar katalizatoryň termik durnuklylygyny ýokarlandyryr we ony has işjeňleşdirýär. Bulardan başga-da, demirli katalizatoryň düzümine 0,3% SiO_2 ýa-da CaO goşulsa, katalizatoryň netijeliligini ýokarlandyryandygy, düzüminde 0,2% Al_2O_3 we 1% K_2O saklaýan katalizatora 0,3% SiO_2 goşulsa, katalizatoryň işjeňliginiň peselýändigini anyklanylýandyr. Bulardan başga-da, Zr, ThO_2 netijeli promotorlar bolup hyzmat edýändirler.

Katalizatory zäherleýjiler. Ammiagyň sintezine gelýän gazyň düzüminde katalizatory zäherleýji garyndylar bolýar. Bu garyndylaryň käbiri katalizatory dikeldip bolmaz ýaly zäherleýärler. Olara kükürdiň, fosforyň, myşýagyň, agyr metallaryň birleşmeleri we maşyn ýagy degişlidir. Zäherleriň başga topary katalizatory dikeldiji bolup durýarlar. Bulara kislorod we onuň birleşmeleri (suw, ugleroduň oksidleri we beýlekiler) degişlidir. Bularyň täsirinde, eger-de onuň üstünden arassa azotwodorod garyndysy goýberilse, katalizatoryň işjeňliginiň dikelmegi mümkindir.

Çalgý ýaglary hem belläp geçilişi ýaly, zäherleýji bolup durýarlar. Ýagyň buglarynyň ammiagyň çykymyna täsiri öwrenildi we aşakdaky netijeler alyndy:

6.1-nji tablisa

Ýagyň buglarynyň ammiagyň çykymyna täsiri

Çalgý ýagyň konsentrasiýasy, g/m ³	Gazyň göwrümleýin tizligi, sag-1	Temperaturada (°C) ammiagyň çykymy, % (arassa gaz bilen deňeşdirilende)			
		400	450	475	500
0,0013	15 000	62,1	74,9	92,0	94,3
0,0058	15 000	41,0	72,9	87,0	90,9
0,0140	15 000	37,3	63,0	85,0	89,0
0,0013	30 000	63,0	72,6	84,4	93,7
0,0058	30 000	56,0	70,6	82,0	88,1
0,0140	30 000	53,5	62,8	82,0	85,4

Tablisadan görnüşi ýaly, gazyň düzüminde ýagyň buglarynyň konsentrasiýasynyň we gazyň göwrümleýin tizliginiň ulalmagy bilen, katalizatoryň işjeňligini peseldýär we ammiagyň çykymynyň peselmegine getirýär.

Şeýlelikde, katalizatoryň işjeňligini ýokary derejede saklamak we uzak möhletli işjeňligini saklamak üçin, gazlaryň düzüminiň zäherleýji maddalardan ýokary derejede arassalanmagyny üpjün etmeli we katalizatoryň aşa gyzmagyna ýol bermeli däldir.

Önümçilik katalizatorlary dürli ölçeglerde däneler we digirler görnüşinde ulanylýandyr. Däneleri maýda katalizatorlaryň işjeňlik derejesiniň uludygyny belläp geçmelidir. Mysal üçin, däneleriniň ölçegleri 2÷3 mm bolan GK-1 kysymly katalizatoryň işjeňligi, däneleriniň ölçegleri 7÷9 mm bolan şol kysymdaky katalizatoryň işjeňliginden 35÷38% uludyr.

Ýöne, däneleriň ölçeglerini saýlamak köp faktorlara baglydyr, ýagny rugsat berilýän gidrawlik garşylyga, katalizatoryň berkligine, dykzlygyna, gaz akymynyň tizligine we beýlekilere degişlidir.

Häzirki wagtda dünýä ýüzüniň ähli döwletleri tarapyndan täze, has işjeň, gowy fiziki häsiýetli katalizatorlaryň gözlegi güýçli depgin bilen dowam etdirilýär. Hususan-da, ammiagyň çykymyny ýokary derejede üpjün edip biljek pes temperaturaly katalizatorlaryň üstünde işler alnyp barylýar.

Katalizatorlary sinteziň sütüninden daşynda dikeltmeklik önümçilige ornaşdyrylandyr. Prosesiň wagty we temperaturasy 6.2-nji tablisada görkezilendir:

6.2-nji tablisa

Katalizatorlary dikeltmegiň wagty we temperaturasy

Wagt, sag	12	12	24	12	12	24
Temperatura, °C	380	400	425	450	475	500

6.3. Gazyň tizliginiň we katalizatorlaryň reaksiýa täsiri

Himiki reaksiýanyň netijesinde atomlaryň täzeden toparlanmagy bolup geçýär. Täzeden toparlanmagyň tizlige, reagentleriň molekulasynyň tebigatyna we ýokarda agzalan daşky şertlere baglydyr. Ulgamyň göwrümünde (V), wagty (τ) birliginde emele gelýän ýa-da reagirleşýän önümleriň ýa-da reagentleriň biriniň reaksiýasynyň (r) tizligi mukdar taýdan massanyň san birliginde aňladylar:

$$r = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{d\tau}. \quad (6.1)$$

Haçan-da ulgamyň göwrümi reaksiýanyň dowamynda hemişelik ýagdaýda galýan bolsa, onda reaksiýanyň tizligi konsentrasiýanyň wagt birliginde üýtgemegi bilen kesgitlenilýär:

$$r = -\frac{d(n/V)}{d\tau} = -dC/d\tau, \quad (6.2)$$

bu deňlemelerde (n) berlen maddanyň (τ) wagtyň pursadyna çenli mollarynyň sany.

Reaksiýanyň käbir kysymlarynda reaksiýanyň tizligine düzümleriň (n) sanynyň täsiriniň (beýleki üýtgäp durýan ululyklaryň täsirine garanyňda) bardygyny bellemek zerurdyr. Bu ýagdaýda tizligiň deňlemesini aşakdaky görnüşde ýazyp bolar:

$$r = -\frac{1}{V} \frac{dn_a}{d\tau} = k \cdot f(n_a, n_b, \dots), \quad (6.3)$$

ýa-da hemişelik göwürümde bolar:

$$r = -\frac{dC_a}{d\tau} = k \cdot f(C_a, C_b, \dots). \quad (6.4)$$

Gazly gurşawda geçýän reaksiýa üçin köplenç, parsial basyşlar ulanylýar:

$$r = -\frac{1}{V} \frac{dn_a}{d\tau} = k \cdot f(P_a, P_b, \dots). \quad (6.5)$$

k – köpeldijä reaksiýanyň udel tizligi, tizligiň koeffisiýenti ýa-da reaksiýanyň tizliginiň hemişelik ululygy (konstanta) diýilýär. Kesgitlemä baglylykda, tizligiň hemişelik ululygy reagentleriň mollarynyň sanyna bagly däldir, ýöne reaksiýanyň tizligine täsir edýän üýtgeýän ululyklaryň ählisine baglydyr. Şeýle hem haçan-da gazlar ýa-da erginler ideal ulgamlaryň kanunyna boýun bolmaýan şertlerinde, tizligiň hemişelik ululygy (k) konsentrasiýa hem baglydyr. Termodinamikanyň esaslaryny göz önünde tutmak bilen, bu ýagdaýlarda konsentrasiýanyň ýerine işjeňligi ulanmak mümkindir:

$$r = k \cdot \beta \cdot f(a_a, a_b, \dots), \quad (6.6)$$

bu ýerde: β konsentrasiýa bagly koeffisiýent.

Ýöne, tizligiň ýokarda görkezilen deňlemelerini diňe ýönekeý reaksiýalar üçin kabul edip bolýandygyny belläp geçmelidir. Eger-de reaksiýa öz içine himiki we fiziki prosesleri alýan birnäçe tapgyrlary geçýän bolsa, onda diňe ululyk (K) bilen tizligi kesgitlemekligiň ýeterlik bolmazlygy mümkin, şeýle-de tizligiň deňlemesine girýän ululyklary konsentrasiýadan ýa-da sazlaýjy maddalaryň otositel sanyndan köplenç, bölmek mümkin däldir.

Massanyň täsir etme kanunyna baglylykda, *himiki reaksiýanyň tizligi reagentleriň işjeň massalaryna proporsionaldyr.*

Öwrülýän reaksiýalaryň barlaglarynyň netijeleriniň esasynda, häzirki döwürde işjeň massa diýlip, termodinamik işjeňlige düşünilýär.

Matematiki formada massalaryň täsir etme kanuny differensial deňleme görnüşinde ýazylýar. Üç komponentleriň arasyndaky reaksiýa üçin:

$$aA + bB + cC \rightarrow rR + qQ = mM, \quad (6.7)$$

bu ýerde $m = p + q + s + \dots$ – reaksiýanyň tertibini kesgitleýän, dereje görkezijileriň jemidir.

Komponent A -nyň öwrülme tizligi aşakdaky deňleme bilen aňladylýar:

$$r_a = K \left(\frac{dn_a}{V} \right)^p \left(\frac{dn_b}{V} \right)^q \left(\frac{dn_c}{V} \right)^s. \quad (6.8)$$

Reaksiýanyň tizligi konsentrasiýanyň üsti bilen aňladylanda:

$$r_a = K_c \cdot (C_a)^p \cdot (C_b)^q \cdot (C_c)^s. \quad (6.9)$$

Reaksiýanyň gazly gurşawda geçýän ýagdaýynda reaksiýalaryň tizlikleri kesgitlenende, parsial basyşlar ulanylýar:

$$r_a = K_p \cdot (P_a)^p \cdot (P_b)^q \cdot (P_c)^s. \quad (6.10)$$

Bu deňlemelerde tizligiň hemişelik ululyklary öz ölçeg birlikleri, temperatura we basyşa baglylygynyň görnüşi bilen tapawutlanýar.

Nolunjy, birinji we ikinji derejeli reaksiýalar üçin aşakdaky deňlemeler esas bolup durýar:

$$\frac{dC_a}{d\tau} = K_0; \quad \frac{dC_a}{d\tau} = K_1 \cdot C_a; \quad \frac{dC_a}{d\tau} = K_2 \cdot C_a^2. \quad (6.11)$$

Mundan beýläk, tersine özgermeýän n derejeli himiki reaksiýany häsiýetlendirýän deňleme üçin has ýönekeý baglanyşygy peýdalanmak mümkindir:

$$nA \rightarrow B; \quad r_a = -\frac{dC_a}{d\tau} \cdot K_n \cdot C_a^n. \quad (6.12)$$

Bu deňlemede a indeksi aýryp hem bolýandyr, sebäbi « $-$ » alamat C_a -ny berlen A maddanyň (reagentiň) konsentrasiýasydygyny görkezýär.

Deňlemedäki himiki reaksiýanyň tizliginiň hemişelik ululygy (K), temperaturanyň üýtgemegine duýgur bolýar. Şonuň üçin hem bu deňleme Arreniusyň deňlemesi bilen bilelikde ulanylýar:

$$K_n = K_0 \cdot \exp \left\{ -\frac{E}{RT} \right\}. \quad (6.13)$$

Bu ýerde:

K_0 – berlen reaksiýany häsiýetlendirýän eksponentanyň öňündäki köpeldijidir;

R – gazyň uniwersal hemişeligi;

E – işjeňleşdirmäniň energiýasy;

T – aňrybaş temperatura.

Görkezilen ululyklaryň hemmesi synag ýoly bilen kesgitlenýändigini belläp geçmelidir.

Eger-de reaksiýanyň önümleri başlangyç maddalary emele getirip, özara täsirleşmek ukypda bolsalar, onda dinamiki deňagramlyk we göni reaksiýanyň tizligi köplenç, örän kiçi bolýandyr. Reaksiýanyň öwrülip bilijilik häsiýeti özboluşly gyzyklanma döredýär, ýagny kinetika bilen termodinamikanyň arasyndaky baglanyşygy ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

6.4. Garyşdyryjy elementli, turbaly reaksiýa enjamlar

Himiki öwürilmeleriň proseslerinde giňden ulanylýan bir kysymly enjamlara garyşdyryjy elementli enjamlar, reaksiýa kameralar, turbaly we barbotazly enjamlar degişlidir. Garyşdyryjy elementli enjamlar ýylylyk we massa çalyşma proseslerini güýçlendirmek üçin niýetlenendir. Suwuk reagentli gurşawda himiki arabaglanyşygyň umumy tizligi (katalizatorly ýa-da katalizatorsyz) diffuziýanyň we himiki reaksiýanyň tizliginiň gatnaşygyndan kesgitlenilýändir. Garyşdyrmagyň netijesinde, reagentleriň biri-birine ýa-da katalizatora berilmesi, şeýle-de ýylylygyň aýrylmagy ýa-da berilmegi we reaksiýa garyndynyň temperaturasynyň deňleşdirilmegi täsirli (düýpli) tizleşýär. Garyşdyrmak diffuzion garşylygy peseldip, enjamyň tutuş göwrümi boýunça konsentrasiýany deňleýär. Himiki reaksiýanyň geçiş döwründe ýylylygyň siňdirilmegi ýa-da bölünmegi bolup geçýär. Himiki tehnologiýanyň prosesleri we enjamlary bölüminden belli bolşy ýaly, himiki tehnologiýada garyşdyrmagyň mehaniki, sirkulýasion (aýlanyşykly) we pneumatiki (barbotaz) usullary ulanylýar.

Reaktorlarda mehaniki garyşdyrma örän giňden ýaýrandyr. Herekete getiriji, ahyrky podşipnik we dykzlandyryjylar garyşdyryjy enjamyň esasy bölekleri bolup durýarlar.

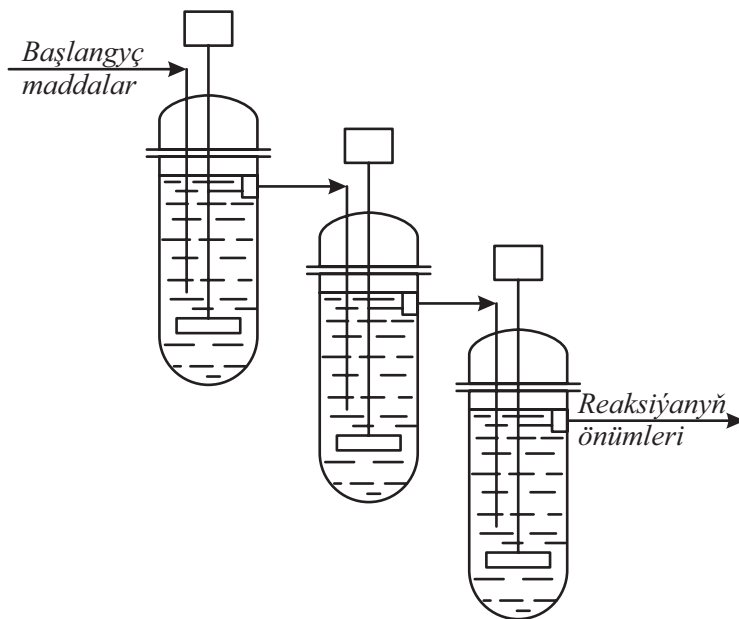
Elektrik herekete getirijiler toparlaýyn, aýrabaşga we bile oturdylan bolmak bilen, has köp ulanylýan bolup durýandyr. Bularyň içinde giňden ýaýrany waly dik ýa-da kese oturdylyan herekete getirijidir.

Ahyrky podşipnik çalgy ýagsyz işlemelidir. Typma podşipnikiň wtulkasyny ýaşamak üçin bürünç, tekstolit, plastmassalar, rezinli grafit, koksly ftoroplast, metal ftoroplast we agaç materiallary ulanylýar.

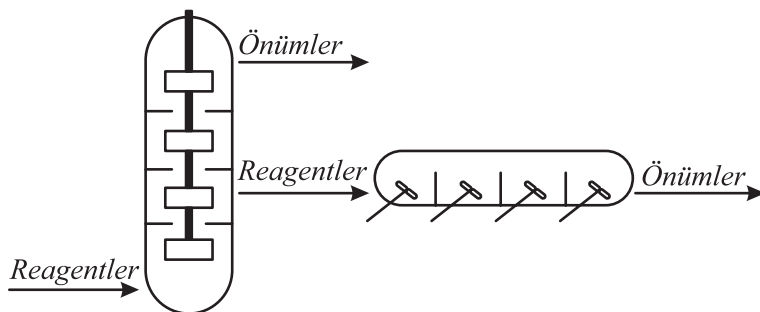
Tekstolit materialdan ýasalan podşipnikler 80°C-e çenli, poliamitden ýasalan 100°C-e çenli, kaprondan ýasalan 120°C-e çenli, fluoroplastdan ýasalan 280°C-e çenli temperaturalarda işläp bilýändirler.

Enjamyň gozganmaýan şaýlarynyň we aýlanýan walynyň, aralyklaryndan önümiň syzylmazlygy üçin dykyzlandyryjylar ulanylýar. Dykyzlandyrmak üçin esasan, ýumşak we gaty dykyzlandyryjyly salnikler, gapdal dykyzlandyryjylar we jebis ýasalan herekete getirijiler ulanylýandyr.

Garyşdyryjy reaktorlar üznüksiz işleýän gurluşlarda (yzygider işe goýbermek bilen) köp ulanylýar. Başlangyç maddalar birinji reaktora üznüksiz berilýär we yzygiderlilikde beýleki enjamlara geçirilýär (6.1-nji surat). Reaktorlaryň her birinde garyndyny garyşdyrmak ýokary derejede (intensiw) amala aşyrylýar. Şeýlelikde, bu usul bilen her enjamyň göwrümünde garyndynyň düzüminiň deň ölçegli gazylyýar.



6.1-nji surat. Yzygider oturdylan garyşdyryjy reaktorlar

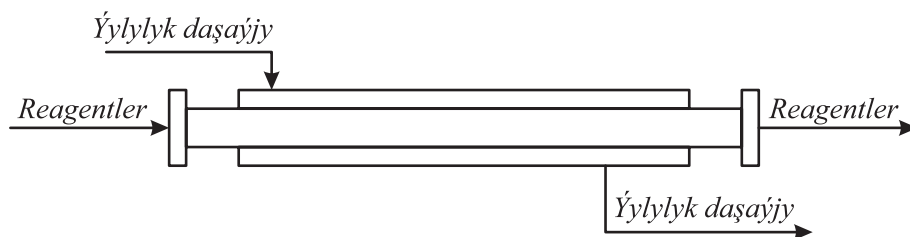


6.2-nji surat. Dik we kese oturdylan garyşdyryjy reaktorlar

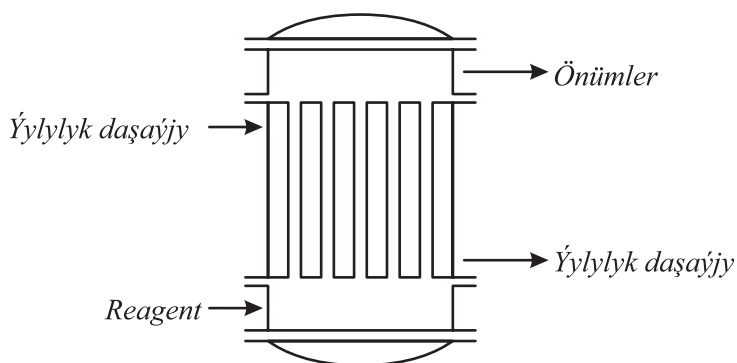
Birnäçe aýratyn oturdylan enjamlaryň ýerine köp bölekli, üznüksiz işleýän bir enjamy ulanmak hem amatlydyr. Reaktor kese ýagdaýda oturdylsa, onda onuň içinde dürli ölçegdäki dik germewler ýerleşdirilýär. Bu germewleriň üstünden reaksiyon garyndy kaskadly (şaglawuk görnüşli) hereket edip geçip gidýär. Reaktor dik ýagdaýda oturdylsa, onda germewler we herekete getirijiler reaktoryň uzaboýuna ýerleşdirilýär (6.2-nji surat). Haçan-da reaksiýanyň wagty oňositellikde uly bolmasa, enjamyň öndürjiligi bolsa ýokary bolanda, reaksiýalary suwuklyk akymynda geçirmek maksadalaýyk bolup durýandyr.

Turbaly enjamlar suwuklyk we gaz garyndyly reaksiýalary geçirmek üçin niýetlenendir. Düzgün bolşy ýaly, bu reaktorlar gysyp çykarýan (GÇ) reaktorlara deňişli bolup, ugurdaş birleşdirilen bir ýa-da birnäçe kanallardan ybaratdyr. Adatça, bu enjamlarda stasionar iş düzgüni gurnalýar, bu bolsa öz gezeginde geçýän prosesleriň gözegçiligini awtomatlaşdyrmagy we sazlamany ýeňilleşdirýändir. Turbaly reaktorlar kese ýa-da dik ýagdaýda oturdylýar (6.3-nji surat).

Eger-de ýylylyk çalyşmany hökmüni üpjün etmeli bolsa, onda reaktoryň garbarasy turbadan ýasalan ýylylyk çalyşyklara meňzeş ýasalýar (6.4-nji surat). Bu ýagdaýda reagentler turbalara ýa-da turba aralygynyň boşlugyna berilýär.



6.3-nji surat. Gabarasy «köýneкли» bir turbaly kese oturdylan reaktor



6.4-nji surat. Gabarasy turbadan ýasalan reaktor

Geterogen reaksiýalarda ýylylyk geçirijiligi ýa-da maddalaryň galtaşmasyny gowulandyrmak üçin, reaksiyon göwrüm gaty katalizatoruň bölekleri ýa-da inert nasadkasy bilen doldurylyp bilner. Suwuklyk gurşawly prosese izobutilenden we for-

maldegitden alynýan izopren önümçiliginiň dimetildioksanyň sintezini mysal getirip bolar. Bu enjamyň turbalarynda suwuk katalizatoryň gatnaşmagynda 2 MPa basyşda we 100°C temperaturada izobutileniň we formaliniň arasynda reaksiýa geçýär. Turbalaryň aralygyndaky boşlukda bolsa, ýylylyk daşajy aýlanşykda bolýar.

Reksion kameralar. Reksion kameralarda himiki öwrülmegiň prosesi mehaniki garyşdyrmagyň täsirinde geçmän, berilýän ýylylygyň ýa-da başga bir çeşmäniň, ýagny γ – şöhlelenmäniň, fotoýagtylygyň we beýlekileriň täsirinde geçýär.

Reaksiýanyň netijesinde gaz halyndaky, şepbeşik-suwuk ýa-da gaty önümler emele gelýär. Nebit himiýasy önümçiliginde reksion kameralar plastmassa we emeli kauçugy öndürmekde örän giňden ulanylýandyr. Himiki peçlerden tapawutlylykda, reksion kameralarda ýylylygy aýyrmagyň tizligini çäklendirmek bolup durman, eýsem, taýyn önümiň hiline seredilýär. Ýokary hilli önümi almak üçin ýylylyk geçirijiligi pes bolan reksion massanyň deňölçegli gyzdyrylmagy zerurdyr.

Gaz halyndaky maddalaryň özara täsirleşmegi üçin reksion kameralar seýrek ulanylýar, sebäbi gazly reaksiýalaryň tizlikleri kiçi we olaryň tizligini ýokarlandyrmak üçin köplenç, katalizatorlar ulanylýar. Şeýle prosesler köplenç, galtaşdyryjy enjamlarda geçirilýär. Ýöne gaz-gaz ulgamy üçin reksion kameralar goşmaça reksion gurluşlar hökmünde ulanylýandyr. Mysal üçin, peçden çykýan krekning prosesiniň önümlerinde ýokary temperatura saklanylýar, şonuň üçin reaksiýanyň geçmegi dowam eder ýaly, olar reksion kamera salynýar. Kamera öz gezeginde diametri 2÷3 m we beýikligi 10÷15 m bolan silindr şekilli enjam bolup durýar. Reksion kameranyň gurluşynda goşmaça 20÷30% (umumy mukdardan) benzin almaga mümkinçilik berýär.

Ýokary temperaturalar üçin niýetlenen göwrümleýin reksion kameralarda temperaturanyň göwrüm boýunça deňölçegli paýlanylmaýandygyny, temperaturanyň düýpli düşýändigini, kameranyň diwarlarynda koksýň emele gelmegine eltýän hereketsiz zolaklaryň emele gelýändigini belläp geçmelidir. Reaksiýanyň gowy geçmegi üçin has oňaly şert turbaly kameralarda döredilýär. Aýratyn oturdylyan turbaly reksion kameralar umumy ýylylyk örtükli blokda gurnalýarlar. Kameralaryň aralygynda pejiň işçi göwrümünde bolsa, aralyk gyzdyryjy seksiyalar (bölümler) ýerleşdirilýändir.

6.5. Katalizator gatlagy hereket etmeyän enjamlar

Galtaşýan katalitik prosesleri geçirmek üçin katalizator gatlagy hereket etmeyän, hereket edýän we katalizator gatlagy gaýnaýan enjamlar ulanylýandyr.

Galtaşma-katalitik proseslerde köp mukdarda ýylylygyň siňdirilmegi ýa-da bölünmegi bolup geçýär. Munuň netijesinde, katalizator gatlagy hereket etmeyän enjamyň gurnamasy ýylylygyň berilmegi ýa-da bölünmegi bilen kesgitlenilýär.

Gurnamasy boýunça bu enjamlar aşakdaky toparlara bölünýändir:

– prosesini geçýän döwründe ýylylyk çalyşma geçmeýän enjamlar (*adiabatik*). Gurnamasy ýasalýşy boýunça şahtaly ýa-da göwrümlü enjamlar görnüşinde bolýarlar;

– katalizator gatlagynyň kesigi boýunça bölünýän enjamlar. Gurnamasynda turbalaryň içinde ýa-da turbalaryň aralygyndaky boşlukda katalizator ýerleşdirilen turbaly enjamlar görnüşinde ýasalýar, şeýle-de retorta görnüşli peçler degişlidir; *Retorta* – oda durnukly materialdan ýasalan germewleýji gap;

– katalizator gatlagy beýiklik boýunça aýratyn böleklere bölünen enjamdyr. Bu enjamlarda reaksiyon garyndy hemme bölekleri yzygiderlilikde geçýär we bölekleriň aralyklarynda oturdylan ýylylyk çalyşjynyň üstünden geçirilip gyzdyrylýar ýa-da sowadylýar. Gurnamasy ýasalýşy boýunça tekjeli enjamlara meňzeşdir;

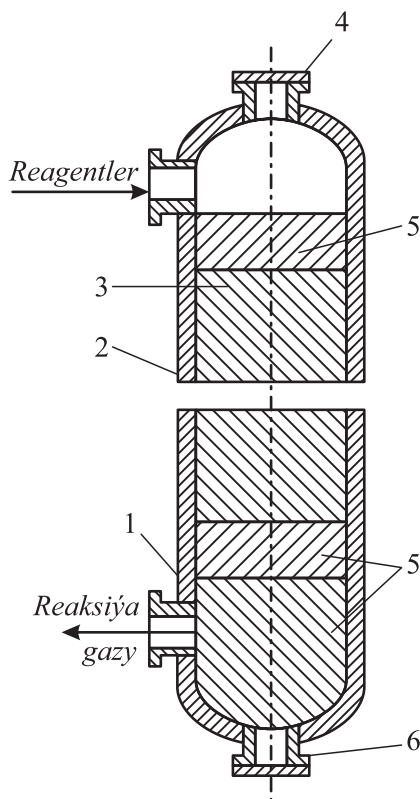
– utgaşykly enjamlar. Bu belläp geçilen toparlardaky enjamlaryň gurnamalarynyň umumy bir gabarada ýygynalan görnüşidir.

Şahta kysymly enjamlar gurnamasy boýunça has ýönekeý we katalizatory bütewi gatlak görnüşinde ýüklenen gap bolup durýar. Bu enjamlar reaksiýanyň uly bolmadyk netijeliliginde, ýa-da haçan-da bölünýän ýylylygyň möçberini peseltmek maksady bilen, reagentini inert gazy bilen, goşup bermek mümkinçiligi bolan ýagdaýynda ulanylýar. Has gowy inert goşundy bolup, suwly bug hyzmat edýär (suwly bugy garyndydan kondensirmek arkaly bölmek örän ýeňildir).

Şahta kysymly enjamlaryň gurnamasynda reaksiýasy aýratyn bölümlerde (seksiýalarda, reaktorlarda) geçip, garyndynyň sowadylmagy bolsa, seksiýalaryň aralygynda aýratyn oturdylan ýylylyk çalyşjylarda geçýän enjamlar degişlidir. 6.5-nji suratda etileniň gidrotasiýasy üçin şahta kysymly reaktor görkezilendir.

Turbaly we retortaly enjamlarda sowadyjy üstler reagentleriň hereketine ugurdaş ýerleşdirilýär we munuň esasynda ýylylygyň aýrylmagy ýa-da berilmegi, ýylylygyň bölünmek ýa-da siňdirilmek derejesine baglylykda amala aşyrylýar.

Gurnamasyň ýasalýşy boýunça bu toparyň reaktorlary daşy sowadyjy gurluşly enjamlar görnüşinde ýasalyp bilner, ýagny katalizatory



6.5-nji surat. Etileniň gidrotasiýasy üçin niýetlenen reaktor:

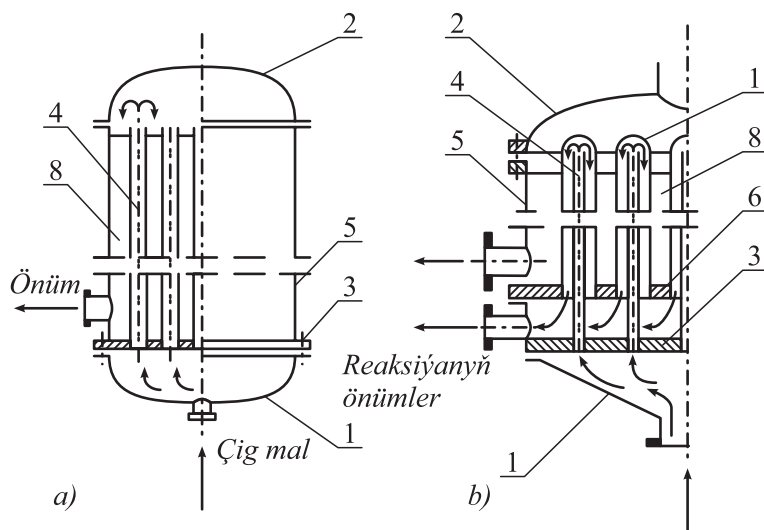
1 – gabara; 2 – gabaranyň kebşirilenip birleşdirilýän sepi; 3, 5 – katalizator gatlaglary; 4, 6 – korpusyň ýokarky we aşaky ştuserleri

turbalaryň içinde ýa-da turba aralygynyň boşlugynda ýerleşdirilen, gabarasy turbadan ýasalan enjamlar görnüşinde bolup biler.

Turbaly reaktorlar ekzotermik, şeýle-de endotermik reaksiýalary geçirmek üçin ulanylýandyr. Turbalarynyň içi gaty katalizatorlar bilen doldurylan reaktorlara *turbaly* diýip atlandyrmak kabul edilendir, turba aralyklarynyň boşlugy katalizator bilen doldurylan reaktorlara – *gabarasý turbadan ýasalan* diýilýändir.

Gabarasy turbadan ýasalan reaktorlaryň turbaly reaktorlara garanyňda düýpli aýratynlyklary bardyr, ýagny olarda ýylylyk çalyşma prosesiniň geçmegi üçin has amatly şertleri gazanmak bolýar. Olaryň esasy ýetmezçiligi, katalizatory ýüklemegiň we düşürmegiň kynçylyklary bolup durýandyr.

Ykdysady tarapdan seredilende, ekzotermik reaksiýanyň ýylylygyny aýyrmak üçin, içki ýylylyk çalyşmany ulanmak has netijeli bolup durýandyr. Içki ýylylyk çalyşma diýlip, enjama gelýän sowuk reagentiň (gazyň) sowadyjy önüm hökmünde ulanylmagyna düşünilýär. Ýöne muny mydama amala aşyrmak mümkin bolup durmaýandygyny belläp geçmelidir, sebäbi gazdan-gaza diwaryň üsti bilen ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti pes bolan köp möçberli gazy geçirmek üçin düýpli (täsirli) ýylylyk çalyşma üsti gerek bolýar.



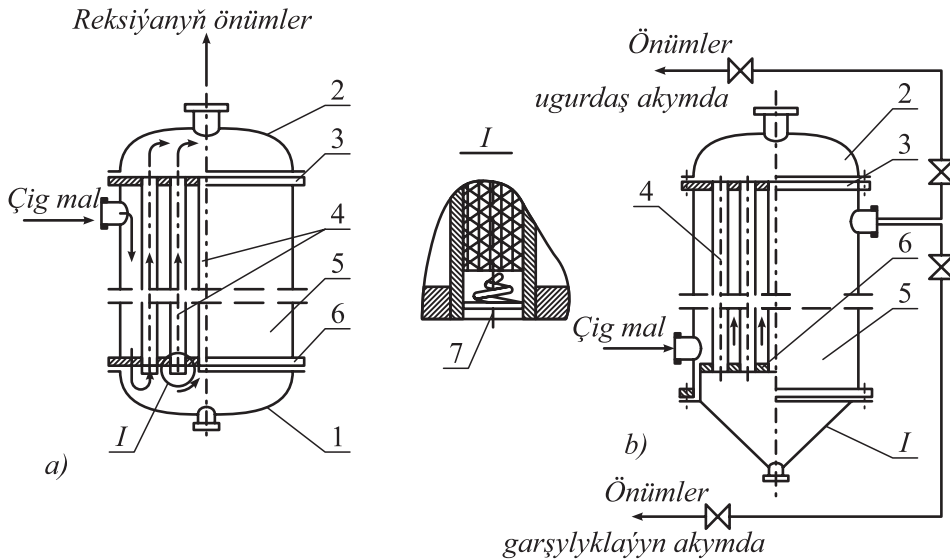
6.6-njy surat. Ekzotermik (a) we endotermik (b) reaksiýalaryň geçmegi üçin niýetlenen gabarasy turbadan ýasalan reaktorlar: 1, 2 – gapaklar; 3, 6 – turba gözenekleri; 4 – turbalar; 5 – gabara; 7 – ýapyk turbalar; 8 – katalizator

6.6-njy a suratda içki ýylylyk çalyşkly gabarasy turbadan ýasalan reaktor görkezilendir. Bu reaktorda çig mal enjamyň aşaky gapagy (1) we turba gözenegi (3) bilen emele getirilen kamera berilýär we turbalar (4) boýunça geçip gyzdyrylýar hem-de şonuň bilen birlikde, reaksiyon bölegi sowadyp, katalizator bilen doldurylan turbalaryň arasyndaky boşluga düşýär. Önümler bolsa reaksiyon zolagyň aşaky böleginden çykarylýar.

Endotermik reaksiya üçin niýetlenen reaktorda (6.6-njy b surat) ýylylyk göteriji aşaky gapagyň (1) ştuseriniň üsti bilen turbalara (4) barýar. Soňra turbalar (8) we ýapyk turbalar (7) bilen emele getirilen halkalaýyn boşluga düşüp, reaksiyon bölegi gyzdyrýar, ondan soňra turba gözenekleri (3, 6) bilen emele getirilen kamera düşüp, enjamdan çykyp gidýär.

6.7-nji a suratda görkezilen turbaly reaktorda önüm turbalaryň aralygyndaky boşluga berilýär, turba gözenegindeki (6) ötüklere geçýär we içi katalizatorlary turbalara (4) barýar. Ondan soňra reaksiyanyň önümleri ýokarky gapagyň (2) we turba gözeneginiň (3) aşagyndaky giňişlikde ýygnaýar we ýokarky turbadan enjamdan çykarylýar. Katalizatoryň turbalardan dökülmezligi (gaçmazlygy) üçin, olaryň ahyrynda pružinler, ýa-da aşaky gapak (1) we ýokarky turba gözeneginiň aralygynda tor oturdylýar.

6.7-nji b suratda görkezilen turbaly reaktor ýörite kommunikasiya bilen enjamlaşdyrylýar. Bu enjam başlangyç önümiň akymyny ilki bilen turbalaryň arasyndaky giňişlik boýunça, soňra bolsa turbalar boýunça garşylyklaýyn ýa-da ugurdaş akym bilen ugrukdyrmaga we içki ýylylyk çalyşmanyň amala aşmagyna mümkinçilik berýär.



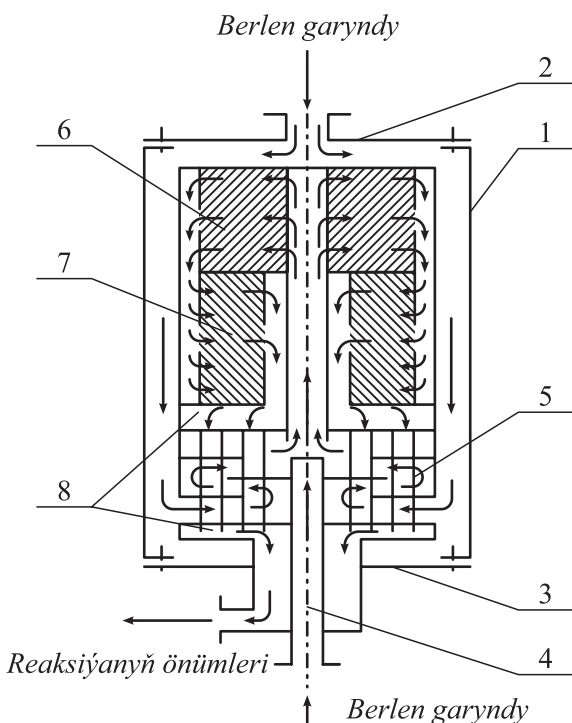
6.7-nji surat. Gabarasy turbadan ýasalan içki ýylylyk çalyşmaly reaktorlar:

1, 2 – gapaklar; 3, 6 – turba gözenekleri; 4 – turbalar; 5 – gabara; 7 – pružinler

Bu suratda görkezilen gurnamadaky reaktor turbaly reaktorlardan aşaky turba gözeneginiň (6) gabaranyň (5) diwarlaryna ýanaşmaýanlygy bilen tapawutlanýandyr. Munuň netijesinde bolsa, turbalaryň aralygyndaky giňişlik turba bilen baglanyşýandyr. Başlangyç çig mal turbalar boýunça gelyän gaza garşylyklaýyn akym bilen hereket edýär we reaksiýanyň ýylylygyna görä gyzdyrylýar we şonuň bilen

birlikde, reaksiyon bölegini sowadýar. Reaksiýanyň temperaturasyna çenli gyzdyrylýan çig mal, katalizator bilen doldurylan turbalara (4) barýar.

Katalizatory beýikligi boýunça bölmeklik, ýylylygy aralyk boýunça bermäge ýa-da aýyrmaga, reagentleriň mukdaryny goşmaça dolmaga ýa-da tekjeli kysymdaky enjamlardan reaksiýanyň kondensirlenýän önümlerini aýyrmaga mümkinçilik berýär. Katalizatoryň gatlagyny bular ýaly bölmek enjamyň gurnamasyny çylşyrymlaşdyrýar, ýöne temperaturalaryň berlen aralygynda reaksiýanyň geçmegine mümkinçilik berýär.



6.8-nji surat. Tekjeli reaktor:

1 – gabara; 2, 3 – gapaklar; 4 – merkezde ýerleşýän turba; 5 – ýylylyk çalşyjy;
6, 7 – katalizatorly tekjeler; 8 – gazyň girimleri

6.8-nji suratda tekjeli reaktoryň gurnamasy görkezilendir. Katalizatorly tekjeler (6, 7) gabaranyň içinde oturdylan stakanda ýerleşdirilýär. Gelyän gazlar stakan we gabaranyň aralygy boýunça halkalaýyn yş boýunça hereket edip, temperaturanyň täsirinden gabaranyň gyzmazlygyny üpjün edýär. Gazlar ilki bilen reaksiýanyň temperaturasyna çenli gabara we stakanyň aralygyndaky halkalaýyn giňişlikde, soňra bolsa oturdylan ýylylyk çalşyjynyň (5) aşaky böleginde we merkezde ýerleşýän turbada (4) gyzdyrylýar. Bu gurnamada reagentleriň hereketiniň gurnalmagyny üpjün etmek we berilýän garyndynyň gyzdyrylmagy üçin çykýan gazlaryň ýylylygyny peýdalanmaktan başga-da, her bir katalizator gatlagyndan soň reagentleri sowat-

mak üçin tekjeleriň aralygyna *baýpas* gazynyň berlip durulmagy, bu gurnamanyň ýene-de bir artykmaçlygy bolup durýar. *Baýpas gazy* – bu katalizator gatlagynda reaksiýadan bölünip çykýan ýylylygyň täsirinde gyzdurylýan şol bir reagent bolmak bilen, reagentleriň temperaturasyndan has pes reagentdir. Baýpas gazynyň berilmegi, reagentleriň temperaturasyny gerekli çäkde saklamaga mümkinçilik berýär.

Katalizator gatlagy hereket etmeýän reaktorlaryň ýetmezçilikleri aşakdakylardan ybaratdyr:

- katalizatoryň kömürlenmeginiň (demriň karbidiniň emele gelmegi) netijesinde, reaktoryň döwürleýin işlemegi;

- katalizator gatlagynyň gidrawlik garşylygynyň uludygy sebäpli, gysyjy maşynlaryň (kompessorlaryň) zerurlygy;

- katalizatoryň ýylylyk geçirijiliginiň pesligi sebäpli, gatlagyň kesiginde we beýikligi boýunça temperaturanyň gradientiniň uludygy.

Bu ýetmezçilikleriň käbirini katalizator gatlagyny hereket etdirmek arkaly aýyrmak bolýandyr.

6.6. Katalizator gatlagy hereket edýän enjamlar

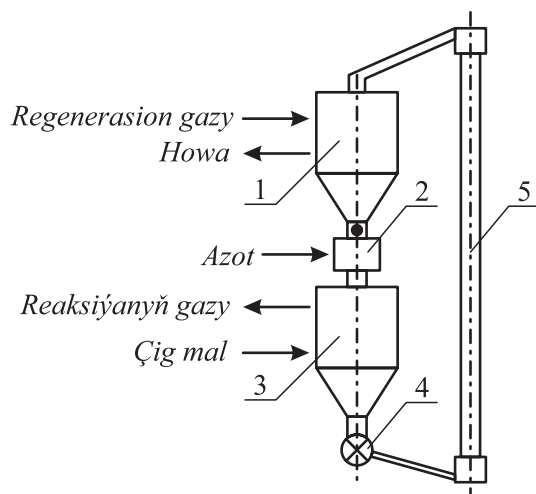
Katalizator gatlagy hereket edýän reaktorlar himiýanyň we nebit himiýasynyň tehnologiýalarynda örän giňden ulanylýandyr. Katalizatoryň hereket edýän gatlagy prosesiniň üznüksizligini üpjün edýär. Katalizatoryň görnüşi şar şeklinde bolýar. Enjamyň gabarasynyň sürtülip iýilmegini peseltmek üçin, katalizatoryň hereketiniň tizligi onçakly ýokary goýulmaýar we takmynan 2 mm/s bolýar. Hereketiň tizligi iýmitlendiriji gurluşyň işleýiş düzgüni bilen kesgitlenilýär.

Enjamlaryň bu kysymynda katalizator öz agyrylyk güýjüniň täsirinde ýokardan aşak hereket edýär. Reagentler aşakdan ýokaryk ýa-da ýokardan aşak hem hereket edip bilerler, ýagny reagentler we katalizatorlar garşylyklaýyn ýa-da ugurdaş hereketde bolup bilýärler.

Katalizator gatlagy hereket edýän reaktorlarda işlenen katalizatoryň üznüksiz regenerasiýasynyň (gaýtadan dikeltmek) hökmanylygy sebäpli, reaktorlar iki sany esasy enjamlardan düzülýär: *reaktordan* we *regeneratordan*. Bular äkidiji we geçiriji gurluşynyň gurnamasyna baglylykda, biri-biriniň ýokarsynda dik ýa-da biri-biriniň gapdalynda kese ýagdaýda ýerleşdirilýändir.

Transportirleýji (geçiriji) gurluşda katalizator üç usul boýunça geçirilip bilner: susakly elewator ýa-da şkiwli geçirijide, gysylan howa bilen we pnevmotransport bilen (howa bilen işleýän enjam). Katalizator gatlagy esasan nebiti gaýtadan işleýän önümçiligindäki hereket edýän enjamlar giňden ulanylýar.

Dik ýagdaýda (*6.9-njy surat*), reaktor (3) regeneratoryň aşagynda ýerleşdirilýär. Bu ýagdaý reaksiýa we regenerasiýa gazlaryň ikitaraplaýyn girmeginden gorýar.



6.9-njy surat. Katalizator gatlagy hereket edýän reaktoryň shemasy:

*1 – regenerator; 2 – azodyň girimi; 3 – reaktor; 4 – baglaýjy gurluş;
5 – transportirleji (geçiriji) gurluş*

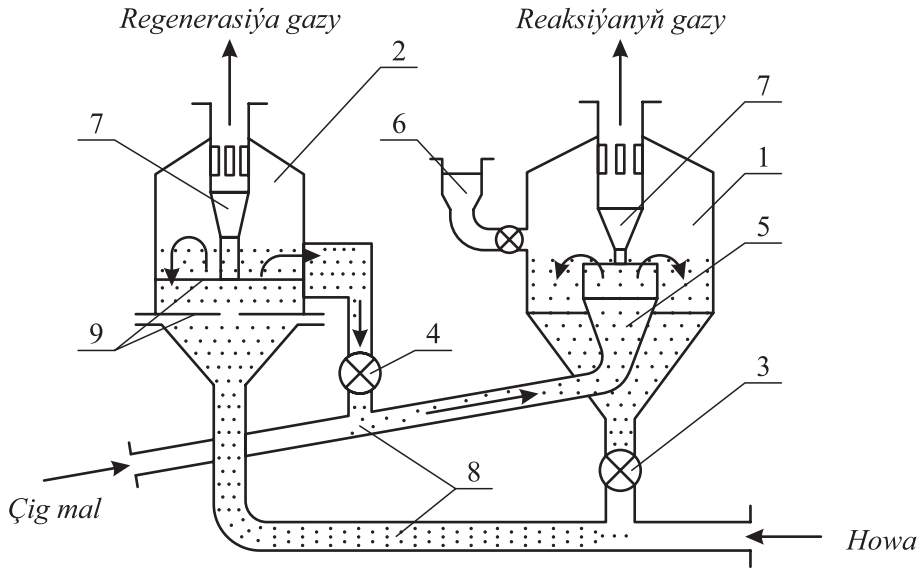
Katalizator gatlagy gaýnaýan enjamlar. Gaýnaýan gatlakly enjamlar himiýa we nebit himiýasy önümçiliklerinde, şeýle hem katalitik krekingle giňden ulanylýandyr. Krekingiň önümleri bolup, benzin, gaz, gazoýl fraksiýalary bolup bilýändir. Krekingde köp möçberde koks emele gelýär. Ol gaýtadan işlenýän (krekirlenýän) çig malyň agramynyň 5–8%-ni tutýandyr. Koks öz gezeginde katalizatoryň üst ýüzüne ýygnanýar we onuň işjeňligini peseldýär.

Kreking prosesi hereket etmeýän katalizator gatlagynda amala aşyrylanda, kreking we regenerasiýa bir enjamda ýerine ýetirilýär. Bu işler ýeterlik derejede ýygy gezeleşýärler. Kreking, regenerasiýa we kömekçi operasiýalar 10 minudyň dowamynda geçýärler. Krekingde ýylylyk siňdirilýär, regenerasiýa bolsa bölünip çykýar. Şonuň üçin hem enjamda ýylylyk çalyşmanyň iki görnüşini hökmany ulanylmalydyr, ýagny bu ýylylyk krekingde ýylylygy bermek we regenerasiýada ýylylygy bölmek üçin zerur bolup durýar. Bu sebäplere baglylykda, hereket etmeýän gatlagy oturtmaklyk ykdysady tarapdan amatly bolmaýar we şonuň üçin hem gaýnaýan gatlakly ýa-da katalizator gatlagy hereket edýän kämilleşen gurluşlary ulanmak maksadalaýykdyr.

Gaýnaýan gatlakly himiki reaktorlar silindrik enjamlar bolmak bilen, iç ýüzünde iýilmä durnukly materialdan futerowka (örtük) örtülýär.

Enjamlaryň iki kysymy ýasalýar: katalizatory aýlanyşda (sirkulýasiýada) bolýan we bolmaýan enjamlar. Katalizatory aýlanyşyk geçýän reaktoryň gurnama shemasy 6.10-njy suratda görkezilendir. Katalizatoryň regenerasiýasynyň ýygy-ýygýdan geçirilmesiz ýagdaýynda, bu shema maksadalaýykdyr. Muňa howanyň kislorody bilen organiki maddalaryň okislenme prosesini mysal alyp bolar.

Prosesde gaz akymy katalizatoryň maýda bölejikleriniň gatlagyndan geçýär, haçan-da gaz akymynyň ýitgisi katalizator gatlagynyň agramyna deň bolanda, bölejikler gaz akymy bilen ýokarylygyna hereket edip başlaýarlar, bölejikleriň aralygyndaky boşluklar bolsa ulalýar we gatlagyň çäginde bölejiklere tertipsiz hereket edip, garyşmagyna mümkinçilik döreýär. Bölejikleriň şeýle hereketli gatlagy gaýnaýan suwuklygy ýatladýar, şonuň üçin hem oňa gaýnaýan gatlak diýilýär.



6.10-njy surat. Katalizatory aýlanyş geçýän reaktoryň gurnaw shemasy:

- 1 – reaktor; 2 – regenerator; 3, 4 – iýmitlendirijiler; 5 – paýlaýjy konus;
6 – katalizatoryň bunkeri; 7 – katalizatory tutujy gurluşlar; 8 – turbageçirijiler;
9 – paýlaýjy gözenekler

Suwuk ýa-da bölekleýin bugaran çig mal turbageçirijä (8) berilýär, bu ýerde gyzdyrylan katalizator bilen garyşyp, bugarýar we reaktora (1) tarap geçýär. Işlenen katalizatoryň bölejiklerinden emele gelen koksnyň çökündileri reaktoryň aşaky bölegine düşýär, soňra sektorly iýmitlendirijini (3) geçip, howa akymyna düşýär we regeneratordan çykarylýar. Katalizatoryň däneleriniň üst ýüzüne ýygnanýan koks, howanyň kislorody bilen ýakylýar we regenerirlenýär. Katalizatoryň regenerirlenen gyzgyn däneleri reaktoryň ýokarky bölegine galýar we ol ýerden gapdal oturdylan patrubok boýunça çykarylýp, turbageçiriji (8) boýunça täzedan reaktora berilýär. Şeýlelikde, reaktorda birnäçe bölek emele gelýär: çig malyň we katalizatoryň berilýän we paýlanýan bölegi, reaksiýa bölegi, bölünýän (separirlenýän) bölek we beýlekiler. Reaksiýa bölümünde çig malyň we katalizatoryň içki aýlanyşygy (sirkulýasyýasyny) çäklendirýän paýlaýjy gözenekler (ýa-da konuslar) ýerleşdirilýär. Separasiýa bölümünde gatladan çykarylýan maýdajyk bölejikleriň çökdürilmegi amala aşyrylýar. Reaktoryň (regeneratoryň) ýokarky böleginde ka-

talizatoryň bölejiklerini tutmak (saklamak) üçin bir ýa-da birnäçe tutujy enjamlar oturdylýar. Eger-de katalizator tarapyndan berilýän ýylylygyň ýetmedik ýagdaýynda, onda enjamlarda içki ýylylyk çalşygy gurluşlar oturdylýandyr.

Katalizatory gaýnaýan gatlakly enjamlaryň artykmaç taraplary aşakdakylardan ybaratdyr:

– gaýnaýan gatlagyň bölejikleriniň ýokary derejede garyşdyrylmagy, reaktoryň (regeneratoryň) göwrümi boýunça toplanýan konsentrasiýanyň we temperaturanyň gradieýentleriniň düýpli peseldilmegi. Berilýän çig malyň reaksiýa massa bilen çaltlyk bilen garyşdyrylmagy, şeýle-de bölünýän ýylylygyň tutuş gatlak boýunça tiz ýaýradylmagy, partlama (ýarylma) howpyny peseldýändir;

– gaýnaýan gatlakda ýylylyk geçirmeklik, hereket etmeýän gatlagyň garanyňda onlarça (käwagt ýüzlerçe) esse uludyr. Bu bolsa öz gezeginde ýylylyk çalyşma üstüniň peselmegine we ýylylyk çalşygy elementleriň gurnamalarynyň ýönekeýleşmegine eltýändir;

– katalizatoryň hereket edýänligi, regenerasiýanyň üznüksiz amala aşyrylmagyna, şeýle-de reaksiýa ýylylygy bermek (aýyrmak) üçin katalizatory ýylylyk daşygy hökmünde ulanmaga mümkinçilik berýändir.

Ýöne düýpli ýetmezçilikleri hem bardyr. Ilki bilen bu enjamlarda ýörite usullary (bölümlere bölmäni) ulanman, prosesleri ýokary derejede saýlamagy üpjün etmek mümkin däldir. Ýokary temperaturada tertipsiz hereket edýän bölejikleriň täsirinde enjamlaryň elementlerine, şeýle-de katalizator bölejiklerine poslamanyň täsiriniň düýplüdigini bellemelidir. Poslamanyň täsirinde katalizator bölejikleriniň ýitgisi köpeliýär we tehnologik shemada tozan tutujy gurluşlary oturtmagyň zerurlygyny döredýändir. Şeýle ýetmezçilikler sebäpli, katalitik prosesleri katalizatoryň gaýnaýan gatlagynda geçirmek üçin, ýeterlik derejede mehaniki berkligi ýokary bolan katalizatorlary ulanmak maksadalaýykdyr.

6.7. Uly basyşda işleýän galyň diwarly reaktorlar

Himiki prosesleri geçirmegiň şertlerine görä, galyň diwarly enjamlary geçen bölümlerde seredilen toparlaryň enjamlarynyň birine degişli edip bolar, ýagny garyşdyryjyly, barbotazly, galtaşma-katalitik we beýlekilere. Bular biri-birinden diňe gurnamasy boýunça tapawut edýändirler.

Gurnamasy boýunça galyň diwarly enjamlar iki topara bölünýär:

Awtoklawlar – döwürleýin prosesleri geçirmek üçin niýetlenen garyşdyryjy gurluşly enjamlar;

Sütün hadysalary – prosesleriň üznüksiz geçmegi üçin niýetlenen enjamlar.

Awtoklawlar, bular şar şekilli düýpli, guýma usulda ýasalan enjamlardyr. Awto-klawlaryň gapagy bilen gabarasynyň birleşmesiniň aralygy baýonetli dykz-

landyrma ýa-da flanes birleşmesiniň «şip-paz» görnüşli birleşmesi bilen dykyzlandyrylýandyr. Basyşy 100 MPa-dan uly bolan basyşlarda ýörite niýetlenen metal dykyzlandyryjylaryň görnüşlerini ulanmak maksadalaýykdyr. Sütün enjamynyň diametri 0,6 ÷ 2,4 m, beýikligi bolsa 10 ÷ 18 m aralykdadyr. Enjamyň diametriniň kiçi bolmagy, basyşy ýeňil saklamaga mümkinçilik berýändir. Sebäbi gabaranyň metalynda ýüze çykýan güýç diametre proporsionaldyr. Sütün enjamynyň gabarasy ýasalýş usuly boýunça guýma, guýlup alnan bütewi polatdan sozulyp ýasalan, kebşirlenen we köp gatlakly bolýar.

Guýmalar, bular ýasalýşy boýunça ýönekeý, ýöne gabarasynyň diwarynyň berkligi sozulyp ýasalan gabaralara garanyňda 40% pesdir, sebäbi guýlan gabarada boşluklar, gopuklar we döwürler galyp bilýändir. Sozulyp ýasalan gabaralarda bu kemçilikler aradan aýrylýandyr.

Sozulyp ýasalan gabaralarda ilki bilen guýlup alnan bitewi poladyň merkezi böleginiň metaly oýlup aýrylýar we ýörite oklarda oturdylyp, sozulyp başlanylýar. Sozulyp ýasalan enjamlaryň has giňden ýaýrany gabarasynyň düýbi silindr bölegi bilen bitewi sozulyp ýasalan enjamlardyr. Bu enjamlaryň gapaklarynyň diametri enjamyň diametrine deňdir, agyz böleginiň (gorlowinanyň) diametri bolsa enjamyň diametrinden kiçidir. Muňa baglylykda, enjamyň baş kysymy ýasalýar:

AD kysymda – boýunly (gorlowinaly) we düýpli (6.11-nji a surat).

GD kysymda – gapakly we düýpli.

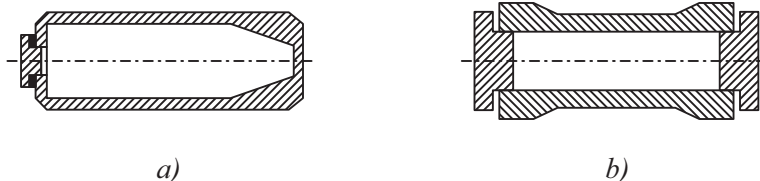
IG kysymda – iki agyzly (gorlowinaly).

AG kysymda – agyzly we gapakly.

IG kysymda – iki gapakly (6.11-nji b surat).

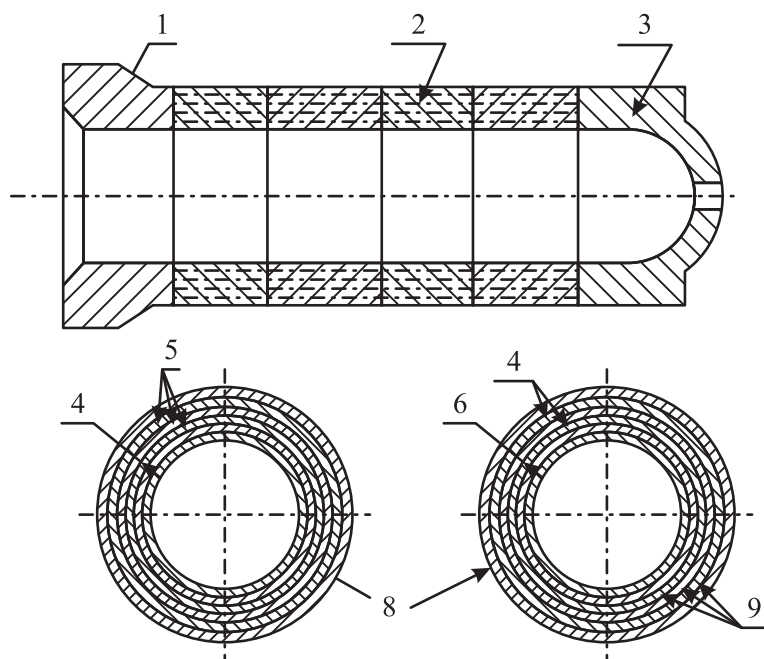
Sozulyp ýasamagyň ýetmezçilikleri şulardan ybaratdyr: ýokary temperatura çenli gyzdryjy peçleriň hökmanylygy we tehnologiýasynyň enjamlarynyň ölçegleriniň hem-de massasynyň uludygydyr.

Kebşirlenip ýasalan gabaralar ştamplanyp alnan ýarym aý şekilli listlerden ybarat bolup, bu listler biri-biri bilen kebşirlenip birleşdirilýändir. Sozulyp ýasalan gabaralar guýmalara garanyňda arzan düşýär we häzirki wagt giňden ulanylýandyr. Sütün enjamlaryna başgaça, uly basyşda işeýän galyň diwarly enjamlar hem diýilýändir.



6.11-nji surat. Galyň diwarly uly basyşda işleýän gabaralar:

a – *AD* kysymdaky gabara; *b* – *IG* kysymdaky gabara



6.12-nji surat. Uly basyşda işleýän köp gatlakly gabara:

*1 – gabaranyň flanesi; 2 – silindr; 3 – düýp; 4, 6 – içki silindrler; 5 – polat gatlaklar;
7 – pahna şekilli oturtmalar; 8 – gabara; 9 – aýlanan (dolanan) polat listler*

Köp gatlakly gabaralar galyňlygy 12÷20 mm bolan ýokary legirlenen polatdan ýasalan içki silindrden ybarat bolup, onuň daşyna galyňlygy 4÷6 mm bolan pes legirlenen polat listleri jebis aýlamak (dolamak) usuly bilen ýasalýandyr (6.12-nji surat).

Bu gabaralar häzirkî wagtda has giňden ýaýrandyr we bitewi sozulyp ýasalan gabaralardan 25÷30% arzan düşýändir. Köp gatlakly gabaralar ýasalanda, gabaranyň diwarynyň islendik galyňlygyny we ölçeglerini almak mümkindir. Ýuka listleri ulanmaklyk bolsa, gabaranyň durnuklylyk häsiýetini ýokarlandyrýandyr.

Galyň diwarly sütünleriň flanesleri gabara bilen bile sozulyp ýasalýandyr şeýle-de aýratynlykda sozulyp, soňra gabara kebşirläp ýa-da hyryň kömegi bilen birleşdirilýändir.

Enjamyň düýbi hem bu usullar bilen birleşdirilýändir. Sütüniň içki gurluşlary, ýagny katalizatoryň tekjeleri, gözenekler we beýlekiler enjamyň ýokarsyndan salynýandyr. Patrubkalar üçin gabarada ötüklüki etmek maslahat berilmeýär. Girimleriň hemmesi diňe enjamyň gapagynyň üsti bilen geçirilmelidir.

Galyň diwarly enjamlarda reaksiyon garyndynyň ýylylygyny ýylylyk daşýaja geçirmek çylşyrymlydyr. Şol sebäpli reaksiýanyň ýylylygy bilen başlangyç sowuk garyndynyň gyzdyrylmagyny üpjün edýän konstruktiv usullar ulanylýandyr. Bu ýagdaýda gazlar gabaranyň temperaturasyny pes ýagdaýda saklar ýaly ugrukdyrylýandyr we gabarada enjamyň beýikligi boýunça sowuk baýpasyň (çig malyň) berilmegi

şeyle-de temperaturanyň barlanmagy üçin ötük goýmak hökmanydyr. Bu ýagdaýda gabaranyň ötük üçin burawlanan ýerlerinde güýçlendiriji guşaklar oturdylmalydyr.

Galyň diwarly enjamlary ýasamak üçin materiallar saýlanylanda, enjamlaryň içinden geçiriljek önümiň häsiýetlerini, materiallaryň taýýarlanylýşyny we ulanylyşyny, şeyle-de enjamda geçýän himiki – tehnologiýanyň prosesini göz önünde tutmalydyr. Mysal üçin: düzüminde wodorod bar bolan maddalar işlenilende, enjamyň gabarasynyň wodorod tarapyndan çüýremekligi ýüze çykýar, ýa-da işçi temperaturasy 350°C-dan uly bolsa, onda poladyň akyjylygyna eltýär. Şonuň üçin hem material saýlanylanda ähli talaplary berjaý edýän, arzan we gyt däl poladyň kysymyny saýlamalydyr. Uly basyşda işleýän galyň diwarly enjamyň gabarasyny, gapagyny, şpilkalaryny, düýbünü we beýleki elementlerini ýasamak üçin ulanylýan polatlaryň kysymlyry: 12X18H10T; 10Г2С1; 09Г2С; 22K ;20X2XMA; 22X3M; 25X3HM; şpilkalar üçin: 35XM; 30XMA; 25X1MΦ; 34XH3M; 38XH3MΦA.

6.7.1. Uly basyşda işleýän galyň diwarly reaktorlaryň hasaplamasy. Gabarasynyň diwarynyň galyňlygyny hasaplamak

Gabarasy bir gatlykly enjamyň gabarasynyň diwarynyň galyňlygy aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$S \geq 0,5 \cdot D_{iç} \cdot (\beta_h - 1) + C, \quad (6.14)$$

bu ýerde: C – enjamyň içinden geçýän önüminiň enjamyň gabarasynyň materialyna edýän himiki we mehaniki täsirini göz önünde tutmak bilen, hasaplanylýan galyňlyga goşulýan goşmaça goşulma. Bu ululyk aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$C = C_1 + C_2 + C_3, \quad (6.15)$$

bu ýerde: C_1 – poslamanyň täsirinde gabaranyň galyňlygynyň ýitgisini sazlamak üçin goşulýan goşmaça goşulma, ýagny önümiň materiala edýän himiki täsiridir.

$$C_1 = \Pi \cdot \tau_m + C_e, \quad (6.16)$$

bu ýerde: C_e – sürtülmäniň täsiriniň öwezini dolmak üçin goşulýan goşmaça goşulma, ýagny önümiň materiala edýän mehaniki täsiridir. C_e – aşakdaky ýagdaýlarda göz önünde tutulmalydyr:

a) önümiň enjamdaky tizligi täsirli bolan ýagdaýynda, ýagny suwuk önümler üçin 20 m/s-dan ýokary bolanda; gaz halyndaky önümler üçin 100 m/s-dan ýokary bolanda;

b) hereket edýän önümiň düzüminde abraziw gaty bölejikler bar bolan ýagdaýynda;

ç) önümiň şaýa urguly, zarply täsir edýän ýagdaýynda.

Π – poslamanyň tizligi: $\Pi \leq 0,1$ mm/ýyl; τ_m – enjamyň gulluk möhleti: 10÷20 ýyl (häzirki döwürde 20 ýyldan hem köp bolmagy mümkindir); C_2 – tehnologik işleri (ştoplama, egreltme we beýlekiler), gurnamak işleri we beýleki ýagdaýlary göz önünde tutýan goşmaça goşulma, mm; C_3 – ölçegi standarta çenli tegelemek üçin goşulýan goşulma, mm; β_h – hasplanylýan galyň diwarlylyk koeffisiýenti.

$$I_n \beta_h = \frac{P}{([\sigma]) \cdot \varphi}. \quad (6.17)$$

Rugsat berilýän işçi basyş aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$[P] = [\sigma] \cdot \varphi \cdot I_n \cdot \beta, \quad (6.18)$$

bu ýerde:

$$\beta = \frac{(D_{iç} + 2S)}{(D_{iç} + 2S)}, \quad (6.19)$$

$D_{iç}$ – gabaranyň içki diametri, mm;
 $[\sigma]$ – rugsat berilýän dartgynlylyk, MPa:

$$[\sigma] = \sigma^* \cdot \eta, \quad (6.20)$$

σ^* – hasaplama temperaturadaky kada rugsat berilýän dartgynlylyk, MPa:

$$\sigma^* = \min \left\{ \frac{\sigma_b}{n_b}; \frac{\sigma_t}{n_t} \right\}, \quad (6.21)$$

bu ýerde: σ_t – materialyň hasaplama temperaturadaky akyjylyk çägininiň minimal bahasy, Mpa; σ_b – aterialyň hasaplama temperaturadaky berklik çägininiň in pes bahasy, MPa.

n_t ; n_b – berklik çäkleri boýunça ätiýaçlyk koeffisiýentleri: $n_t = 1,5$; $n_b = 2,4$ uly basyşda işleýän galyň diwarly enjamlar üçin $n_b = 2,6$; φ – koeffisiýent, ýagny materialyň kebşirlenen sepiniň, esasy materialyň berkligi bilen deňşdirilendäki berkligini häsiýetlendirýän koeffisiýent. Silindr görnüşli we güberçek düýpleriň dikligine kebşirlenen sepi üçin aşakdaky ýaly kabul edilýär: uglerodly, pes legirlenen marganesli, hromolibdenli polatlar üçin $\varphi = 1$; hromolibdenwandili we ýokary hromly polatlar üçin $\varphi = 0,8$; köp gatlakly enjamlarda gatlaklarynyň sany 7-ä deň bolsa ýa-da 7-den köp bolan ýagdaýynda $\varphi = 1$. η – düzediş koeffisiýenti. Bu koeffisiýent ýuka diwarly enjamlar üçin enjamyň gabarasynyň ýasalyşyna baglylykda alynýar. Galyň diwarly enjamlar üçin enjamyň içinden geçýän önüminiň häsiýetine baglylykda alynýar. Eger-de önüm howpsuz we zähersiz bolsa, onda $\eta = 1$; eger-de hiç hili maglumat berilmese, onda $\eta = 0,9$.

Silindr görnüşli köp gatlakly gabaranyň diwarynyň galyňlygy hem (6.21)-(6.28) formulalar bilen hasaplanylýar, ýöne $[\sigma]$ formula boýunça alynýar:

$$[\sigma] = \frac{[\sigma]_1 \cdot S_1 + [\sigma]_2 \cdot S_2 + \dots + [\sigma]_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}, \quad (6.22)$$

bu ýerde: $[\sigma]_1; [\sigma]_2; \dots [\sigma]_n$ – hasaplanýan temperaturada köp gatlakly gabaranyň 1-nji, 2-nji we n -nji gatlaklarynyň materiallary üçin rugsat berilýän dartgynlyk. $S_1; S_2 \dots S_n$ – gatlaklaryň sany.

Hasaplamanýň barlagy aşakdaky formula boýunça geçirilýär, ýagny: $t_{iç} > t_{daş}$; $\Delta t > 0$ bolan ýagdaýynda, gabaranyň daş üstüniň iň ýokary ekwiwalent dartgynlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\sigma_{ekw} = \frac{1}{\beta^2 - 1} \sqrt{3P^2 + 3Pk_1 \cdot \Delta t + k^2 \Delta t^2}, \quad (6.23)$$

bu ýerde:

$$k_1 = \frac{\alpha E}{1 - \mu} \left(\frac{\beta^2 - 1}{2 \ln \beta} - 1 \right), \quad (6.24)$$

Δt – temperaturanyň üýtgäp durmaklygy, °C:

$$\Delta t = t_{iç} - t_{daş}, \quad (6.25)$$

bu ýerde: $t_{iç}; t_{daş}$ – gabaranyň diwarynyň içki we daşky temperaturalary, °C; E – hasaplanylýan temperaturada materialyň maýyşgaklyk moduly, MPa; α – materialyň çyzykly giňelme koeffisiýenti, $1/°C$; P – enjamyň işçi basyşy, MPa; μ – Puassonyň koeffisiýenti, polat üçin $\mu = 0,3$.

Eger-de temperaturanyň üýtgäp durmaklyk ýagdaýy ters alamatly (otrisatel) bolsa, ýagny; $t_{iç} < t_{daş}$; $\Delta t < 0$, onda σ_{ekw} aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýändir:

$$\sigma_{ekw} = \frac{\beta^2}{\beta^2 - 1} \sqrt{3P^2 + 3Pk_2 \Delta t^2 k_2^2}, \quad (6.26)$$

bu ýerde:

$$k_2 = \frac{\alpha E}{1 - \mu} \left(\frac{\beta^2 - 1}{2\beta^2 \ln \beta} - 1 \right). \quad (6.27)$$

Iki ýagdaýda-da aşakdaky şert ýerine ýetirilmelidir:

$$\sigma_{ekw} \leq \sigma t / 1,1. \quad (6.28)$$

Eger-de enjamyň gabarasynda temperatura üýtgäp durmaýan bolsa, onda σ_{ekw} aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$\sigma_{ekw} = \sqrt{0,5 \left[(\sigma_t^{\max} - \sigma_m)^2 + (\sigma_t^{\max} - \sigma_r^{\max})^2 + (\sigma_m^{\max} - \sigma_r^{\max})^2 \right]} \leq [\sigma], \quad (6.29)$$

bu ýerde: σ_t^{\max} – tangensial dartgynlylyk:

$$\sigma_t^{\max} = P(\beta^2 + 1) / (\beta^2 - 1), \quad (6.30)$$

bu ýerde: σ_m – meridional dartgynlylyk:

$$\sigma_m = P / (\beta^2 - 1), \quad (6.31)$$

bu ýerde: σ_r – radial dartgynlylyk:

$$\sigma_r = -P. \quad (6.32)$$

Bu formulalarda:

$$\beta = \sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma]} - \sqrt{3P}}. \quad (6.33)$$

6.7.2. Enjamyň düýpleriniň görnüşleri we olary hasaplamak

Galyň diwarly enjamlarda, esasan, tekiz düýpler we gapaklar ulanylýar. Tekiz düýplerden başga-da, azrak güberçek we ellips şekilli düýpler, şeýle-de güberçek şar gapaklar ulanylýandyr. Belläp geçilişi ýaly, enjamyň gabarasynda tehnologik zerurlyk bolmadyk ýagdaýynda, ötükler goýulmaýar, gabara birikdirilýän turba-geçirijiler we gözegçi ölçýji abzallar gapakdaky we düýpdäki ötükləriň üsti bilen birleşdirilýändir. Düzgün bolşy ýaly, bu ötükler ştuserler bilen üpjün edilmeýär. Olar diňe şpilkalar bilen birleşdiriler ýaly, «höwürtgeleri» burawlanýandyr.

Eger-de kebşirlenip birleşdirilýän ştuserler göz önünde tutulmaly bolsa, onda galyň diwarlylyk koeffisiýenti 1,3-den uly bolmalydyr (uly basyşda işleýän enjamlarda galyň diwarlylyk koeffisiýenti – bu gabaranyň daşky diametriniň içki diametrine bolan gatnaşygydyr, ýagny $\beta = D_d / D_{iç} > 1,2$). Şeýle-de, ötükləriň diametrini $d_i \leq 0,3 D$ esaslanyp almalydyr.

Tekiz we azrak güberçek düýpler (6.13-nji surat). Bu düýplerde $H_d / D_{iç} \leq 0,25$ bolmalydyr. Tekiz we azrak güberçek düýpleriň hasaplanylýan galyňlygy aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$S_{d,h} = 0,45D_{iç} \sqrt{P_h / ([\sigma] \cdot \Psi_0)}, \quad (6.34)$$

bu ýerde: Ψ_0 – düýbün göni zowwam geçýän ötükler bilen gowşadylmak koeffisiýenti:

$$\Psi_0 = \frac{1 - \sum \frac{d_i}{D_{iç}}}{1 - \sum \left(\frac{d_i}{D_{iç}} \right)^2}. \quad (6.35)$$

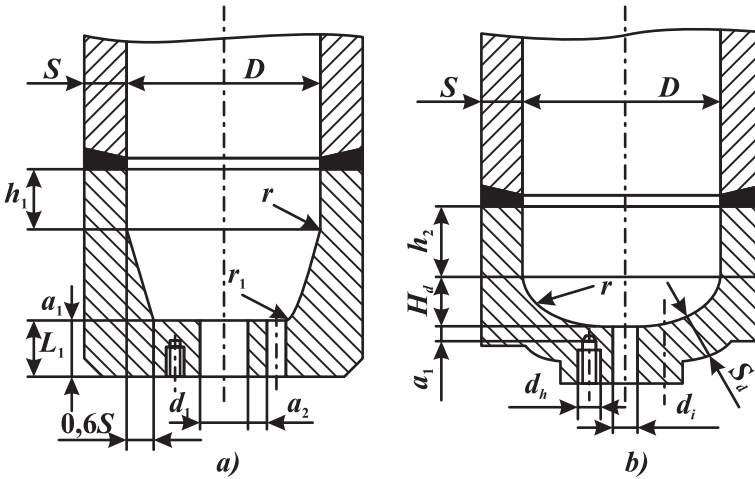
Bu ýerde:

$\sum d_i$ – göni zowwam geçýän ötüklerniň diametrleriniň jemi, mm; eger-de $\sum d_i / D_{iç} > 0,6$ bolsa, onda $\Psi_0 = 0,4$ kabul edilmelidir. Eger-de merkezde ýeke-täk d_0 diametrli göni zowwam geçýän ötük bar bolsa, onda Ψ_0 aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\Psi_0 = 1 / 1 - \frac{d_0}{D_{iç}} + \left(\frac{d_0}{D_{iç}} \right)^2. \quad (6.36)$$

Düýpleriň hasaplanylýan hakyky galyňlygy aşakdaky şerti kanagatlandyrmalydyr:

$$S_d \geq S_{d,h} + C. \quad (6.37)$$



6.13-nji surat. Galyň diwarly enjamyň düýpleri:

a – tekiz düýp; *b* – azrak güberçek düýp

Rugsat berilýän işçi basyş aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$[P]_d = 5(S_d - C)^2 \cdot [\sigma] \cdot \frac{\Psi_0}{D_{iç}}. \quad (6.38)$$

Düybün käbir aýratyn konstruktiv bölekleriniň radiuslary we beýiklikleri aşakdaky formulalar bilen kesgitlenilýär (6.13-nji a, b suratlar). $r \geq S_h$; $r_1 \geq 1,8 \cdot S_h$; $h_1 \geq 1,8 \cdot S_h$; $h_2 \geq S_h$; bu ýerde: $S_h = 0,5 \cdot D \cdot (\beta_h - 1)$.

Güberçek düýpler (3.8-nji a, b suratlar). Bu düýplerde $H_d / D_{iç} \geq 0,25$ we $(S_d - C) / D_{iç} \leq 0,15$ gatnaşyklar berjaý edilmelidir. Düýpleriň hasaplanylýan galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_{d.h} = \frac{P_h \cdot D_{iç}}{4[\sigma] \cdot \varphi - P_h} \cdot \frac{D_{iç}}{2H_d}, \quad (6.39)$$

bu ýerde: H_d – düybün güberçek böleginiň içki beýikligi, m. Düýbiň hakyky galyňlygy aşakdaky şerti kanagatlandyrmalydyr.

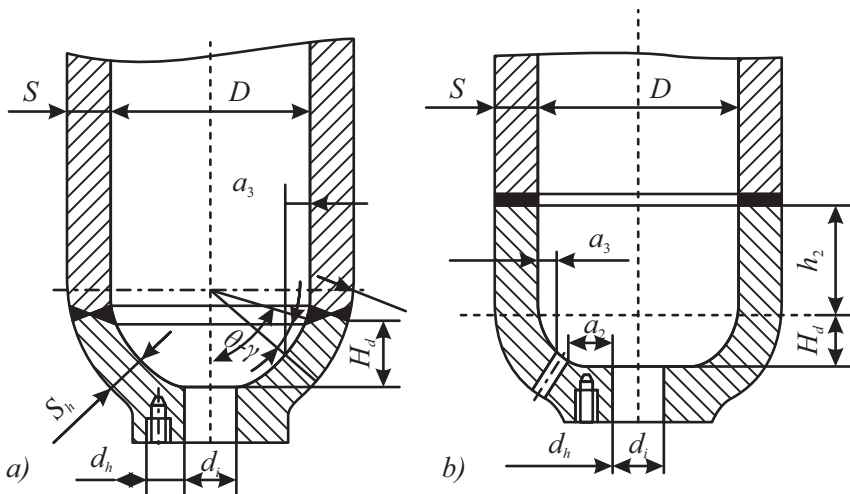
$$S_d \geq S_d + C. \quad (6.40)$$

Düybün beýleki konstruktiv bölekleriniň ölçegleri (6.14-nji a, b suratlar)

$a_3 \geq 0,1 \cdot D_{iç}$; $h_2 \geq 0,5 \cdot D_{iç} \cdot (\beta_h - 1)$; sferik segmentiň burçy $90^\circ \geq \theta \geq 75^\circ$;
 $a_1 \geq d_{hyr} + C$; $\gamma = 35^\circ$.

Rugsat berilýän işçi basyşyň hasplanýan formulasy aşakydyr:

$$[P] = 4[\sigma] \cdot \frac{\varphi}{\left(\frac{D_{iç}}{S_g - C} \cdot \frac{D_{iç}}{2Hd} + 1 \right)}. \quad (6.41)$$



6.14-nji surat. Galyň diwarly enjamyň güberçek düýpleri:

a – şar şekilli güberçek düýp; b – ellips şekilli güberçek düýp

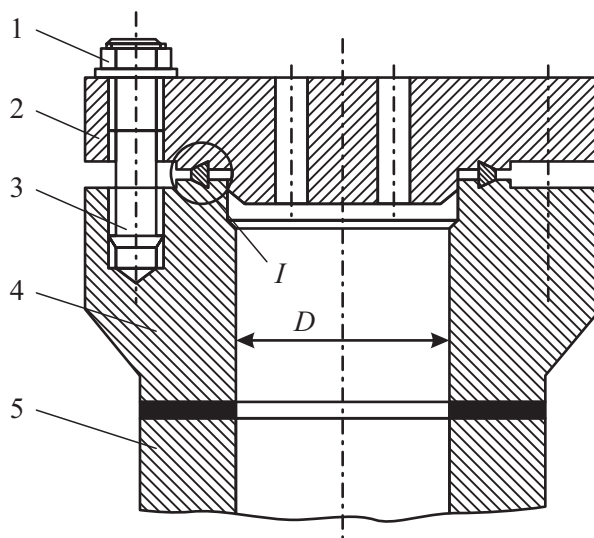
6.7.3. Galyň diwarly enjamyň gabarasy bilen gapagynyň birleşmesiniň dykzlandyryjylarynyň görnüşleri we olary hasaplamak

Galyň diwarly enjamyň dykzlandyryjysy bu, enjamyň işçi ýagdaýynda gabara bilen gapagynyň arasyny germäp saklamak üçin, ýagny enjamyň içinde işlenilýän önümiň syzylmazlygyny üpjün edýän söküp-düzülýän bölegidir (6.15-nji surat I görnüş). Uly basyşda işleýän enjamyň dykzlandyryjysy, başgaça aýdylanda, böwet, baglaýjy ýa-da gulp manyny berýän «zatwor» sözünden gelip çykandyr. Dykzlandyryjylaryň gurnamasy ýönekeý, söküp-düzmeklik ýeňil we enjam işlän döwründe tehniki taýdan howpsuz bolmalydyr. Galyň diwarly enjamlarda ulanylýan dykzlandyryjylaryň birnäçe görnüşi bardyr.

1. Tekiz metal dykzlandyryjyly (6.16-njy surat).
2. Iki gapdaly konusly polat halka görnüşli (6.17-nji surat) dykzlandyryjyly.
3. Delta şekilli dykzlandyryjyly (6.18-nji surat).

Dykzlandyryjylaryň materialy polatdan bolup, şekili halka görnüşindedir. Polat halka – munuň kese kesiginiň geometrik şekili delta (Δ) görnüşli ýa-da iki gapdaly konusly polat halkadyr. Polat halka enjamyň gapagynyň esasy böleginiň biri bolup durýar we enjamyň gabygyna ýörite şpikalaryň kömegi bilen oturdylýar. Polat halkany hasaplamak, esasan, birleşmäniň, ýagny gabara bilen gapagyň arasynyň dykz (jebis) bolmagyny üpjün edýän güýji kesgitlemekden ybaratdyr.

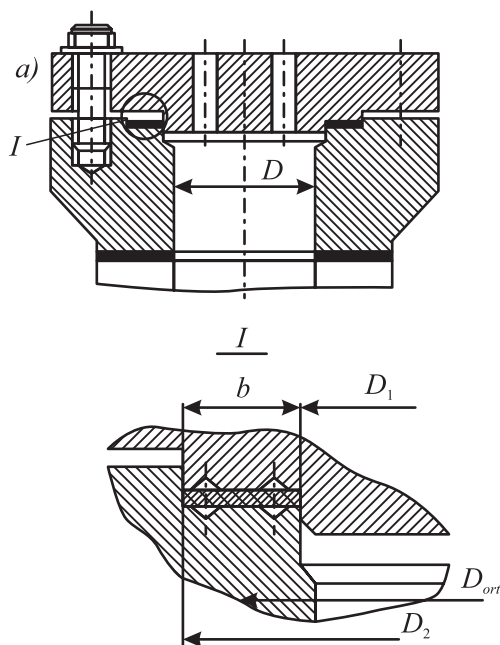
Tekiz metal dykzlandyryjyny hasaplamak (6.16-njy surat).



6.15-nji surat. Enjamyň gabarasy bilen gapagynyň dykzlandyrylyşy:

1 – gaýka; 2 – gapak; 3 – şpilka; 4 – gabaranyň flanesi; 5 – gabara;

I görnüş – dykzlandyryjy



6.16-njy surat. Tekiz metal dykzlandyryjy

Hasaplanýan güýç, esasan, dykzlandyryjynyň inine we gabara hem-de gapagyň ýasalan materiallarynyň häsiýetine baglydyr. Dykzlandyryjy tarapyndan täsir edilende, gabaranyň we gapagyň jebislendirilýän üstlerinde döreýän galtaşma dargynlylyk $[\sigma_k]$ gabaranyň we gapagyň materiallarynyň akyjylyk çägininiň iň pes $[\sigma_t^{\min}]$ bahasynyň şertine baglylykda kabul edilýändir (eger-de $\sigma_t^{\min} \leq 274,68$ MPa bolsa, onda $[\sigma_k] = \sigma_t^{\min}$; eger-de $\sigma_t^{\min} > 274,68$ MPa bolsa, onda $[\sigma_k] = 0,35 \cdot \sigma_t^{\min} + 180$ MPa, bu ýerde σ_t^{\min} gabara bilen gapagyň materiallarynyň akyjylyk çäkleriniň hasaplanýan temperaturadaky iň kiçi bahasy, MPa. σ_m – dykzlandyryjy gysylanda döreýän mynjyrama (gysylma) dargynlylygy. Onuň bahasy 6.3-nji tablisada görkezilendir.

6.3-nji tablisa

Mynjyrama dargynlylygyň (σ_m) bahalary

Dykzlandyryjynyň materialy	σ_m , MPa
Alýumin	68,67
Mis	98,1
05 kp kysymly uglerodly polat	122,62
08X13 kysymly legirlenen polat	122,62
08X18H10T markaly polat	176,58

Dykyzlandyryjynyň hasaplanýan ini aşakadaky şerte görä kesgitlenilýär:

$$b_h = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,25 \cdot P_n \cdot \frac{D_1}{[\sigma_k] - \sigma_m - 0,25 \cdot P_h} \\ 1,1 \cdot P_s \cdot D_1 / (4 \cdot [\sigma_k]_{20} - 1,1 P_s) \end{array} \right\}, \quad (6.42)$$

bu ýerde: D_1 – tekiz metal dykyzlandyryjynyň gysylýan üstüniň iň kiçi diametri, ýagny $D_1 = (1 \div 1,03) \cdot D_{ic}$; $[\sigma_k]$; $[\sigma_k]_{20}$ – dykyzlandyryjynyň jebislendirilýän üstleriniň hasaplama we 20°C temperaturadaky rugsat berilýän galtaşmada üstleriniň, MPa. P_s – enjam suw bilen synag edilende, berilmeli synag basyşy, bu ýörüte kadalara baglylykda bellenilýär (6.4-nji tablisa).

6.4-nji tablisa

Suw bilen synag etmekligiň şertleri

Enjamlar	Işçi basyşy, P MPa	Synag basyşy, Ps MPa
Guýmalardan başga hemme enjamlar	$< 0,5$	$\max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1,5 \cdot P \cdot [\sigma]_{20}}{[\sigma]} \\ 0,2 \end{array} \right\}$
	$\geq 0,5$	$\max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1,25 \cdot P \cdot [\sigma]_{20}}{[\sigma]} \\ P + 0,3 \end{array} \right\}$
Guýmalar	basyşa bagly däl	$\max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1,5 \cdot P \cdot [\sigma]_{20}}{[\sigma]} \\ 0,3 \end{array} \right\}$

Bellik. $[\sigma]_{20}$; $[\sigma]$ – enjamyň ýa-da onuň elementleriniň materialy üçin 20°C we hasaplama temperaturadaky rugsat berilýän dartgynlyklar.

Dykyzlandyryjynyň hakyky ini $b \geq b_h$ diýlip kabul edilýändir. Gysylýan üstüň iň uly diametri:

$$D_2 = D_1 + 2 \cdot b. \quad (6.43)$$

Dykyzlandyryjynyň öz reaksiýasy:

$$R_d = \pi \cdot D_{ort} \cdot \sigma_m. \quad (6.44)$$

Bu ýerde: D_{ort} – gysylýan üstüň ortaça diametri, mm.

$$D_{ort} = D_1 + b. \quad (6.45)$$

Gapaga täsir edýän içki (P_h) basyşyň deň täsir edijisi aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

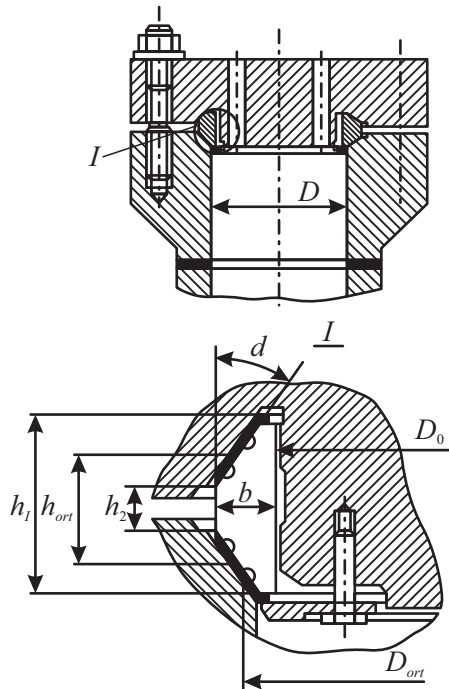
$$F_h = \pi \cdot D_{ort}^2 \cdot P_h / 4. \quad (6.46)$$

Tekiz metal dykyzlandyryjy üçin hasaplanylýan güýç aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$F = F_h + R_d. \quad (6.47)$$

Iki gapdaly konusly dykyzlandyryjyny hasaplamak (6.17-nji surat).

Dykyzlandyryjynyň dykyzlandyrylýan üstleriniň orta çyzygy boýunça beýikligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:



6.17-nji surat. Iki gapdaly konusly dykyzlandyryjy

Bu ýerde:

h_1 – iki konusly dykyzlandyryjynyň beýikligi, m (6.5-nji tablisa);

h_2 – iki konusly dykyzlandyryjynyň silindr böleginiň beýikligi, m.

Gysylýan üstüň ortaça diametri aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$D_{ort} = D_{iç} + 0,5 \cdot (h_1 - h_2) \cdot \operatorname{tga}, \quad (6.49)$$

bu ýerde: α – gysylýan üstleriň konuslylyk burçy, $\alpha = 30^\circ$.

Dykyzlandyryjynyň halkasyna içki basyşyň (P_h) deň täsir edijisiniň ok boýunça düzüjisi aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$F_0 = 0,5 \cdot \pi \cdot k_3 \cdot P_h \cdot D_{ort} \cdot h_{ort} \cdot \operatorname{tga}, \quad (6.50)$$

bu ýerde: k_3 – başlangyç çekdirmäniň täsirini göz önünde tutýan koeffisiýent (eger-de $P_h < 24,52$ MPa bolsa, onda $k_3 = 1 + (24,52 - P_h) / 4,9$; eger-de $P_h \geq 24,52$ MPa bolsa, onda $k_3 = 1$ deňdir).

Şeýlelikde, iki konusly dykyzlandyryjy üçin hasaplanylýan güýç aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$F = F_h + F_0. \quad (6.51)$$

F_h – (6.46) formula bilen hasaplanylýar.

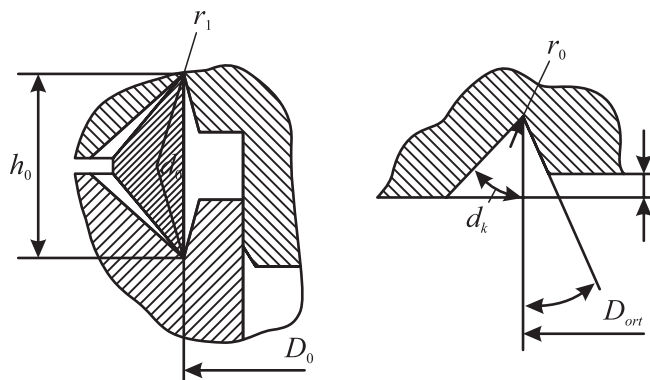
6.5-nji tablisa

Dykyzlandyryjlaryň esasy ölçegleri

Enjamyň içki diametri $D_{iç}$	Iki konusly dykyzlandyryjy						Delta şekilli dykyzlandyryjy	
	D_{ort}	h_1	Dykyzlandyrmak üçin goýulýan materialyň görnüşi					
			alýumin		mis			
			h_2	h_{ort}	h_2	h_{ort}	D_0	h_0
mm								
500	507	40	16	28	22	31	529	22
600	607	40	16	28	24	32	629	23
800	807	40	16	28	24	32	829	27
1000	1009	50	20	35	28	39	1039	31
1200	1210	60	26	43	36	48	1239	33
1400	1411	70	32	51	44	57	-	-
1600	1613	80	36	58	48	64	-	-
1800	1814	90	42	66	56	73	-	-
2000	2015	100	50	75	65	82	-	-
2200	2216	110	56	83	72	91	-	-
2400	2416	120	64	92	78	99	-	-
2600	2617	130	72	101	88	109	-	-
2800	2817	140	80	110	98	119	-	-
3000	3017	150	90	120	108	129	-	-
3200	3217	160	100	180	118	139	-	-

Bellik: iki konuslyda – $\alpha = 30^\circ$; delta şekillide $\alpha_0 = 45^\circ$ Delta şekilli dykyzlandyryjyny hasaplamak (6.18-nji surat).

Dykyzlandyryjynyň halkasyna içki basyşyň (P_h) deň täsir edijisiniň ok boýunça düzüjisi aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:



6.18-nji surat. Delta (Δ) şekilli dykyzlandyryjy

Bu ýerde:

D_0 – dykyzlandyryjynyň içki diametri, mm (6.5-nji tablisa);

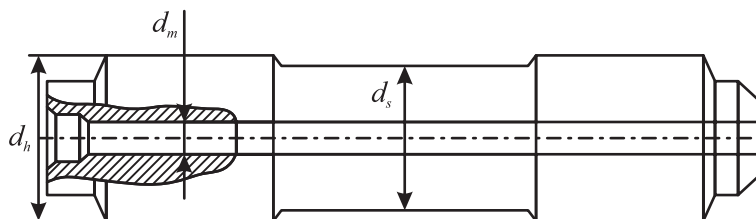
h_0 – delta şekilli dykyzlandyryjynyň beýikligi, mm (6.5-nji tablisa);

α_k – gabaranyň we gapagyň gysýan üstleriniň konuslylyk burçy, $\alpha_k = 47^\circ$.

F_h – (6.46) formula bilen hasaplanylýar, ýöne formuladaky $D_{ort} \approx D_0$ deň diýip kabul edilmelidir. F – (6.51) formula bilen hasaplanylýandyr.

6.7.4. Galyň diwarly enjamyň esasy şpilkalaryny hasaplamak

Galyň diwarly enjamlarda, esasan, gabara bilen gapagyň birleşmesini jebislendirmek esasy ýerine ýetirmeli we jogapkärli işleriň biri bolup durýandyr. Bu birleşmede enjamyň jebislendiriji elementleri bolan şpilkalaryň (6.19-njy surat) we gaýkalaryň şu görnüşleri ulanylýar: M 64×6 ÷ M 64×6 mm, uzynlyklary bolsa $L_{sp} = 115 \div 450$ mm çenli şpilkalar ulanylýar. Gaýkalaryň beýikligi hyryň diametrinden kiçi edilmeyär, ýagny $h = 1,1 \cdot h_g$, mm. $h_g = (1 \div 1,2) \cdot d_{hyr}$.



6.19-njy surat. Galyň diwarly enjamyň şpilkasy

Enjamyň jebislendiriji elementlerini hasaplamak aşakdaky yzygiderlilikde alnyp gidilmelidir.

1. Şpilkanyň polat sterženiniň diametri kesgitlenilýär:

$$d_{s,h} = \sqrt{\frac{4k_4 \cdot k_5 \cdot F}{\pi \cdot n_s \cdot [\sigma]_1} + d_m^2}, \quad (6.53)$$

bu ýerde k_4 – şpilka çekdirilende (towlananda) ýüze çykýan tangensial dartgynlygy göz önünde tutýan koeffisiýent. Iki konusly we delta şekilli dykyzlandyryjylar üçin $k_4 = 1$, tekiz metal dykyzlandyryjylar üçin $k_4 = 1,2$ deňdir; n_s – şpilkalaryň sany (konstruktiv şerte görä görkezilýän sanlardan kabul edilýändir: 6; 8; 10; 12; 16; 20; 24; 28; 32; 36; 40; 44; 48); d_m – şpilkanyň merkezinden zowwam göni geçýän ötügiň diametri (hyrlary M 85×6 çenli bolan şpilkalarda $d_m = 12$ mm, M 85×6-dan uly bolan şpilkalarda $d_m = 18$ mm deňdir); k_5 – towlama (çekdirme) prosesinde gözegçilik edilýän we gözegçilik edilmeyän ýagdaýy göz önünde tutýan koeffisiýent, gözegçilik edilende $k_5 = 1,3$, gözegçilik edilmedik ýagdaýynda $k_5 = 1,5$ deňdir; $[\sigma]_1$ hasaplama temperaturada şpilkanyň materialy üçin rugsat berilýän dartgynlyk, (6.20) formula boýunça hasaplanylýar.

2. Şpilkanyň sterženiniň diametri $d_s \geq d_{s,h}$ şerte esaslanyp, 6.6-njy tablisa boýunça kabul edilýär;

3. d_s -iň alnan diametrine baglylykda, şpilkanyň hyrynyň diametri (d_{hyr}) 6.6-njy tablisadan belleniýär;

4. Şpilkalary ýerleşdirmek üçin gerek bolan kiçi töweregiň diametri aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$D_{şpil}^{\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 2,42 \cdot d_s / \sin(\pi / n_s) \\ D_{iç} + 2,42 \cdot d_s \end{array} \right\}. \quad (6.54)$$

Enjamyň gabarasynda oturdylyjak şpilkalaryň ötükleriniň hyrynyň uzynlygy kesgitlenilýär, eger-de $\sigma_{b,i} / \sigma_{b,g} \leq 2$ bolsa, onda enjamyň gabarasynda oturdylyjak şpilkalaryň ötükleriniň hyrynyň L_1 uzynlygy 6.6-njy tablisadan alynmalydyr, eger-de $\sigma_{b,i} / \sigma_{b,g} > 2$ bolsa, onda L_1 aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýändir:

$$L_1 = \frac{d_s^2 - d_m^2}{2,1 \cdot k_6 \cdot d_{hyr}} \cdot \frac{\sigma_{b,s}}{\sigma_{b,g}} + 4 \cdot t_{hyr}, \quad (6.55)$$

bu ýerde: $\sigma_{b,s}$ we $\sigma_{b,g}$ – hasaplama temperaturada şpilkanyň we gapagyň materiallarynyň berklik çäkleri; k_6 – hyryň aýlawlaryna düşýän agramyň deň derejede däl-di-

gini göz önünde tutýan koeffisiýent, grafik boýunça kesgitlenilýär; t_h – hyryň ädimi, $t_h = 6$ mm.

Enjamyň gabarasyndaky şpilka üçin niýetlenen ötügiň uzynlygy, ýagny (L_2) konstruktiv ýerine ýetirilşiine görä tablisadan kabul edilmelidir.

6.6-njy tablisa

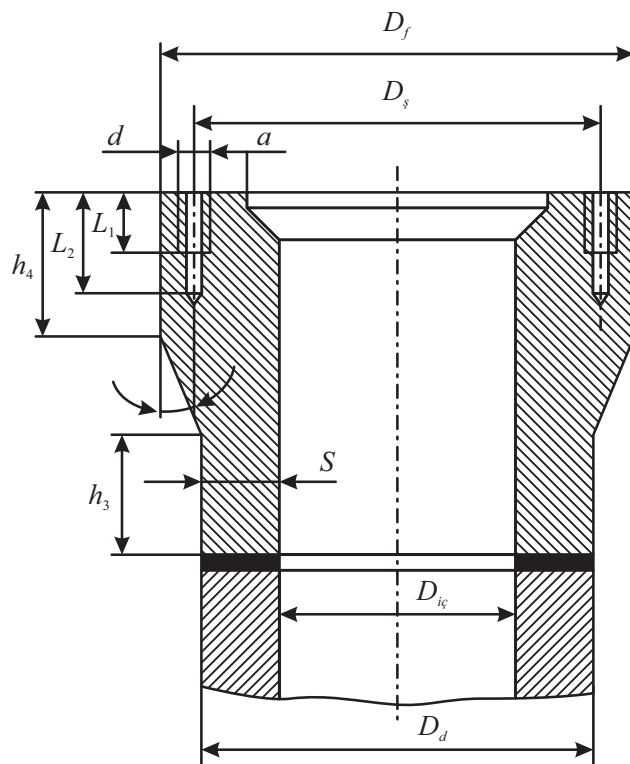
Şpilkalaryň we hyrlaryň esasy ölçegleri

Hyryň diametri d_h , mm	Şpilkanyň sterženiniň diametri d_s , mm	Gabaradaky «höwürtgäniň» diametri L_1 , mm	Şpilka üçin «höwürtgäniň» çuňlugy, L_2 , mm	
			«Höwürtgäniň» hyry metçikler we rezesler bilen ýasalan bolsa	«Höwürtgäniň» hyry abzallar bilen ýasalan bolsa
85	76,5	140	155	185
90	81,5	145	160	190
95	86,5	155	170	200
100	91,5	160	175	205
105	96,5	170	185	215
110	101,5	175	190	220
120	111,5	190	205	240
130	121,5	205	220	250
140	131,5	220	235	265
150	141,5	235	250	280
160	151,5	250	265	295
170	161,5	265	280	310
180	171,5	280	295	325
190	181,5	295	310	340

6.7.5. Galyň diwarly enjamyň gabarasynyň flanesini hasaplamak

Galyň diwarly enjamyň flanesi gabaradan aýratyn sozulyp ýasalýar we silindr görnüşindäki bir ýa-da köp gatlakly gabara bilen kebşirlenip birleşdirilýär (6.20-nji surat).

Gabaranyň flanesiniň ölçeglerini kesgitlemek:



6.20-nji surat. Uly basyşda işleýän enjamyň gabarasynyň flanesi

1. Flanesiň ölçeglerini kesgitlemek, aşakdaky yzygiderlikde alnyp gidilýär. Şpilkalaryň merkezleriniň arasyndaky töweregiň diametri kesgitlenilýär:

a) iki konusly ýa-da delta (Δ) şekilli dykyzlandyryjylar üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$D_s = \max \left\{ \begin{array}{l} D_{ic} + d_h + 2a \\ t_s / \sin \left(\frac{\pi}{n_s} \right) \end{array} \right\}, \quad (6.56)$$

b) tekiz metal dykyzlandyryjylar üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$D_s = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,05 \cdot D_2 + d_h \\ D_{ic} + d_h + 2a \\ t_s / \sin \left(\frac{\pi}{n_s} \right) \end{array} \right\}, \quad (6.57)$$

bu ýerde: d_h – hyryň diametri; n_s – şpikalaryň sany; $\alpha \geq 0,5 \cdot d_h$; t_s – şpikalary ýerleşdirmekligiň ädimi, $t_s \geq 2,2 d$; D_{ic} – gabaranyň içki diametri; D_2 – gysylýan üstüň in uly diametri.

Flanesiň daşky diametri aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$D_f \geq D_s + 2 d_h. \quad (6.58)$$

Köp gatlakly gabara bilen birleşdirilýän flanesler üçin $(D_s - D) / (D_f - D) \leq 0,6$ şert göz önünde tutulmalydyr.

Flanesiň silindr böleginiň beýiklikleri (h_3) we (h_4) flanesiň konus böleginiň ýapgytlygyny emele getirýän γ burça baglylykda kabul etmek teklipe edilýändir, eger-de $\gamma \leq 30^\circ$ bolsa, onda $h_3 \geq 0,7 S_h$; $h_4 \geq L_2 + 0,25 d_h$; eger-de $30^\circ < \gamma \leq 45^\circ$ bolsa, onda $h_3 \geq 0,7 S_h$; $h_4 \geq L_2 + 0,75 d_h$.

Bu ýerde: L_2 – şpilka üçin «höwürtgäniň» çuňlugy (6.6-njy tablisa); S_h – flanesiň gabara bilen birleşdirilýän silindr böleginiň hasaplanýan galyňlygy, mm, ýagny aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_h = 0,5 \cdot D \cdot (\beta_h - 1). \quad (6.59)$$

Eger-de flanes köp gatlakly gabara bilen birleşdirilýän bolsa, onda aşakdaky şert ýerine ýetirilmelidir:

$$h_4 \geq 0,425 \cdot D \cdot (D_f - D). \quad (6.60)$$

2. Flanesiň berklige hasaplamasy. Flanesiň materialynda ýüze çykýan in ýokary dargynlylygy hasaplamak.

a) iki konusly ýa-da delta (Δ) şekilli dykyzlandyryjy üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$\sigma_{\max} = P_h \frac{D_f^2 + D_{ic}^2}{D_f^2 - D_{ic}^2} + \frac{F_{h.s} \cdot (D_s - D_{ic} - S) + F_{o.s} \cdot (D_s - d_{ort})}{h_f^2 \cdot D_{ic} \cdot \ln(D_f / D_{ic})}, \quad (6.61)$$

b) tekiz metal dykyzlandyryjynyň berklige hasaplamasy aşakdaky formula boýunça geçirilýär:

$$\sigma_{\max} = P_h \frac{D_f^2 + D_{ic}^2}{D_f^2 - D_{ic}^2} + \frac{F_{h.s} \cdot (D_s - D_{ic} - S) + 0,1 \cdot F_{o.s} \cdot (D_s - d_{ort})}{h_f^2 \cdot D_{ic} \cdot \ln(D_f / D_{ic})}, \quad (6.62)$$

bu ýerde:

$$h_f = h_4 + \frac{\left[(D_f - D_{i\zeta})^2 - 4S^2 \right]}{\left[4(D_f - D_{i\zeta}) \operatorname{tg} \gamma \right]}, \quad (6.63)$$

P_s – gidrawlik synagyň basyşy (3-nji tablisa); S – flanesiň h_3 beýiklikdäki silindr böleginiň galyňlygy (2-nji tablisa); $F_{o.s}$ we $F_{h.s}$ – dykzlandyryjynyň halkasyna täsir edýän içki basyşyň deň täsir edijisiniň ok boýunça düzüjisi we gapaga täsir edýän içki basyşyň deň täsir edijisidir (gidro synag boýunça alyn-ýar). Bu ululyklar hasaplanylanda, $P_h = P_s$ -a deň diýlip, (6.46), (6.50) we (6.51) formulalar boýunça kesgitlenilýändir. Flanesiň berkligi aşakdaky şerti kanagatlanmalydyr:

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_t / 1,1. \quad (6.64)$$

Eger-de (3.70) şert ýerine ýetirilmese, onda flanesiň h_4 ýa-da D_f beýikligini ulaldyp, berklige hasaplamagy täzeden geçirmelidir.

6.7.6. Galyň diwarly enjamyň gapaklarynyň görnüşleri we olary hasaplamak

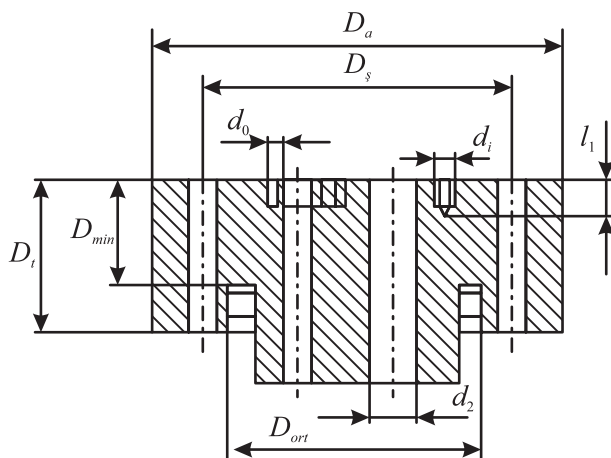
Galyň diwarly enjamlarda, esasan, tekiz we şar şekilli güberçek gapaklar ulanylýandyr.

Tekiz gapaklar. Enjamyň tekiz gapagy çylşyrymly element bolmak bilen, onda simmetrik däl ötükleriň birnäçesi ýerleşdirilýändir (6.21-nji surat).

Galyň diwarly enjamlaryň gapaklarynyň galyňlygy (patrubkalary kebşirilenip birleşdirilen tekiz gapaklardan başga) aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_t \geq 0,45 \sqrt{\frac{3,8 \cdot F \cdot (D_s - D_{ort}) + P_h \cdot D_{ort}^3}{(D_a - 2 \cdot d_{o.s} - \sum d_i) \cdot [\sigma]}} + C. \quad (6.65)$$

bu ýerde: F – gapaga ok boýunça täsir edýän güýç, MN; D_s – şpilkalaryň merkezleriniň ýerleşýän töwereginiň diametri, m; D_{ort} – dykzlandyrylýan üstüň orta diametri, m; D_a – gapagyň daşky diametri, m; $d_{o.s}$ – pilkanyň oturdylyjak ötüginiň diametri (şpilkanyň hyrynyň diametrinedeň deň diýip kabul edilmelidir, ýagny $d_{o.s} = d_h$) m; $\sum d_i$ – gapakdaky ötükleriň diametrleriniň jemi, m.



6.21-nji surat. Uly basyşda işleýän enjamyň tekiz gapagy

Gapagyň daşky diametri aşakdaky şerte baglylykda kabul edilýär:

$$D_a \geq D_b + 2 \cdot d_h. \quad (6.66)$$

Gapakda iki konusly dykzylandyryjy ulanylanda, gapagyň iň pes galyňlygy aşakdaky (3.73) formula boýunça kesgitlenilýändir:

$$S_{\min} \geq 0,45 \left(\frac{3,8(D_s - D_{ort}) + P_h D_{ort}^3 (1,5P_h / [\sigma])}{D_{ort}^2 [\sigma]^2} - 6S_t^2 \frac{(D_2 - D_{ort} - d_{o,s})}{D_{ort}} \right). \quad (6.67)$$

Gapagyň hakyky galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S \geq S_{\min} + C. \quad (6.68)$$

Şar şekilli güberçek gapaklar (6.22-nji surat).

Bu gapaklar, esasan, şar şekilli bölekden we oňa kebşirilenip birleşdirilen tekiz flanesden ybaratdyr.

Şar şekilli gapaklar aşakdaky görkezmeleri göz öüýnde tutmak bilen ýasalýandyr:

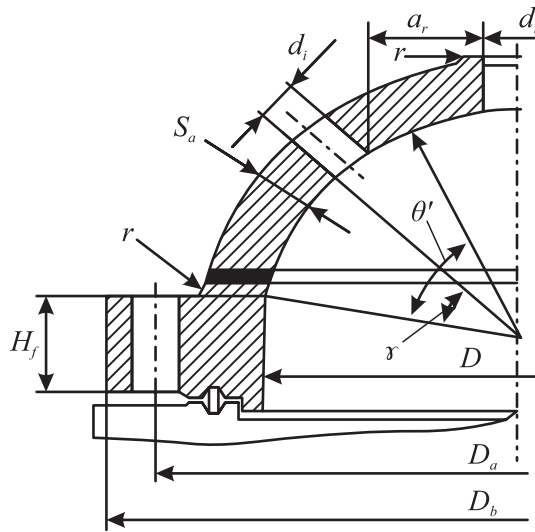
1) şarly bölegiň gyrasyndan ötügiň gyrasyna çenli aralykdaky γ burç 35° -dan kiçi bolmaly däldir;

2) şarly segmentiň burçy $\theta'' = 50 \div 70^\circ$ aralykda bolmalydyr;

3) iki sany biri-birine ýanaşyk oturan ötükleriň aralygy iň kiçi ötügiň diametrinden kiçi bolmaly däldir.

Gapagyň şar şekilli böleginiň başlangyç hasaplamasy aşakdaky formula boýunça geçirilýär:

$$S_{s.g.h}^* = 2,5 \cdot P_h \cdot \frac{R}{(4 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P_h)}, \quad (6.69)$$



6.22-nji surat. Uly basyşda işleýän enjamyň şar şekilli güberçek gapagy

bu ýerde: R – güberçek gapagyň şarly böleginiň içki radiusy, m; $[\sigma] = \min \{[\sigma]_{sf}; [\sigma]_f\}$, ýagny iki ululygyň in kiçi bahasy kabul edilýär: $[\sigma]_{sf}$ – şarly bölegiň materialynyň we $[\sigma]_f$ – gapagyň flanesiniň materialynyň hasaplama temperaturadaky rugsat berilýän dartgynlygy.

Gapagyň şarly böleginiň galyň diwarlylyk koeffisiýenti (β_h) aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär we görkezilýän sanlaryň in uly ýakyn bahasy alynýar, ýagny (1,06; 1,09; 1,12; 1,15; 1,18; 1,21).

$$\beta_h \geq \frac{(R + S_{s.g.h}^*)}{R}. \quad (6.70)$$

Gapagyň şarly böleginiň hasaplanýan galyňlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$S_{s.g.h} = (\beta_h - 1) \cdot R. \quad (6.71)$$

Gapagyň şarly böleginiň hakyky galyňlygy aşakdaky şerti kanagatlandyrmalydyr:

$$S_{s.g} \geq S_{s.g.h} + C. \quad (6.72)$$

Gapagyň flanes böleginiň beýikligi (galyňlygy) aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýändir:

$$H_f \geq k_s \cdot S_{s.g} + C, \quad (6.73)$$

bu ýerde: k_s – gapagyň flanesiniň beýikliginiň, şarly böleginiň diwarynyň galyňlygyna bolan gatnaşygydyr (bu ululyk galyň diwarlylyk koeffisiýentine β_h ; D_a/D_{ic} ; $\sigma_f/1,1 \cdot P_h$ we şarly segmentiň θ burçuna baglylykda, grafik boýunça kesgitlenilýär).

6.7.7. Galyň diwarly enjamyň gabarasynyň ölçeglerini kesgitlemek

Enjamyň gabarasynyň umumy beýikligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär (6.23-nji surat):

$$H = H_o + H_g + H_d, \quad (6.74)$$

bu ýerde H_o – enjamyň silindr böleginiň beýikligi.

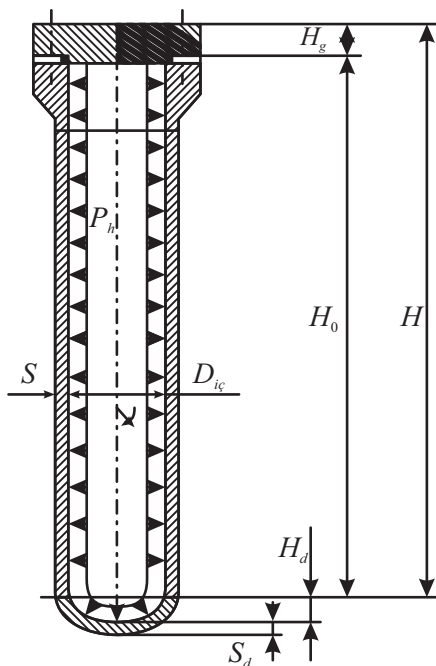
Munuň bahasy aşakdaky deňlemeden kesgitlenilýär:

$$V = H_o \cdot \pi \cdot \frac{D_{ic}^2}{4}. \quad (6.75)$$

H_d – enjamyň düýbünüň güberçek böleginiň içki beýikligi aşakdaky şertden kesgitlenilýär:

$$\frac{H_d}{D_{ic}} = 0,25. \quad (6.76)$$

S_d – enjamyň düýbünüň galyňlygy; $S_d = S$ (6.40 formula seret); H_g – enjamyň gapagynyň beýikligi (galyňlygy); S_i – tekiz gapaklar üçin; $H_g = S_i$; 6.65 formula seret).



6.23-nji surat. Uly basyşda işleýän enjamyň gabara ölçegleriniň hasaplamagyň shemasy

VII BÖLÜM

TEHNOLOGIK ENJAMLARDA GURNAMA WE BEJERGI IŞLERİN ESASLARY

7.1. Gurnama işleriniň gurnalyşy

Tehniki hyzmatyň we bejerginiň ulgamy – bu enjamyň ygtybarly işlemegini üpjün etmek üçin öňünden taýýarlanylýan meýilnama boýunça öňünden geçirilýän hyzmatyň we bejerginiň hem-de tehniki işleriň toplumyna aýdylýar.

Tehniki hyzmatyň we bejerginiň maksatlary şulardan ybaratdyr:

- a) hadysalaryň önüni almak;
- b) önümçiligiň meýilnamasy bilen ylalaşylan, bejergi işlerini meýilnama boýunça ýerine ýetirmek;
- ç) ätiýaçlyk şaýlaryny, materiallary we işçi güýjüni wagtynda taýýarlamak hem-de enjamyň bejergi wagtyny azaltmak.

Umumy alanynda, meýilnama boýunça duýduryş ulgamy, enjamyň gurat işlemegini üpjün edýär.

Meýilnama boýunça duýdyryş bejergisiniň (MBDB) tertibi düzülýär we ol öz içine aşakdakylary alýar:

- a) bejergä sarp edilýän wagty;
- b) bejergä sarp edilýän işçi güýji;
- ç) zerur bolan ätiýaçlyk şaýlarynyň we bejergi serişdeleriniň sanawy;
- d) enjamy bejergä duran döwründe kämilleşdirmek.

MBDB-niň ulgamy öz içine şu hyzmaty we bejeriniň görnüşlerini alýar:

1. *Bejergi aralyklarynda geçirilýän tehniki hyzmat.*

Tehniki hyzmat – bu enjamyň işjeňlik ýagdaýyny goldamak üçin bejergi aralyklarynda geçirilýän işleriň toplumydyr. Tehniki hyzmat ulanylyşa seredýän we hyzmat edýän işgärler tarapyndan ýerine ýetirilýär. Ulanylyşa seredýän işgärler: enjamçylar, maşinistler we operatorlar. Hyzmat edýän işgärler: nobatçy bejeriji elektrik we ussanyň kömekçisi. Ýüze çykan näsazlyklar gysga wagtyň dowamynynda bejerilmelidir we çalşygyň (smenanyň) depderçesinde bellik edilmelidir. Tehniki hyzmatda ýerine ýetirilýän işler şulardan ybaratdyr: süpürmek, arassalamak, daşyndan seretmek, ýaglamak, berkidiji şaýlaryň ýagdaýyny barlamak, sazlamak we daşky örtügi (izolýasiýany) barlamak.

2. *Ýeňil bejergi* – bu bejergi ulanylyş wagtynda ýerine ýetirilmek bilen, enjamyň güwä geçilýän işjeňligini üpjün etmek we enjamyň käbir böleklerini çalyşmak, dikeltmek (öňki kaddyna getirmek) hem-de olary sazlamak üçin niýetlenen bejergidir. Bu bejergide ýerine ýetirilýän işler şulardan ybaratdyr: ýagyny çalyşmak, bejerilen bölekleri ýygnamak we barlamak, daşky örtükleri we poslama garşy örtükleri

bejermek, çalyşmak möhleti ýeten şaýlary çalyşmak bilen bölekleri sökmek. Bu bejergi işlenilmeyän çalyşyklarda (smenalarda) we dynç alyş günleri geçirilýär. Egerde önümçilik üznüksiz kadada işlenýän bolsa, onda ýörite bu bejergini geçirmek üçin meýilnama boýunça niýetlenen günlerde geçirilýär.

3. *Düýpli bejergi* – bu enjamyň guratlygyny dikeltmek üçin we onuň işlän bölegini çalşyp, enjamy doly dikeltmek maksady bilen geçirilýän bejergidir. Bu bejergide köp sanly şaýlar, ýygnama bölekleri we toplumlar çalşylyar. Düýpli bejergide enjam doly dikeldilýär. Onuň ulanylyş häsiýetleri tehniki şertleriň talaplaryna laýyklykda täzelenýär ýa-da enjamyň bejergiden soňky ýagdaýyna eltilýär. Bu bejergide ýerine ýetirilýän işler şulardan ybaratdyr:

- a) maşyny ýa-da enjamy doly sökmek;
 - b) könelen şaýlary we ýygnama bölekleri çalyşmak ýa-da bejermek;
 - ç) esaslygyny we şaýlary barlamak;
 - d) ýygnamak işlerini ýerine ýetirmek;
 - e) enjamy boş we basyş (ýükli) astynda barlap görmek;
 - ž) enjamda kämilleşdirmek işlerini geçirmek.
- Düýpli bejergi gutarandan soň enjam akt boýunça tabşyrylmalydyr.

7.1.1. Meýilnama boýunça duýdurýş bejergisiniň tertipnamasyny (grafigini) düzmek

Bejergi işleriniň kada görkezijileri öňdebaryjy kärhanalaryň tejribelikleriniň netijelerini peýdalanyp, enjamyň ygtybarlylygy we işe durnuklylygy göz önünde tutulyp işlenip düzülendir. Şeýle-de, enjamyň ulanylyşyna we bejergisine hronometraž hem-de depder gözegçiliklerini, enjamy taýýarlaýjy zawodlaryň tekliplerini, tehnologik düzgünnamasynyň talaplaryny, tehniki ulanylyşyň we tehniki howpsuzlyk düzgünlerini göz önünde tutup düzülendir.

Bejerginiň döwri enjamyň aýda ortaça işlänine kratnyý kabul edilýär (ulanylyşynyň endiganlygyna baglylykda, enjamlaryň dürli kysymlyry üçin 300, 400, 500, 540, 580 we 720 sagat bolup durýar). Şuňa baglylykda, enjamyň bir ýyllyk işiniň dowamlylygy 3600, 4800, 6000, 6480, 6960 we 8640 sagat diýlip kabul edilendir.

Işiň şertine we enjamyň tehniki ýagdaýyna baglylykda, bejergi döwrüniň kadasyndan aşakdaky gyşarmalara rugsat berilýär: $\pm 15\%$ – ýeňil bejergiden; $\pm 10\%$ – düýpli bejergiden.

Bejergide enjamyň işlemän durýan döwri diýlip, enjamyň öçürilen wagtyndan başlap, enjam bejergiden soň işe goýberilip we ilkinji önümiň çykyp başlan wagtyna çenli kabul edilen aralyga aýdylýar.

Bejergide enjamyň işlemän durýan döwri öz içine şu aşakdakylary alýar:

- a) enjamy bejergä taýýarlamak wagtyny;

- b) bejerginiň wagtyny;
- ç) işe goýbermek we synag edilýän wagt.

Bularyň san bahalary önümçilik kärhanalaryndan alynmalydyr. Eger-de enjamda kämilleşdirme geçirilmeli bolsa, onda düýpli bejerginiň wagtyna kämilleşdirmegi geçirmäniň wagty hem üstüne goşulýar.

Işiň göwrüminiň kada görkezijileri (adam, sagat) bejergi işleriniň doly göwrümine deňişli bolup, öz içine şulary alýar: taýýarlyk işleri, bejergi işleri we tabşyrmak işleri. Bularyň ortaça bahasy belenilýär we bejergi işlerini hasaplamak üçin niýetlenen hem-de bejergi işlerini geçirjek işgärleriň sanyny hasaplamak üçin niýetlenýändir, ýöne bejergi işlerini ýerine ýetirýän işgärleriň zähmet hakyny tölemek üçin esas bolup durýan däldir.

Bejergi işini geçirmäniň göwrüminiň kada görkezijileri aşakdaky guramaçylyk – tehniki şertlerden ugur alnyp kabul edilendir:

- a) enjamy bejergä taýýarlaýyş işleriniň has köp bolup biljek göwrüminden;
- b) bejergi geçirilende döwlen bölekleri we iýlen şaýlary çalyşmak we mümkin bolsa, şaýlary gönümel enjamyň özünde bejerip, dikeltmek işlerini ýerine ýetirmekden;
- ç) yük göteriji we göçüriji mehanizmleri, ýöriteleşdirilen gurallary we beýleki mehanizmleri ulanmakdan.

Işiň göwrüminiň kada görkezijileri bejeriji işçileriň (slesarlaryň), gurmaçylara, kebşirleýjileriň we beýleki hünärleriň bejerijileriniň (tokarlardan başga) şeýle-de, ulanylyşyň we bejergi işleriniň nobatçylarynyň işlerini göz önünde tutýar.

Iş göwrüminiň kada görkezijileri aşakdaky işleri we operasiýalary öz içine alýar:

- 1) taýýarlaýyş işlerini (gönümel bejergi işleri bilen baglanyşykly işleri, tehniki howpsuzlyk we ýangyn howpsuzlygy boýunça taýýarlyk işlerini);
- 2) bejergi işleriniň ähli görnüşlerini (tanaplamak, agregaty, bölekleri we şaýlary süýşürmek we göçürmek);
- 3) näsaz enjamlary, bölekleri, abzallary we iýlen şaýlary çalyşmak, sökmek-düzmek, kebşirlemek, sazlamak we beýleki slesar işlerini;
- 4) ahyrky işleri.

Şonuň ýaly-da, işiň göwrüminiň kada görkezijileri öz içine dynç alyş wagtyny hem alýar.

7.1.2. Bejergi döwrüniň gurluşyny (strukturasyny) düzmek

Işi ýerine ýetirmek üçin gerekli ululyklar:

T_1 – ilkinji ýeňil bejerginiň döwri (sag);

t_1 – ýeňil bejergi döwründe enjamyň işlemän durýan döwri (sag);

T_2 – ikilenji ýeňil bejerginiň döwri (sag);

t_2 – ikilenji ýeňil bejergide enjamyň işlemän durýan döwri (sag);

T_k – düýpli bejerginiň döwri (sag);

t_k – düýpli bejergide enjamyň işlemän durýan döwri (sag);

$T_1; T_2; T_k$ – ýeňil we düýpli bejergileriň işleriniň göwrümleri (adam, sagat).

Bejergi döwrüniň guralyşyny düzmek üçin hasaplamalar aşakdaky zygiderlik-de geçirilýär:

1) Iki sany düýpli bejergileriň arasyndaky wagt:

$$n = \frac{T_k}{8640}, \quad (7.1)$$

bu ýerde, 8640 – üznüksiz döwürde bir ýyllyk kalendar fondunyň wagty.

2) Iki sany düýpli bejerginiň aralyklarynda geçirilýän ikilenji ýeňil bejergileriň sany:

$$a_2 = \frac{T_k}{T_2} - 1. \quad (7.2)$$

3) Iki sany düýpli bejerginiň aralyklarynda geçirilýän ilkinji ýeňil bejergileriň sany:

$$a_1 = \frac{T_k}{T_1} - a_2 - 1. \quad (7.3)$$

4) Bejergi döwrüniň dowamlylygy:

$$T_{b.s} = T_k + a_1 \cdot t_1 + a_2 \cdot t_2 + t_k. \quad (7.4)$$

Düýpli bejergi üçin gerekli işçileriň sany:

$$P_{i.s}^d = \frac{T_k}{P_F} \cdot K_P, \quad (7.5)$$

bu ýerde: $P_{i.s}^d$ – bejergi işçileriň düzüm sany. P_F – işçi wagtynyň meýilnama boýunça sany (sagat).

$$P_F = B_m \cdot M \cdot K. \quad (7.6)$$

B_m – işçi wagtynyň aýlyk balansy; $B_m = 173,2$ sagat; M – meýilnamalaşdyrylýan döwürde aýlaryň sany.

$$M = \frac{t_k}{720}. \quad (7.7)$$

K – rugsadyň, ýarawsyzlygyň we döwlet buýruklarynyň wagtlaryny göz önünde tutýan koeffisiýenti ($K = 0,9$).

K_p – işçiler tarapyndan kadanyň köp ýerine ýetirilmesini göz önünde tutýan koeffisiýent ($K_p = 1 \div 1,2$).

7.1.3. Takelaž işleri, takelaž işleriniň niýetlenişi. Takelaž esbaplaryny saýlamak

Gurnama meýdançasynyň çäklerinde enjamy uzak bolmadyk aralyklara kese, ýapgyt tekizlikler boýunça süýşürmek üçin dürli usullar ulanylýar, ýagny:

- 1) typýan teležkalarda (saniler);
- 2) aşagyna list material düşemek;
- 3) suýremek;
- 4) oklawlar bilen süýşürmek;
- 5) wagtlaýyn demir ýollarda oturdylýan ýörite teležkalar bilen süýşürmek;
- 6) togalamak;
- 7) ulag serişdelerini peýdalanmak.

Takelaž işleri bejergi işleriniň esasy düzüjisi bolup durýar we dürli ýük göteriji serişdeleriň we mehanizmleriň kömegi bilen ýerine ýetirilýär, ýagny: polat we ýüp tanaplaryň, zynjyrlaryň, zynjyrly asylýan ýük göterijileriň (tallaryň), lebyodkalaryň we kranlaryň kömegi bilen.

Polat tanaplar ýük götermek üçin niýetlenen bolup, aşakdaky synplara bölünýärler:

- a) örüliş usuly boýunça – T (towlanýan) we Tn (towlanmaýan);
- b) towumlaryň ugry boýunça – S – sag ugur boýunça, ζ – çep ugur boýunça;
- ç) mehaniki häsýetleri boýunça: Y_0 – ýokary hilde, N – kadaly hilde;
- d) niýetlenişi boýunça: YA – ýükleri we adamlary daşamak üçin; Y – ýükler üçin; YD – ýükleri daňmak üçin.

Polat tanaplaryň örüliş we daňylyş usullary indiki suratlarda görkezilendir (7.1-nji surat).

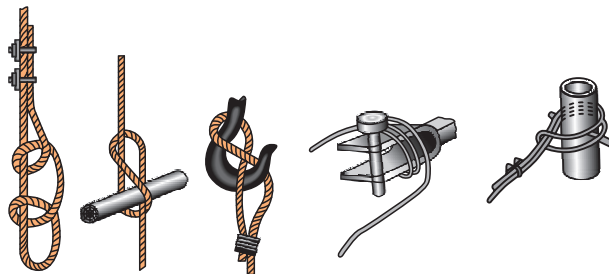
Enjamlar gurnalanda, polat tanaplar bilen tutmanyň ýörite usullary ulanylýar (7.2-nji a, b, ç suratlar). Eger-de gurnama işlerinde bu usullar ulanylmasa, onda betbagytçylykly ýagdaýlaryň bolmagy mümkindir.

Ýük göteriji mehanizmleriň esasy we jogapkärçilikli bölekleriniň biri bolup durýar. 7.3-nji suratda gurnaw mehanizmlerinde ulanylýan gurluşy görkezilendir.

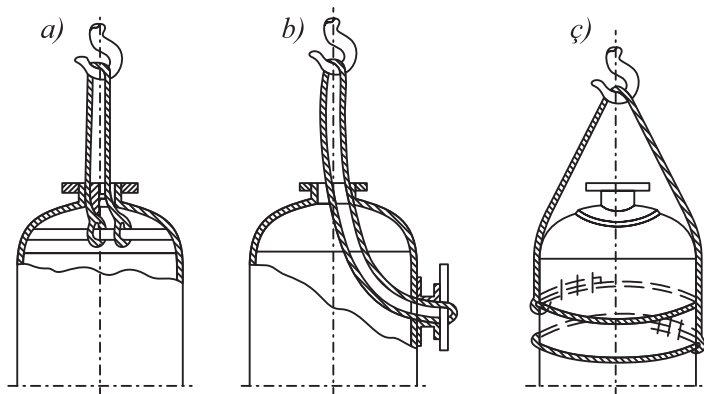
Polat tanaplar ýük göteriji maşyna dakylmazdan öň, şu şert kanagatlandyrylmalydyr: $P/S \geq K$; bu ýerde: P – tanap üzülmä synag edilende, täsir etdirilýän güýç; S – tanapyň iň uly dartylmasy, K – tanapyň berkligi üçin ätiýaçlyk koeffisiýenti.

Tallar – bular gurluşy boýunça ýönekeý we gaty uly bolmadyk ýük görerji enjamlardyr. Olar işledilişi boýunça el we elektrik togy bilen işledilýär. Olaryň ýük görerijiligi elde işledilýän görnüşlerini we kysymyna baglylykda, 2,5÷125 kN-a çenli. Elektrik togy bilen işledilýäniňki 50 kN-a çenli.

Lebyodkalar – bular hem tallar ýaly bolup, ýüki göçürmek üçin niýetlenendir. Ol el bilen hem-de elektrik togunda işledilýän görnüşler bölünýärler.



7.1-nji surat. Polat tanapyň birleşdiriliş usullary



7.2-nji surat. Enjamy polat tanaplar bilen tutmanyň usullary:

a – polat tanapy enjamyň ýokarky böleginden dakmak;

b – polat tanapy enjamyň sapsasyndan dakmak;

ç – polat tanapy gabaranyň daşyndan aýlamak

Takelaž esbaplaryny saýlamak.

1. Ýüki süýşürmek üçin gerek bolan güýç saýlanylýar.

a) kese tekizlik boýunça:

$$P = G \cdot f, \quad (7.8)$$

b) ýapgyt tekizlik boýunça:

$$P = G (\sin\alpha + f\cos\alpha). \quad (7.9)$$

Eger-de $\alpha < 15^\circ$ bolsa, onda $\cos \alpha$ bahasy bire ýakyn bolýar, onda:

$$P = G(\sin \alpha + f), \quad (7.10)$$

bu ýerde: G – süýşürilýän ýüküň agramy, (N); f – typma-sürtülme koeffisiýenti; α – älem boýunça ýapgytlyk burçy; $^\circ$.

2. Süýşürmek üçin gerek bolan güýç:

$$P_s = 1,5 \cdot P. \quad (7.11)$$

3. Kesgitlenen P_c boýunça polat tanap hasaplanylýar. (tablisadan almaly).

4. Tanapyň üzülmä bolan güýjüni kesgitlemeli:

$$R = P_s \cdot K_3, \quad (7.12)$$

bu ýerde $K_3 = 5$ – tanaplar üçin ätiýaçlyk koeffisiýenti.

5. R – ululyga baglylykda, polat tanapyň diametri kesgitlenilýär.

7.2. Gurnama işleri. Gurnamak üçin niýetlenen enjamlar

Enjamy gurnamak öz içine aşakdaky işleri alýar:

1. Enjamy götermek we esaslyga oturtmak üçin gerekli mehanizmleri we enjamlary taýýarlamak we gurnamak.

2. Enjamyň daşky dolagyny aýyrmak, şaýlarynyň ýerbe-ýerdigini barlamak we gurnamaga kabul etmek.

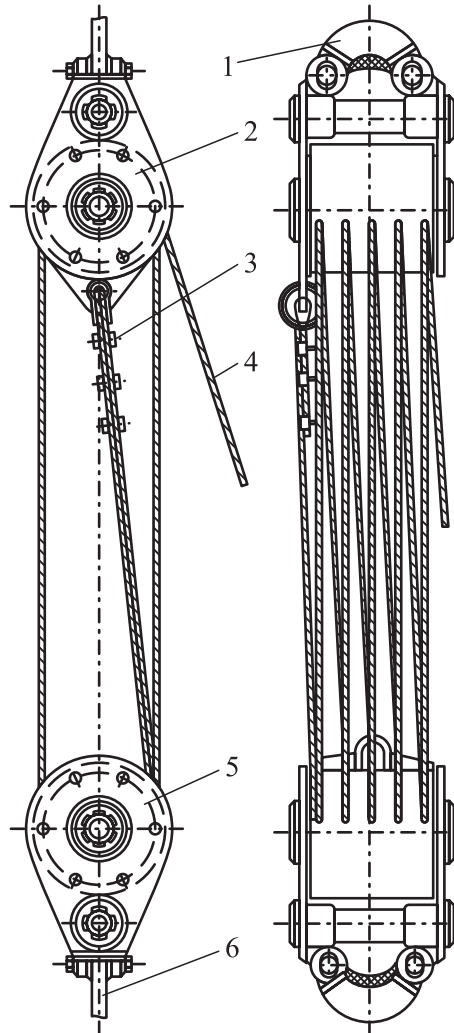
3. Enjamy ýagly materiallardan arasalamak, böleklerini, şaýlaryny ýygnamak, suw bilen synag etmek, ýylylyk örtügin (izolýasiýasyny) örtmek.

4. Binalary barlamak we esaslygyň nurbatlaryny oturtmak.

5. Enjamy gurnaljak ýerine çenli geçirmek.

6. Enjamy götermek we taslama boýunça oturtmak.

7. Enjamy binaryň esaslygyna berkitmek.



7.3-nji surat. Polispastyň umumy görnüşi:

1,6 – halkalar; 2,5 – hereket edýän we hereket etmeýän bloklar; 3 – gozganmaýan polat tanap; 4 – polat tanapyň ýygnaýan bölegi

8. Enjamyň içki desgalaryny oturtmak.
9. Ýük göteriji enjamlary sökmek.
10. Gurnalan enjamy synag etmek.
11. Enjamy delilnama boýunça ulanylyşa tabşyrmak.

Enjam gurnamak işlerine taýýarlanylanda, ilki bilen konserwasiýa üçin çalnan ýagly materiallardan we gorajýjy örtüklerden arassalanmalydyr. Konserwasiýa (latyn sözi bolup, conservation – saklamak, goramak manysyny berýär) – bu enjamlar köp möhletleýin saklanylanda ýa-da uzak aralyklara göçürilende, olaryň düzüwligini saklamak üçin geçirilýän tehniki çäreleriň toplumydyr. Ýagly materiallar we gorajýjy örtükler enjamy taýýarlaýan zawod tarapyndan çalynýar. Çalnan ýaglardan arassalamak aşakdaky usullar boýunça ýerine ýetirilýär:

1. Eredijiler bilen süpürmek.
2. Bug ýa-da gury gyzgyn howa bilen üflemek (göçürilýän ýa-da stasionar oturtma ulanylýar).
3. $t = 90\div 100^{\circ}\text{C}$ -e çenli gyzdyrylan industrial ýagly wanna çümdürmek arkaly arassalamak, soňra bolsa benzin bilen ýuwmak.

4. Metal gyrgyçlar (çotkalar) we esgiler bilen mehaniki usulda arassalamak.

Eredijiler bilen aýrylmasy kyn bolan ýagly örtükleri misden ýa-da alýuminden ýasalan gyrgyçlar bilen aýyrmak bolýar. Gurnalmaly enjam daşky we içki gözegçilikden geçirilýär. Daşky gözegçilik enjamyň bölekleri sökülenden we konserwasiýasy aýrylandan soň geçirilmelidir. Daşky gözegçilige gabara, flanesli birleşmeler, gapaklar we berkidiji şaýlar degişlidir. Enjamyň içki desgalary «TDS»-niň işgäriň gatnaşmagynda geçirilýär. Daşky we içki gözegçilikleriň netijeleri boýunça delilnama düzülýär.

Önümçilikde ulanylýan agregatlaryň metal gurnamalary gurnalanda, taslama resminamalaryň içine önümçiligiň işçi taslamasy, zawodyň enjamlarynyň çyzgylary, turbageçirijileriň taslamasy we tehnologik kartalary girýär. Önümçiligiň işçi taslamasynda enjamlaryň ýerleşdirilişi (komponowkasy), sütünleriň we ýokarky bellikleriň oklaryna birleşdirilişi, esasy we kömekçi enjamlaryň düzüm sanawy (spesifikasiýasy) görkezilýär. Enjamlaryň işçi çyzgylary taýýarlan zawod tarapyndan iberilýär.

Önümçiligiň taslamasynda şu soraglar seredilýär we üstünde işlenilýär:

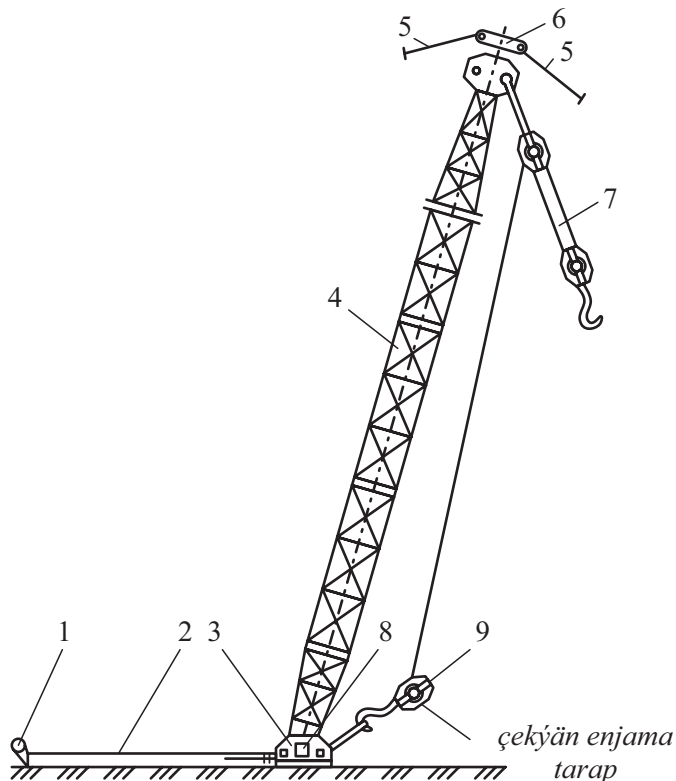
1. Enjamy we materiallary ammarlardan ýygnama meýdançasyna we gurnaljak ýerine çenli barýan demir we awtomobil ýollarynyň ýerleşdirilişine.
2. Enjamy uly göwrümlerde ýygnamak üçin we wagtlaýyn saklamak üçin meýdançalaryň ýerleşdirilişine we onuň ölçeglerine.
3. Enjamyň ýygnaljak meýdançadaýy yük göteriji mehanizmleriň kysymlaryna we sanyna.
4. Esasy we kömekçi enjamlaryň takelaž shemasyna, şeýle-de esasy we kömekçi yük göteriji mehanizmleriň tehniki häsiýetnamalaryna.

5. Enjamy gurnamagyň tehnologiýasyna.

6. Tehniki howpsuzlyk we zähmeti goramak düzgünlerini üpjün etmek boýunça geçirilýän çäreler.

7. Işň ýerine ýetirilişiniň tertipnamasyna (grafigine) we işçi güýjüniň sanyna.

8. Gurluşyk we gurnamak işlerini bile alyp gitmekligiň derejesi we gyş wagty gurnamak işleriniň ýerine ýetirilişi barada goşmaça çäreler.



7.4-nji surat. Gurnama maçtasy:

1 – agramlyk; 2 – goldaw beriji polat tanap; 3 – direg; 4 – rama; 5 – wantlar;

6 – maçtanyň depesi; 7 – polispast; 8 – şarly şarnir; 9 – aýlanyan blok

Enjamlary gurnamaklyk maksatnamalaryndan başga-da, olaryň metal gurnamalaryny taýýarlamaklyk göz önünde tutulyp, olary gurnamaklygyň soraglaryna seredilmelidir, şeýle-de:

a) Enjamyň ýygnaýjak meýdançalarynyň ölçegleri kesgitlenilende ýylyň dowamynda gurnaýjak enjamlaryň sany göz önünde tutulmalydyr, sebäbi bir wagtyň dowamynda birnäçe enjamlaryň bölekleriniň ýygnaýmak zerurlygy bolýar. Bu ýagdaýda ýygnaýma meýdançadaky esasy kranlardan başga-da, goşmaça dürli ýük görterijilikli kranlar ýerleşdirilmelidir. Goşmaça kranlar işçileriň iş öndürijiligini ýokarlandyrýar.

b) İş şartleriň kadaly bolmagy üçin, esasanam, ýagyşly howa bolanda, ýygnama meýdançada hökmany дренаž bolmaly we basgylanýan ýeriň üstüne uşak çagyl ýa-da çäge düşelmelidir. Sebäbi enjamlaryň uly agramy ýeriň ýagdaýyny bozmagy mümkin, bu bolsa gurnamak işlerini kynlaşdyrýar.

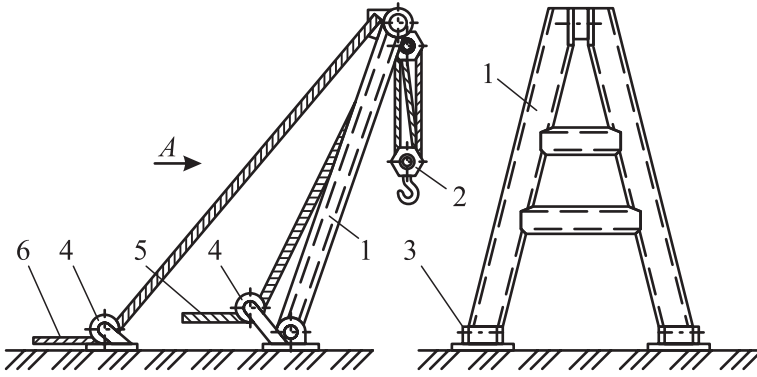
Ýygnama meýdançasynnda hökmany bolmaly zatlar:

- a) ýygnama diwarlary we stellažlar;
- b) kebşirleýji enjamlar we gurnama mehanizmler;
- ç) asetilen, kislorod, ýagtylandyryş we elektrik geçirijileri.

Enjamlary gurnamak üçin esasy gurnajy mehanizmleri saýlamak, enjamy gurnamaklygyň usulyna, enjamyň massasyna, gabara ölçeglerine, enjamlaryň gurnamalary, kärhananyň taýýarlyk derejesine we beýleki esaslara baglydyr. Gurnajy mehanizmlerden iň köp ulanylýany we giňden ýaýrany sürüjili dolandyrylýan kranlardyr. Bular ýükleri götermek we göçürmek üçin hem-de enjamy taslama boýunça ýerine oturtmak üçin ulanylýar. Bu kranlar hereket ediş gurluşy boýunça awtomobilde, awtomobiliň şassisinde we zynjyrly bolýarlar. Köp sanly enjamlary we metal gurnamalary gurnamak üçin başnýa, maçta, köpri görnüşli we beýleki ýörüte yük göteriji mehanizmler ulanylýar. Enjamlar gurnalanda, barmasy kyn ýerlerde hem-de önümçiligiň işläp duran wagtynda dikuçarlar hem ulanylýar. Gurnama meýdançasynyň ölçegleriniň kiçi ýerlerinde, şeýle-de peýkamly kranlaryň yük göterijilik häsiýetleriniň ýetmeýän ýerlerinde, uly göwrümlü enjamlary gerek bolan beýiklige galdyrmak we gurnamak üçin, yük göteriji ýönekeý mehanizmler bolan maçtalar, portallar we şewrler ulanylýar.

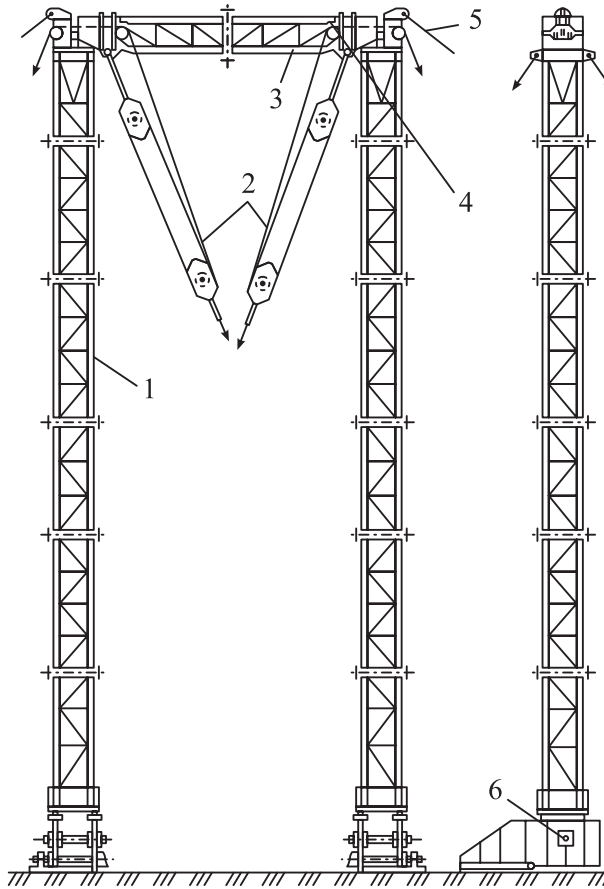
Gurnama (montaž) maçtasy (7.4-nji surat) metal gurnamadan ybarat bolup, onuň yokarsynnda maçtany işçi ýagdaýda saklamak we maçtanyň ýaplanma burçuny üýtgetmek üçin üç ýa-da, köplenç, dört sany maýyşgak wintler berkidilýändir. Beýikligi 30÷35 m çenli bolan maçtalar turbalardan ýasalýar, ondan hem beýik maçtalar bolsa, sozulyp ýasalan profillerden ýasalýar. Turbadan ýasalan maçtalaryň yük göterijiligi 70 tonna, profilden ýasalan maçtalaryň yük göterijiligi bolsa 400÷500 tonna çenli bolýar. Profilden ýasalan maçtalary ýasamak çylşyrymly bolýar, ýöne şol bir beýiklikde we yük göterijilikde olar turbadan ýasalan maçtalardan ýeňil bolýar. Eger-de, gurnama (montaž) meýdançasynyň şertleri maçtanyň gapdal wantlaryny ýerleşdirmäge mümkinçilik bermeyän bolsa, şeýle-de gurnama (montaž) işleriniň usullarynyň talaplaryna laýyklykda şewrler ulanylýar.

Gurnama (montaž) şewri (7.5-nji surat) A harp şekilli rama bolup, onuň aşaky bölekleri şarnirli diregler bilen berkidilýär, yokarky bölekleri bolsa, berk berkidilen bolup, polat tanaplar ýa-da polisplast bilen saklanylýar. Şewr iki sany polisplast (7.3-nji surat) bilen üpjün edilýär, ýagny olaryň biri (2) ýüki götermek üçin niýetlenilýär, beýlekisi bolsa polat tanaplaryň (6) (suratda görkezilmedik) kömegi bilen ýaplanma burçuny üýtgetmek üçin niýetlenilýär.



7.5-nji surat. Gurnama (montaž) şewri:

1 – rama; 2 – polispast; 3 – şarnirli direg; 4 – geçiriji blok;
5 – polispastyň tanapy; 6 – polat tanap



7.6-njy surat. Portal: 1 – iki sany direg sütünler; 2 – polispastlar;
3 – birleşdiriji rigel; 4 – geçiriji blok; 5 – wantlar; 6 – direg başmaklary

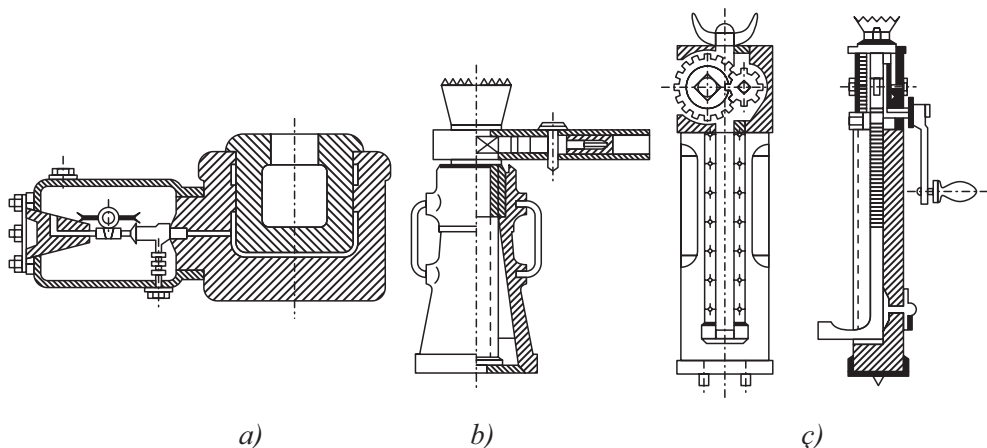
Şewriň beýikligi 10 m-den uly bolanda, şewr göçürilende tagaşykly bolar ýaly, sökülýän flanesli görnüşinde ýasalýar. Şewriň ýük göterijiligi 50÷250 tonna çenli bolup bilýär.

Uly ölçegdäki agyr enjamlary, şeýle-de köp böleklerden ybarat bolan uly desgalary ýygnamak üçin portallary (7.6-njy surat) ulanmak maksadalaýykdyr.

Portal II şekilli gurnama bolmak bilen, iki sany direg sütünlerinden (1) we olary birleşdirýän rigelden (3) düzülendir. Rigel we sütünler aýratyn ýygnaýan böleklerden ybarat bolup, kebşirlenen gurnamany emele getirýärler. Rigeliň sütünler bilen birleşdirilýän yerleri polat listler bilen güýçlendirilip, olarda ýörite oklarda polipastlar (2) asylyar. Portalyň işçi ýagdaýyny alty sany want (5) üpjün edýär. Käbir ýagdaýlarda portalyň ýapgyt ýagdaýynda enjamy göçürmek has amatly bolýar.

Portalyň sütünleri kese okda oturdylan direg başmaklary (6) bilen birleşdirilýär. Portallar bilen ýüki kese we dik ýagdaýynda hem geçirip bolýar. Portallaryň ýük göterijiligi 100÷500 tonna, göterýän enjamlarynyň beýikligi bolsa, 100 m-e çenli bolup bilýändir.

Enjamlary gurnamak işlerinde elektrik hereketlendirijili, polat tanaply ýük göterijiler (lebýodkalar) hem ulanylýar. Olar kebşirlenen ramalar bilen üpjün edilen bolup, ramalarda baraban, reduktor, elektrik hereketlendiriji, togtadyjy we işe goýberiji gurluşlar oturdylyar. Elektrik lebýodkalaryň ýük galdyryjylygy 0,5 ÷ 12,5 tonna, polat tanapynyň uzynlygy bolsa, 70÷800 m-e çenli bolup bilýändir.



7.7-nji surat. Gurnama göterijileriň domkrataryň görnüşleri:

a – gidrawlik domkrat; b – burumly; ç – reýkaly

Massasy 5 tonna çenli bolan ýükleri uly bolmadyk beýikliklere (12÷18 m-e çenli) götermek we kese ugur boýunça süýşürmek, şeýle-de gurnama işlerinde ýük göteriji mehanizmleriň wintlerini dartmak (çekmek) üçin tallar ulanylýar. Tallar esasan, jaýlaryň içinde oturdylan sorujylaryň, kompressorlaryň we beýleki enjamlaryň şeýle-de turbageçirijileriň böleklerini gurnamakda örän giňden ulanylýar.

Gurnama (montaž) we takelaž işlerini mehanizasiýalaşdyrmak, şeýle-de enjamy uly bolmadyk beýiklige galdyrmak we ony duran ýagdaýynda aýlamak üçin dürli görnüşdäki göterijiler (7.7-nji surat) ulanylýar.

7.2.1. Tehnologik enjamlaryň esasy kysymalarynyň gurnalyşy we usullary

Galdyrylýan enjamy giňişlik boýunça süýşürmegiň aýratynlygyna baglylykda, gurnamaklygyň (montaž edmegiň) esasy indiki usullary bolýar:

- a) enjamy ýerden galdyryp ýa-da galdyrman typdyrmak usuly;
- b) şarniriň daşyndan aýlamak usuly;
- ç) labyrsyz (ýakorsyz) usullar.

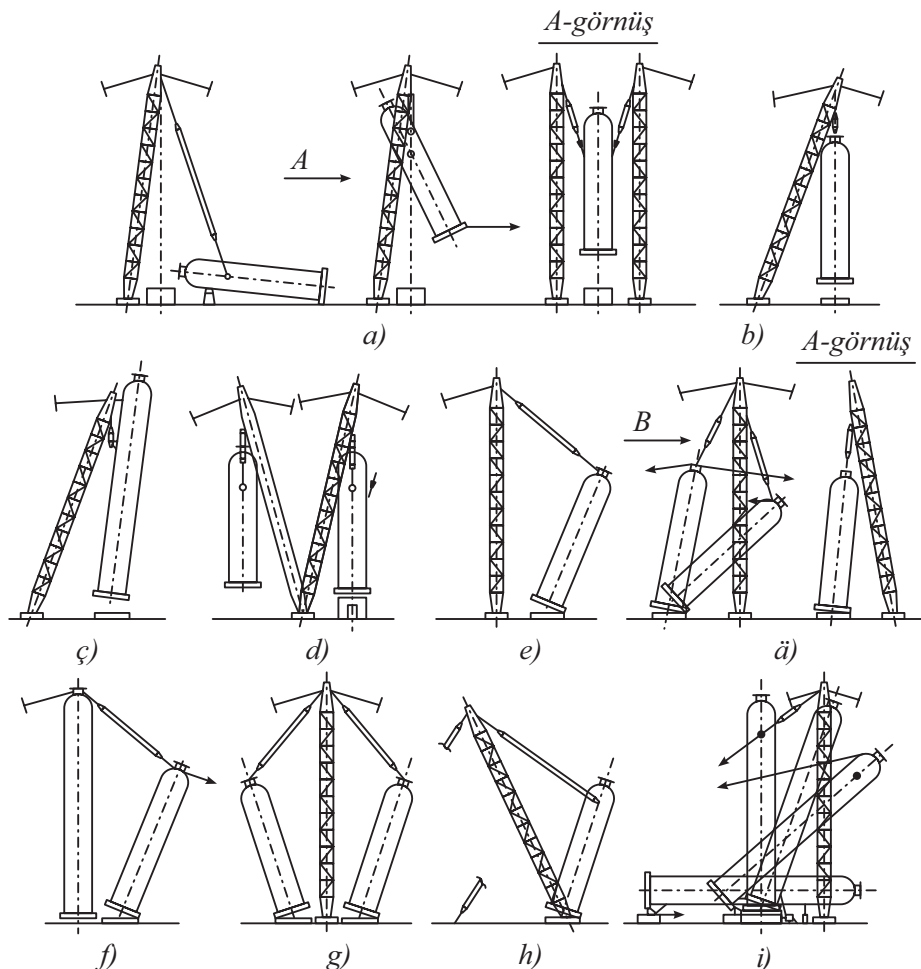
Labyrsyz usullar şarniriň daşyndan aýlamak usulynyň bir görnüşi bolup, oňa şular degişlidir:

- a) özi düzülýän şewr ýa-da portal bilen gurnamak usuly;
- b) ramaly diregi demir ýollaryň üstünden typdyryp iteklemek usuly;
- ç) gidrawlik göteriji bilen iteklemek usuly.

Dik oturdylýan silindr görnüşli enjamlary gurnamak. Silindr görnüşli enjamlaryň massasy we ölçegleri uly bolmadyk ýagdaýlarynda gurnamak üçin özi ýöreyän okly kranlar ulanylýar. Kranlaryň artykmaçlyk taraplary – ykjamlygy, amatly dolandyryjylygy, ýokary öndürilijiligi, enjamy görtermekligiň ýönekeýligi we olarda taýýarlyk işleriniň ýoklugydyr. Ýöne olaryň yük göterijilik we ýokary beýikliklere galdyrylyp bilijilik ukybynyň pesligi sebäpli, ulanylyşy çäklendirilen bolýar. Şu sebäplerden, agyr we beýik enjamlary gurnamak üçin maçta görnüşli göterijiler ulanylýar, ýagny maçtalar, portallar we şewrler. Maçtalaryň artykmaçlyk taraplary: kranlara garanynda bahalarynyň arzanlygy, enjamlary beýik binalarda (fundamentlerde) oturdyp boljak mümkinçiligi, islendik şertlerde ulanyp boljak mümkinçiligi we galdyrmak ýagdaýynyň ýönekeýligi bolup durýandyr. Bulardan başga-da, maçtalary ýygnamak üçin gerekli mehanizmleriň we enjamlaryň, gurnama işlerini geçirýän islendik kärhanada giňden ulanylýandygy, maçtalaryň artykmaçlygyny görkezýär. Ýöne maçtalaryň düýpli ýetmezçilikleri bar, olara takelaž işleri üçin gerekli enjamlarynyň sanynyň we maçtany işe taýýarlamak üçin geçirilýän işleriň köplügi, şeýle-de gurnama işleriniň uzak dowamlylygy degişlidir.

Enjamlary gurnamagyň usullary. Enjamy ýerden göterip, iki sany ýapgyt maçtalaryň kömegi bilen gurnamak (7.8-nji a surat) usulynda, enjamy esaslyga oturtmazdan ozal, enjamy esaslygyň önünde görterilen ýagdaýynda esaslyga dogry oturar ýaly edip ýerleşdirilýär. Esaslygyň iki tarapyndan galdyrylmaga taýýarlan enjama tarap ýapgytlyk burç bilen iki sany maçtany gurnaýarlar. Bu ýagdaý-

da polispastyň ildirgiçleri enjamyň gurnama (montaž) ştuserinden alynýar hem-de enjam göterilen ýagdaýynda, dikligi boýunça $10\div 15^\circ$ ýapgytlykdan geçmezligini hasaba almalydyr.



7.8-nji surat. Maçtalar bien enjamlary gurnamagyň shemalary:

a – typdyrmak usuly; b – enjamyň depesinden tutup galdyrmak usuly; ç – enjamyň gabarasyndan tutup galdyrmak usuly; d – bir ýa-da iki sany hallan atýan maçtalar bilen galdyrmak usuly; e – h – şarniriň daşyndan aýlamak usullary; i – enjamy ýerden galdyрман, typdyrmak usuly

Takelaž esbaplarynyň ygtybarlylygyny we mehanizmleriň guratlygyny barlap, enjamy galdyrmaga başlamaly. Ýasalan enjam leýodkalaryň kömegi bilen galdyrylyp başlanýar. Bu ýagdaýda enjamyň direlýän bölegi öňürti ýasalan teležkanyň ýa-da üsti tekiz metal bilen typýar. Enjam ýerden göterilenden soň, biraz ýokary galdyrylyp, esaslyga haýaljak goýberilýär. Soňra enjamyň dikligi barlanylýar we boltlary çekdirilýär.

Bu usuldan başga-da, bir maçtanyň kömegi bilen enjamyň ýokarsyndan tutup galdyrmak (7.8-nji b surat), enjamyň gabarasyndan tutup galdyrmak (7.8-nji ç surat), bir ýa-da iki sany hallan atýan maçtalar bilen galdyrmak (7.8-nji d surat), şarniriň daşyndan aýlamak (7.8-nji e, g, ž, z, k suratlar), enjamy ýerden galdyrman typdyrmak (7.8-nji m surat) usullary hem ulanylýar.

Käbir ýagdaýlarda, birnäçe sebäplere görä, enjamy gurnamazdan oň ony gurnaljak ýerine ýakyn ýerleşdirip bolmaýar. Bu ýagdaýda enjamy süýşirmeli (çekmeli) bolýar, bu bolsa öz gezeginde maçta we wantlara agram salýar. Şonuň üçin hem bir ýa-da iki sany hallan atýan maçtalar bilen galdyrmak usulyňy ulanmak maksadalaýykdyr (7.8-nji d surat).

Bu usulda ilki bilen maçtalary ýerde ýatan enjama tarap gysartmaly we polispastlaryň kömegi bilen enjamy ýerden galdyrmaly, soňra wantlar bilen sazlanan maçtalar ýerden galdyrylan enjam bilen birlikde dik ýagdaýa geçirilýür, ondan soňra bolsa esaslyga tarap gysardylýar. Bu usulyň ýanaşyk oturtmaly enjamlary gurnamakda ykdysady netijeliligi ýokarydyr, sebäbi maçtany ýerinden göçürmüniň geregi bolmaýar, bu bolsa zähmet çykdaýjylaryny we gurnamanyň dowamlylygyny azaldýar.

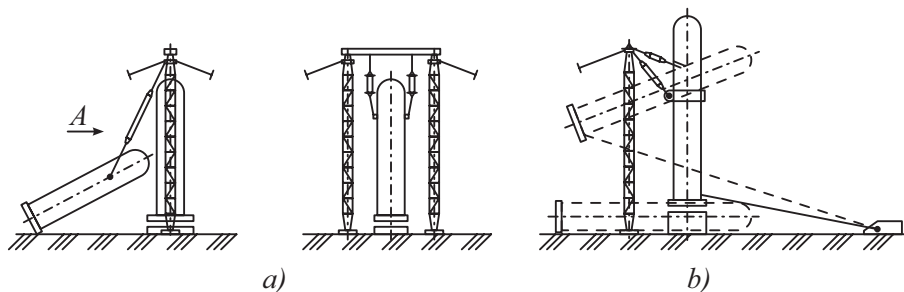
Şarniriň daşyndan aýlamak usulynda ilki bilen enjamyň düýp tarapy esaslyga oturdylyar we şarnir bilen birleşdirilip berkidilýär. Soňra bir ýa-da iki maçtanyň kömegi bilen galdyrylyp, (7.8-nji e, g, ž, z, k suratlar) esaslyga oturdylyar.

7.8-nji k suratda «ýykylyan» maçta bilen gurnamak usuly görkezilendir. Bu usulda ilki bilen maçtany enjamyň düýp tarapy bilen birikdirilýär, soňra maçtany dik ýagdaýda goýup ýa-da uly bolmadyk ýapgytlyk burçy bilen enjamyň ýokarky bölegine tarap gysardylýar. Ondan soň, maçtanyň ýokarsyny enjamyň ýokarky tarapy we dartyjy (çekiji) mehanizm bilen birikdirýärler (galdyrylýan wagtynda bu tanapyň uzynlygy hemişelik galmalydyr). Tanap çekdirilip başlananda, maçta bir gapdala ýaplanyp, özi bilen enjamy çekýär, haçan-da maçta kese ýagdaýa geçende, ýagny maçta «ýykylanda» galdyrylýan enjam esaslyga dik ýagdaýa geçýär. Enjam ýerinde oturdylandan soň, ol esaslyga nurbat bilen berkidilýär. Enjamyň massasy uly bolanda, enjamy A harp şekilli «ýykylyan» şewr bilen gurnamak has amatlydyr.

Bu usullarda has ýönekeý we taýýarlyk işleriniň az sarp edilýäni, typdyrmak usulydyr. Şarniriň daşyndan aýlamak usulyňyň artykmaçlyk taraplary: aýratyn duran agyr enjamy pes esaslyklara oturtmakdyr. Ýetmezçilik taraplary: taýýarlyk we kömekçi işleriniň çykdaýjylarynyň ýokarylygy, oturdylyjak esaslygynyň beýikliginiň 2 metrden beýik bolmazlygydyr.

Enjamlary portalyň kömegi bilen götermek we gurnamak. Portallar maçtalara garanynda uly, agyr ýük göterijiligi bilen tapawutlanýarlar. Portallar bilen gurnamaklygyň aýratynlyklary, gurnalýan enjamy portalyň tekizliginde gurnamak mümkinçiligi we takelaž esbaplarynyň az mukdarda ulanylmagydyr. Şeýle-de, köp sanly

enjamlary bir hatarda oturtmak bolup durýandyr. Portallar bilen gurnamakda typdyrma (7.9-njy a surat), şarniriň daşyndan aýlamak usullaryny ulanmak mümkinçiligi ulydyr.



7.9-njy surat. Portal bien enjamlary gurnamagyň shemalary:

a – typdyrmak usuly; b – şarniriň daşyndan aýlamak usuly

Portalyň esasy ýetmezçiliklerinden biri hem, gurnaljak enjamyň beýikliginiň portalyň beýikliginden beýik bolmazlygydyr. Ýöne bu ýetmezçiligi 7.9-njy b suratdaky shemany ulanmak bilen sazlap bolýar. Bu ýagdaýda portalyň beýikligi enjamyň beýikliginiň $0.55 \div 0.65$ -ni düzýär. Enjamy polat tanap bilen baglamak, onuň oky boýunça alynman, eýsem tanap üçin niýetlenen konsoldan alynmalydyr. *Konsol* – bu enjamyň gapdalynda ýerleşdirilip, bandažlaryň kömegi bilen gabarada berkidilýär. Konsol, haçan-da enjam dik tekizlikde aýlanylan ýagdaýynda, portalyň tutýan giňişliginden enjamyň çykarylmagyny üpjün edýän esbap bolup hyzmat edýär.

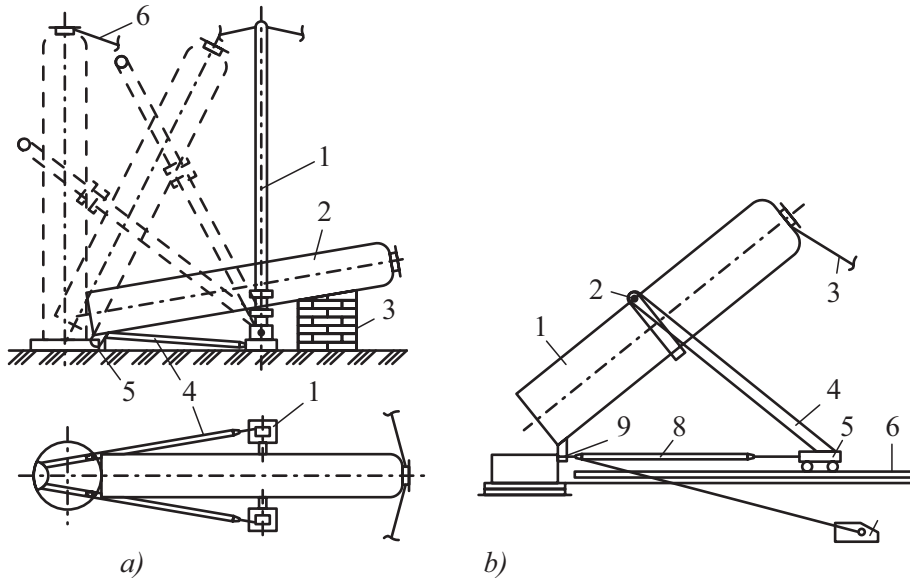
Ilki bilen enjamy agramlyk merkeziniň beýikliginden biraz beýiklige çenli galdyrmaly (7.9-njy b surat). Soňra enjamy aşaky böleginden çekip, polat tanaplaryň kömegi bilen dik tekizlikde aýlamaly we portalyň tekizliginden çykarmaly.

Konsolyň uzynlygyny portalyň rigeli bilen enjamyň gabarasy aýlanan wagtynda biri-birine galtaşmaz ýaly alynýar. Enjam esasyga haýaljak goýbermek we çekdirmek arkaly oturdylýar. Gurnamanyň bu usuly, portalyň diregleriniň fundamente otnositellikde takyk oturdylmagyny talap edýär, eger-de şeýle takyk talap bolmasa, onda enjamy anker nurbatlaryna oturtmak kynçylygy döreýär.

Enjamy iteklemek usullary bilen gurnamak. Soňky wagtlar dik, sütün görnüşli enjamlary gurnamakda gidrawlik ýük göteriji mehanizmler örän üstünlikli ulanylýar. Gurnamagyň bu usulyna itekläp gurnamak usuly hem diýilýär (7.10-njy a surat). Ilki bilen enjamyň (2) aşaky bölegini kranyň kömegi bilen şarnirli diregiň (5) üstünde goýup, ýokarky bölegini bolsa wagtlaýyn diregiň (3) (şpallar, beton bölekleri, demir gurnamalar we ş. m) üstünde goýýarlar. Enjamyň iki tarapyndan gidro göterijiniň (1) sütünleri goýulýar we tanaplar bilen çekdirilýär. Sütünleriň diregleri bolsa çekdirijiler (4) bilen birleşdirilýär.

Gurnama işleri ýerine ýetirilende, ilki bilen galdyryjy gurluşlar süýşüp başlaýar we enjam şarniriň daşyndan aýlanýar. Munuň bilen birlikde, şarnirli diregle-

riň daşyndan gidrogaldyryjynyň sütünlere hem aýlanýar. Haçan-da, enjamyň deňagramlylygy durnuksyz ýagdaýa ýetende, enjamyň hereketi tanap (6) bilen togtadylýar.



7.10-njy surat. Enjamy ýörite galdyryjy mehanizmler bilen gurnamanyň usullary:

- a – gidrogaldyryjy bilen galdyrmak: 1 – gidrogöterişi; 2 – göterilýän enjam; 3 – wagtlaýyn direg; 4 – çekdirijiler; 5 – şarnirli direg; 6 – tanap. b – ramaly diregler bilen galdyrmak: 1 – enjam; 2 – sapfa; 3 – want; 4 – ramaly direg; 5 – şarnirli tirkegi; 6 – relsli ýol; 7 – lebyodka; 8 – polispast; 9 – şarnirli direg*

Gidrogaldyryjy bilen gurnamak usulyndan başga-da, ramaly diregler bilen galdyrmak usuly ulanylýar (7.10-njy b surat). Bu usulda enjamyň (1) aşaky bölegini kranyň kömegi bilen şarnirli diregiň (9) üstüne goýup, ýokarky bölegini bolsa wagtlaýyn diregiň üstüne goýýarlar. Beýle bolmagynyň sebäbi, galdyrmanyň ilkinji pursatynda enjamyň elementlerine düşýän agramyň azalmagy üpjün edilýär. Enjamyň massasynyň merkeziniň ýokarsynda ýörite aýlanýan sapfany (2) kebşirläp birleşdirýärler. Soňra sapfany şarnir görnüşinde ramaly direge (4) berkidýärler. Ramaly direg enjamyň gapdal durnuklylygyny gowy üpjün edýär. Ramaly diregiň aşaky böleginde ýörite şarnirli tirkegi (5) ýerleşdirýärler. Tirkegi öz gezeginde galdyрма prosesinde demir ýol bilen (6) hereket edýär. Ramaly direg iki sany polispastlaryň (8) kömegi bilen herekete getirilýär. Polispast öz gezeginde aýlanýan şarnir (9) bilen tirkegi (5) birleşdirmek üçin niýetlenilýär. Polpispastyň tanaplary bolsa lebyodkanyň (7) barabanlaryna berkidilýär. Lebyodka işe goýberilende, diregiň (4) aşaky uçlary relsliň (6) üstünden typyp, özi bilen birlikde enjamy şarniriň daşyndan aýlap başlaýar. Enjamy doly esaslyga oturtmak üçin togtadyjy polat tanap ulanylýar. Enjam galdyrylan wagtynda, esasan, ramaly direg süýşýär. Ol diregiň

ugurdaşlygyna uly üns berilmelidir. Sebäbi ugurdaş hereket bolmadyk ýagdaýynda, aýlanýan şarnire artykmaç güýçler täsir edýär.

Enjam gurnalandan soň, hökmany synagdan geçirilmelidir, ýagny enjam berklige hem-de guratlyga, boş we ýükli ýagdaýda barlanyp görülmelidir. Doly derejede ýygnalyp gurnalmaga getirilen enjamlar berklige we dykzlyga taýýarlaýan zawod tarapyndan synagdan geçirilýändir. Synagdan geçip gelen enjamlar diňe şu ýagdaýlarda gaýtadan synag edilýär:

- a) saklanma möhleti geçen ýagdaýynda;
- b) gurnalmaly ýerine geçirilende zeper ýeten ýagdaýynda.

Eger-de enjam aýratyn bloklar ýa-da aýratyn şaýlar bilen goýberilýän bolsa, onda enjamyň elementleri ýygnalyp, kebşirlenenden soň synag edilýär. Eger-de enjam goraýjy örtük bilen ýa-da örtüji material bilen örtülmeli bolsa, onda goraýjy örtük ýa-da örtüji material örtülmezden oň synag edilmelidir.

7.3. Enjamlary suw bilen synag etmekligiň şertleri

Enjamlarda suw bilen synag geçirilende, suwuň temperaturasy 5°C -den pes we 40°C -den ýokary bolmaly däl. Suwuň we daşky gurşawyň temperaturalarynyň aratapawudy $\Delta t \leq 5^{\circ}\text{C}$ -den geçmeli däl. Eger-de dik enjamlar kese ýagdaýda synag edilýän bolsa, onda synag basyşyna gidrostatik basyş hem goşulýar.

Synag basyşynyň wagty enjamyň diwarynyň galyňlygyna bagly bolýar:

- a) $S \leq 50 \text{ mm} \rightarrow t = 10 \text{ minut}$;
- b) $S \geq 50 \div 100 \text{ mm} \rightarrow t = 20 \text{ minut}$;
- ç) $S > 100 \text{ mm} \rightarrow t = 30 \text{ minut}$.

d) Guýmalar we köp gatlakly enjamlar üçin diwarynyň galyňlygyna dahylsyz $t = 60 \text{ minut}$ bolmalydyr.

Bu ýerde: S – enjamyň diwarynyň galyňlygy; t – synag basyşynyň saklanylmaly wagty.

Görkezilen wagt geçenden soň, synag basyşy haýaljakdan işçi basyşa düşürilýär we enjamdaky hemme sökülýän we sökülmeýän birleşmeleri çekiç bilen urup, barlap görülýär. Barlag gidip durka, işçi basyş saklanylmalydyr. Ýüze çykan näsazlyklar enjamyň basyşy zyňylandan we içiniň suwy aýyrlandan soň bejerilmelidir. Enjam haçan-da, bellenen wagtyň dowamynda basyş pese düşmese, şeýle hem hiç hili şikes (kebşirlenen birleşmelerde suwuň çykmagy, göze görünýän beýleki şikesler) ýüze çykmasa, onda enjam synagdan geçen diýlip kabul edilýär.

Enjamyň kebşirlenen seplerini daşyndan hek garylýan suw bilen geçip, iç ýüzünden kerosin bilen ölläp barlamaga rugsat berilýär. Kebşirlenen sepleri kerosin bilen barlamanyň wagty indiki tablisada görkezilýär:

Kebşirlenen sepleri kerosin bilen barlamanyň wagty

Kebşirlenen listiň galyňlygy; mm	Sepiň görnüşini boýunça saklamaly wagty; min	
	aşaky	ýokarky
4-e çenli	20	30
4-den 10-a çenli	25	35
10-dan ýokary	30	40

Enjam howa ýa-da inert gazy bilen synag edilende, 24 sagadyň dowamynda synag basyşynyň pese düşmekligi kesgitlenilýär we indiki deňleme bilen hasaplanýlar:

$$\Delta P = \frac{100}{\tau} \left(\frac{1 - P_{ah} \cdot t_{ah}}{P_{baş} \cdot t_{baş}} \right), \quad (7.13)$$

bu ýerde: ΔP – basyşyň 1 sagadyň dowamyndaky peselmeginiň synag döwründäki basyşa bolan gatnaşygy, %; τ – synagyň wagty, sagat; p_b – synagyň başyndaky we ahyryndaky manometrik we barometrik basyşlaryň jemi, MPa; t_b we t_{ah} – synagyň başyndaky we ahyryndaky temperatura, °C.

7.4. Sütün enjamlarynyň bejerilişi we gurnalýşy

Sütün enjamy – bu dik oturdylyan enjam bolup, onuň beýikligi kese kesiginden has uly enjama aýdylýar. Bu enjamlara rektifikasion sütünler, absorberler, adsorberler, desorberler, ekstraktorlar we beýlekiler degişlidir. Bu enjamlaryň gurnalýşy we bejeriliş usuly birmeňzeşdir. Bu enjamlar adaty açyk meýdançada esaslyklarda we metal gurnamalarda gurnalýar. Bu enjamlaryň ulanylyşy gurnamagyň takyklygyna bagly bolup durýar. Esasan hem enjamlaryň içki desgalaryny ýygnamak we gurnamak uly ähmiýetlidir. Enjamy bejergä taýýarlamak we bejergini geçirmek onuň aýratynlyklaryna baglydyr, ýagny onuň beýikligine, agramyna we ýerleşişine baglydyr. Enjamy bejergä taýýarlamak indiki işleri öz içine alýar:

1. enjamyň basyşy 1 atmosfera çenli düşürilýär;
2. enjamyň içindäki önüm aýrylýar;
3. enjamdaky galyndy buglary we gazlary aýyrmak üçin suwly bug bilen ýuwulýar;
4. enjam suw bilen ýuwulýar (bu işler tehnologik wagtda görkezilýär);
5. arassalanan enjam beýleki enjamlardan we kommunikasiýalardan aýrylýar we flanesli birleşmelerinde dykylar (zagluşkalar) bilen baglanýlar.

Sütün enjamlaryny bejermeklik ony açmakdan başlanýar. Açyp başlamgyň şertleri berk berjaý edilmelidir. Ilki bilen enjama howanyň sorulmasy bolup, partlama howply garyndyny emele getirmezligi üçin oňa suwly bug berlip durulýar, soňra iň ýokarky gapdalky gapak açylýar. Soňra bolsa ýokardan aşak zyzgiderlilikde beýleki gapdal gapaklar açylyp başlanylýar. Ýokarky we aşaky gapaklary bir wagtda açmak gadagandyr, şeýle-de ilki aşaky gapagy, soňra bolsa ýokarky gapagy açmaklyk gadagandyr. Sebäbi temperaturalaryň aratapawudynyň täsirinde sütüniň içine güýçli howa akymynyň düşmegi mümkin. Bu bolsa öz gezeginde, partlama howply garyndyny emele getirmegi mümkindir. Gapaklar açylandan soň, sütün howalandyrylýar. Bejergi işlerine sütünden howanyň analizi alnyp, onuň netijesi berlenden soň başlanylmaladyr. Sütündäki uglewodorodlaryň konsentrasiýasy 300 mg/m^3 , kükürtwodorodynyňky bolsa, 10 mg/m^3 geçmeýän bolsa, işe rugsat berilýär. Beýleki maddalaryň rugsat berilýän konsentrasiýasy bolsa, her bir enjam üçin tehnologik wagtda görkezilýändir.

Sütüniň içinde işlenilende, tehniki howpsuzlygyň düzgünleri doly berjaý edilmelidir. Ýagny, içinde işlejek işgär biline ýüpli guşak dakynmaly, ýüpüň beýleki ujy daşyna çykarylyp berkidilmeli. İçinde işleýän işgäriň işine we işgäriň özüne ýörite bellenilen işgär gözegçilik edip durmaladyr. Sütüniň içinde işlemegiň zyzgiderliliği 15 minutdan köp bolmaly däldir. Soňra işgärler ýerlerini çalyşýarlar. Eger-de enjamyň içinde sähelçe partlama howply ýanyjy ýa-da zäherleýiji suwuklyklaryň, buglaryň we gazlaryň alamaty ýüze çyksa, onda alnyp barylýan iş derrew saklanylmaladyr.

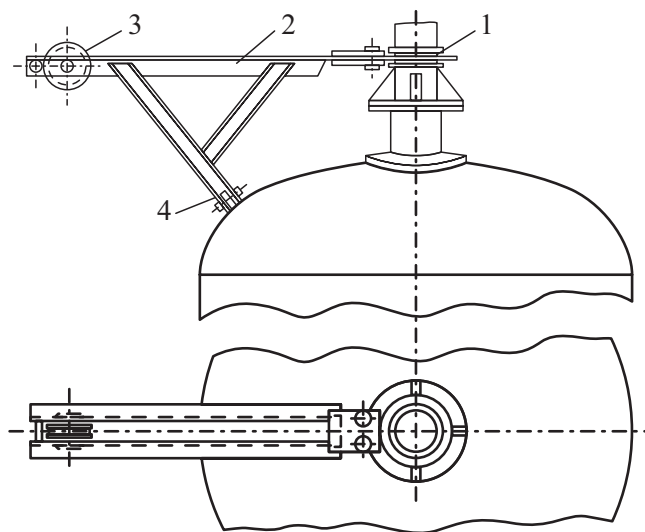
Enjamyň içini ýagtylandyrmak üçin 12 woltdan ýokary bolmadyk naprýaženiýaly lampalar ulanylmaladyr.

Enjamyň esasy jogapkärli bölegi onuň gabarasy bolup durýar. Gabara barlanylanda, gaty üns bilen seredip çykmalý. Zerur bolan ýagdaýynda, gabaranyň içki desgalary sökülüp aýrylmalydyr. Gabaranyň şikeslerini ýüze çykarmak üçin doly gözegçilik geçirilýär, ýagny gabaranyň galyňlygy ölçenilýär, kebşirlenen sepleriň ygtybarlylygy we sökülýän birleşmeler barlanylýar. Şikesli kebşirlenen sepler çapylýp aýrylýar we degişli elektrodlar bilen täzeden geçilýär. Könelen ştuserler we gapaklar durşuna täzelenýär we olar berkidiji halkalar bilen berkidilýär. Täze berkidiji halkalaryň diametrleri öňkülerden has ulurak alynýar. Gabaranyň ortaky bölegi zaýаланан ýagdaýynda, maçtanyň kömegi bilen gabaranyň ýokarky bölegi kesilip aýrylýar. Soňra bolsa ortaky bölek kesilip, şol maçtanyň kömegi bilen ýere goýlup, ýerine täze ýasalan bölek goýulýar we soňra ýokarky bölek täzeden ýerine goýlup kebşirlenilýär. Gabara esasan, poslama we sürtelmäniň täsiri astynda zaýаланан. Sütüni sökmek (demontaž) we ýygnamak (montaž) işleri örän köp wagtly we çylşyrymly işler bolup durýar. Eger-de enjamyň gabarasy dikeldilip bolmajak derejede zaýаланан bolsa, onda gabara täzelenmelidir. Netijede, gabaranyň ygtybarly hyzmat etmegi üçin birnäçe tehniki çäreler göz önünde tutulýar. Sütün enjamlarynda poslamanyň tizligi $\Pi \leq 0.1 \text{ mm/ýyl}$ -dan geçmeli däldir.

Sütünleriň zaýalanmagy diňe bir ulanylyşa täsir etmän, eýsem sütünden çykýan önümiň düzümindäki poslaýjy elementleriň beýleki enjamlara düşüp, olaryň zaýalanmagyna hem eltmeği gaty uly howp bolup durýandyr. Şonuň üçin hem enjamyň içki desgalarynyň bejergisi gaty ýokary hilde geçirilmelidir. Enjamyň içki desgalarynda emele gelýän gaty gatlar gazyjy – arassalaýjynyň we howa bilen işledilýän döwüji çekiçleriň kömegi bilen aýrylýar. Çökündi gatlarlary aýyrmak mydama zyýanly gazlaryň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagyna eltýär. Şonuň üçin hem sütüniň içinde gorajjy enjamy geýip işlemeklik maslahat berilýär. Içki desgalaryň bejergisi köplenç, köne şaýlary düşürmek we täzeleri galdyrmak bilen baglanyşykly bolup durýar. Bu işler mehanizmlaşdirilse, has ýeňil bolýar. Mysal üçin, sütüniň gabarasynyň ýokarky bölegine aýlanýan ýa-da gozganmaýan kran – «ukosinany», ýagny el güýji bilen işledilýän kömekçi krany ýerleşdirmek, düşürmek we galdyrmak işlerini köp derejede ýeňilleşdirýär (7.11-nji surat).

Içki desgalaryň zaýalanma derejesi hereket edýän gollanmalara we kadalara baglylykda kesgitlenilýär. Içki desgalaryň içinde iň köp iş sarp edilýäni üsti gatlar tutan «tarekalary» we serpikdirijileri sökmeklikdir. Ilki bilen olar mehaniki usul arkaly gatan koksdan arassalanýar, sonra bolsa sütüniň içindäki direg balkalaryndan asylyan zynjyrly göteriji mehanizmleriň kömegi bilen her bir element oturdylan ýerinden goparylyp aýrylýar.

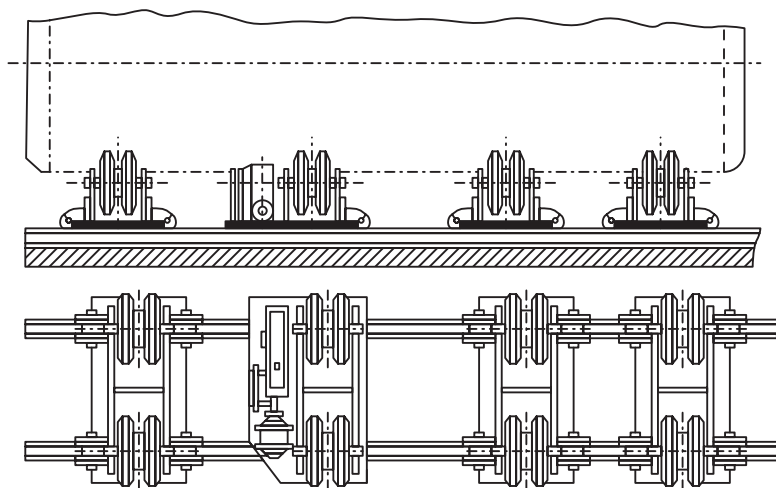
Bu işler üçin polat tanaply lebyódkany ulanmak gadagandyr, sebäbi polat tanapnyň maýyşgaklyk güýjüniň täsiri esasynda ýerinden gopan elementiň güýçli typmagy mümkin we şonuň esasynda bolsa, sütüne şikes ýetmeği ýa-da sütünde işläp duran adamlara zeper ýetmeği mümkündür.



7.11-nji surat. «Kran-ukosinanyň» gabarada ýerleşdirilişi:

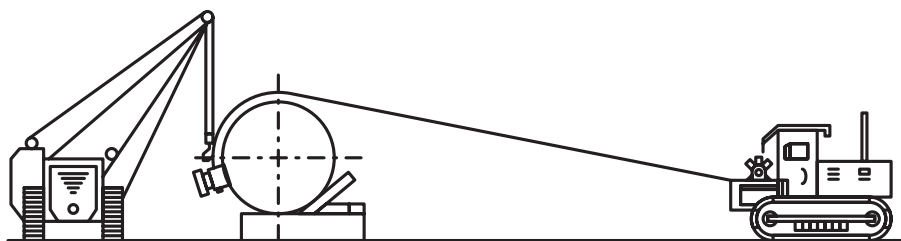
1 – sütün; 2 – kronşteýn; 3 – blok; 4 – tigirçek

Sütün enjamy gurnama (montaž) meýdançasyna doly taýýar görnüşde getirilmelidir. Eger-de, doly ýygñalan enjamy geçirmeklik mümkin bolmasa, onda ony talabalaýyk uly bloklar ýa-da bölek şaýlar görnüşinde oturdylmalydyr. Ähli ýagdaýda taýýarlaýjy zawod enjamy gurnama (montaž) meýdançasyna goýmazdan ozal onuñ barlag ýygñamasyny geçirip görmelidir. Onuñ ýygñama oklaryny we barlag (kontrol) çyzyklaryny belläp goýmalydyr. Gurnama meýdançasyndaky yük göteriji enjamlara baglylykda, enjamyñ ýygñalmagy geçirilýär. Eger-de enjamy doly ýygñalan ýagdaýynda gurnamaklyk mümkin bolsa, onda kese ýagdaýdaka onuñ hemme hyzmat ediş metal gurnama berkidilýär, armaturalary oturdylýar, turbageçirijileri birleşdirilýär we ýylylyk örtügi örtülýär. Bu işleri ýerine ýetirmek üçin sütün birazrak ýokaryk galdyrylyp, direglere (aýaklara) oturdylýar. Galdyrylýan enjamdaky turbageçirijileriñ birleşmeleri we metalgurnamalary gaty jebis birleşdirilen bolmalydyr. Eger-de taslama boýunça beýle berklik üpjün zerur bolmasa, onda wagtlaýyn hamytlar, guşaklar, kronşteýnler göz önünde tutulmalydyr. Bu elementler, enjam ýerine oturdylandan soñ aýrylýar. Düzgün boýunça enjam esaslygyñ üstüne suw bilen synag edilip, synag edilen suw enjamdan aýrylandan soñ galdyrylýar. Belleýşimiz ýaly, sütün enjamlary oturdylmazdan öñ kese ýagdaýda ýygñalýar. Munuñ üçin, enjamyñ bloklary ýörite niýetlenen gurluşlaryñ üstünde, ýagny aýlanýan oklaglaryñ üstünde (7.12-nji surat) ýerleşdirilýär.



7.12-nji surat. Enjamyñ gabarasynyñ aýlanýan oklaglaryñ üstünde kebşirlenip birleşdirilişi

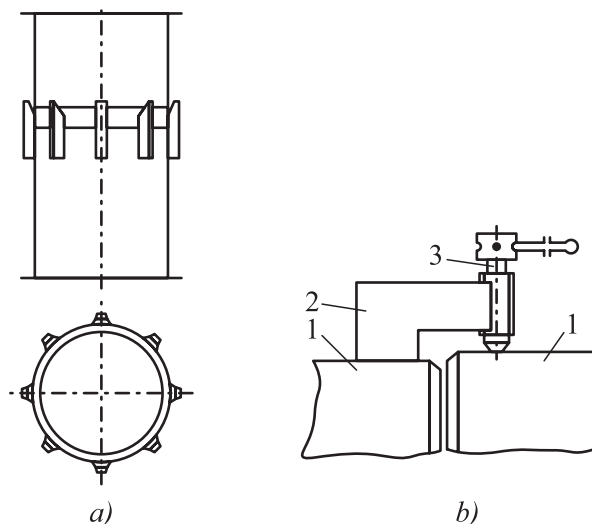
Bu gurluşda diregleriñ aralygy 5 m-den geçmeli däl. Enjamlaryñ seplenýän bölekleri biri-birine tarap traktorlaryñ ýa-da turbalary göterijileriñ kömegi bilen çekilýär (7.13-nji surat).



7.13-nji surat. Enjamyň gabarasynyň traktorlaryň kömegi bilen kebşirlenip birleşdirilişi

Sepleriň perimetr boýunça gabat gelmegi üçin seplenýän bölekleriň birine se-kiz ýa-da ondan köpräk ugrukdyryjy sütünler kebşirlenilýär (7.14-nji surat).

Sepler kebşirlenip berkidilenden soň, sütünler kesilip aýrylýar. Birleşdirilýän nokatyň ölçegleriniň gysarmasy rugsat berilýän kadanyň çäginde geçmeli däl-dir, ýagny halkalaýyn sepleriň gysarmalarynyň süýşmesi enjamyň listiniň galyňlygynyň 10%-den geçmeli däl-dir.



7.14-nji surat. Gabaranyň birleşdirilişi:

1 – silindr (korpus); 2 – burçluk; 3 – gysgyç

Sepleri süýşürmeklik wintli gysgyjyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Kebşir-lenmeli sepleriň ýslary gabaranyň listiniň galyňlygyna garamazdan, 2÷4 mm çäkde bolmalydyr. Sepler ilki bilen kiçi diametrli elektrod bilen sepiň «köki» kebşirle-nilýär, soňra onuň üsti uly diametrli elektrod bilen doldurylýar. Kebşirleme işleri geçirilenden soň, ýygnaýan enjamyň hemme ölçegleri barlanylmalýdyr we aşakda-ky talaplar berjaý edilmelidir: uzunlygynyň gysarmasy taslamadan 0,3%, silindriň 1 m böleginiň egrimi 2 mm, beýikligi 10 m-den beýik enjamlaryňky 3 mm-den geçmeli däl-dir.

Sepleriň perimetr boýunça gabat gelmegi üçin seplenýän bölekleriň birine se-kiz ýa-da ondan köpräk ugrukdyryjy plankalar kebşirlenilýär (7.14-nji a surat).

Sepler kebşirlenilende, gabara kebşirlenen burumly gysgyç (7.14-nji b surat) hem giňden ulanylýar. Birleşdirilýän nokatlaryň ölçegleriniň gýşarmasy rugsat berilýän kadanyň çäginden geçmeli däldir, ýagny halkalaýyn sepleriň gýralary-nyň süýşmesi enjamyň listiniň galyňlygynyň 10%-inden geçmeli däldir (listiň galyňlygy 20 mm çenli bolmaly). Galyňlygy 20 mm-den geçýän listlerde 15% bolmalydyr.

Sütün enjamlarynda «tarelkalary» ýygnamak we gurnamak çylşyrymly işleriň biri bolup durýar. «Tarelkalaryň» gurnamasy olaryň gurnamalaryna we tehnologik niýetlenişine bagly bolup durýar. Olary kese we dik ýagdaýlarda ýygnamak bolýar. Kese ýagdaýda ýygnamak, gurnama işlerini azaldýar, ýöne enjamy galdyrmak üçin, ýük göterijiligi uly mehanizmler gerek bolýar. Enjamyň kese ýagdaýynda «tarel-kalar» dik (wertikal) goýlup, olaryň oturyşy enjamyň diwarynyň iç ýüzünde belle-nilen bellikler boýunça barlanylýar.

Dik oturdylýan enjamda bolsa «tarelkalaryň» oturyşy «dereje görkezijileriň» kömegi bilen ýa-da «tarelkanyň» üstüne suw guýup barlap görülmelidir. «Tarelka-lary» gurnamak aşakdan ýokarylygyna alnyp gidilýär. Bu usul işleýän adama köp ýeňillikler döredýär. Kiçi diametrdäki enjamlar bölek-bölek silindrlerden ýygnalyp, nurbatlar arkaly sepleşdirilýär. Silindrleriň ölçegleri olaryň içinde oturdyljak des-galary açyk tarapyndan ýerleşdirer ýaly bolmalydyr.

Bejergi işleri geçirilende, bölek-bölek silindrlerden ýygnalan sütünler doly sökülýär. Bu sütünler ýygnalanda, esasy jogapkärli işler silindrleriň arasynda otur-dyljak dykzlandyryjylary ýerleşdirmekden we olary nurbat bilen çekdirmekden ybaratdyr. Sebäbi, dykzlandyryjylaryň deň derejede oturmagy we çekdirilmegi birleşmäniň jebisligine, sütüniň dik okuna we «tarelkanyň» keseligine uly täsir edýändir. Içki desgalar sütüniň enjamlarynda mümkin boldugyça, gurnalmanka ýygnalmalydyr.

Täze gurnalýan sütünler, şeýle-de bejergiden çykan gabaralar synagdan geçiril-ýär. Synag edilmeli basyş işçi basyşa baglylykda, enjamyň pasportynda ýa-da teh-nologik kartada görkezilýär. Synag etmekligiň has giňden ýaýran usuly suw bilen synag etmektir. Enjamyň iň ýokarky nokadyndaky howa çykaryjy armatura açylyp goýulýar we ondan suw çykyp başlamagy, enjamyň suwdan dolandygyny aňladýar. Soňra howa çykaryjy beklenilýär we sütündäki basyşy haýaljakdan galdyrylýar. Berilýän basyş synag basyşyna ýetýänçä galdyrylmalydyr. Bu basyşda enjamy 5 minutlap saklamaly, soňra ony işçi basyşa çenli düşürüp, gabarasyny barlagdan geçirmelidir. Barlag edilende, kebşirlenen sepler agramy 0,5÷1,5 kg çekiç bilen kakşydyryp görülýär. Eger-de, sütün enjamy gaty beýik bolup, suw bilen doldu-rylanda, esaslyga agram salmak howpy bar bolsa, onda rugsat bilen we tehniki gözegçiligiň işgäriniň gözegçilik etmeginde sütün howa ýa-da inert gazy bilen sy-

nag edilýär. Ondan başga-da, suw bilen doldurylanda, suwuň bolmagy tehnologik prosesde hadysa eltjek bolsa, onda howa ýa-da inert gazy ulanylýar. Ýöne howa bilen synag edilende, aýratyn howpsuzlyk düzgünleri göz önünde tutulmalydyr. Sebäbi enjamyň içindeki galyndy gazlaryň howa bilen birleşip, partlama howply garyndyny emele getirmegi mümkindir. Howa bilen doldurylan enjamy çekiç bilen kakmaly däl, ony diňe howa doldurylmanka kakyp görmelidir. Basyş galdyrylyp durlan wagty hem enjamyň ýakynynda durmak gadagandyr. Kebşirlenen sepleri kerosin bilen iç ýüzünden 20÷40 minut ýaglanyp, beýleki hek bilen bellenen ýüzünden tegmil çykýanyny ýa-da çykmaýanyny barlap görmelidir. Synag geçen enjam delilnama bilen ulanylyşa tabşyrylmalydyr.

7.5. Bejergi işlerini geçirýän gullugyň gurluşy

Häzirki döwrüň himiýa we nebit-himiýasy zawodlary çylşyrymly tehnologik gurluşlaryň toplumyndan ybaratdyr we olar gurnamasy we niýetlenişi boýunça dürli görnüşli maşynlary we enjamlary, transport serişdelerini şeýle-de awtomatik sazlamagyň we gözegçiligiň serişdelerini öz içine alýandyr. Zawodlaryň düzümine kärhananyň iş ýagdaýyny üpjün edýän sehler we bölümler hem girýändir. Olara mehaniki bejiriş, transport sehleri, energobölümler, bejiriş we beýleki kömekçi gulluklar degişlidir.

Islendik enjamyň ygtybarly işlemegi, onuň dogry ulanylyşyna we öz wagtynda hem-de bejerginiň hiline baglydyr. Şonuň üçin hem islendik kärhananyň talabalaýyk işlemeginiň köp derejede bejiriş gullugyna baglydygy şübhesizdir.

Önümçilik kärhanasyny ulanylyşa tabşyrylmazdan ozal, ilki bilen gurluşyk-gurnama işleri ýerine ýetirilmelidir. İşleriň gurluşyk bölümi ýöriteleşdirilen gurluşyk guramalary ýa-da sehleri tarapyndan üç tapgyrda ýerine ýetirilýändir:

1. enjamy gurnamakdan ozal ýerine ýetirilýän işler (gurluşyk meýdançasynyň dik we kese planlaşdyrylyşy we beýlekiler);
2. enjamy gurnamak bilen bilelikde alynyp gidilýän işler (jaýlaryň we desgalaryň gurluşygy, içki işler we beýlekiler);
3. esasy gurnama işlerinden soň geçirilmeli işler (meýdançany abadanlaşdyrmak işleri).

Enjamy gurnamak, bu maşyny ýa-da enjamy işçi ýagdaýa getirmek üçin ýerine ýetirilýän işleriň toplumydyr. Munuň üçin gurnama edilýän enjam doly derejede ýyg-nalyp, turbageçirijiler bilen birleşdirilip, bitewi tehnologik ulgama oturdylmalydyr.

Tehnologik prosesiň mehaniki we göteriji-transport enjamlarynyň, desgalaryň we jaýlaryň esasy bejiriş gullugy, kärhananyň baş mehaniginiň jogapkärçiliginde bolýandyr. Onuň funksiýasyna maksatnama boýunça duýduruş bejerginiň ulgamy bilen baglanyşykly ähli meseleleri çözmek, enjamy kämilleşdirmek we bejergi işlerini öz wagtynda, ýokary hilde gurnamak degişlidir. Baş mehanik gönümel kär-

hananyň baş inženerine boýun bolýar we bejerginiň geçirilmeli möhleti, ulanylyşyň soraglary, şeýle-de esasy enjamyň kämilleşdirilişi bilen baglanyşykly soraglar ylaşylýar.

Baş mehanigiň garamagynda kärhananyň merkezi bejeriş bazasy durýandyr. Bejeriş bazalar ýa-da tehnologik we kömekçi sehleriň bölümleri sehiň başlygynyň garamagynda bolmak bilen, tehniki tarapdan baş mehanigiň bölüminiň garamagynda durýandyrlar. Enjamyň ulanylyşy, bejergisi, hasaba almak we hasabat bermek baradaky baş mehanigiň bölüminiň görkezmeleri kärhananyň ähli sehleri we bölümleri tarapyndan hökmany ýerine ýetirilmelidir.

Bejergi gullugynyň gurluşy we bejeriş bölümleriniň düzümi kärhananyň ýolbaşçylary tarapyndan aşakdakylara baglylykda kesgitlenilýändir:

- a) bejergi işleriň göwrümine we häsiýetine;
- b) önümçilik birleşiginiň işiniň göwrümine we gurluşyna;
- ç) bejeriş işlerine ýöriteleşdirilen guramanyň tehnika we ulag serişdeleri bilen üpjünçiligine baglydyr.

Gurluşyk we ýörite geçirilmeli işler (futerowka, ýylylyk örtük) bejeriş-gurluşyk we ýöriteleşdirilen sehler ýa-da bölümler tarapyndan ýerine ýetirilýändir. Iri kärhanalarda esasy fondlaryň ulanylyşyna we ýagdaýyna gözegçilik etmek üçin kärhananyň baş mehaniginiň garamagynda tehniki gözegçilik bölümi bolýar. Bu bölüm inžener-tehniki işgärlerden ybarat bolmak bilen, enjamlaryň, turbageçirijileriň, desgalaryň we jaýlaryň görnüşleri boýunça ugrukdyrylandyr. Bu bölüm tarapyndan zygider, planlaşdyrylan gözegçilikleri geçirmek, tehniki şahadatnama laşdyrmak we hereket edýän enjamy synagdan geçirmek, şeýle-de tehniki şertlere baglylykda, bejeriş işleriniň geçirilişiniň dogrulygyny we dolulygyny barlamak amala aşyrylýandyr. Gözegçiligiň ýokary derejede geçirilmegi, gözegçi-ölçýji abzallaryň gowy ýagtylandyryşy we ýöriteleşdirilen barlag tejribehanalaryň kömegi bilen üpjün edilýändir.

PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. I tom. – Aşgabat, 2008.
2. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanda saglygy goraýşy ösdürmegiň ylmy esaslary. – Aşgabat, 2009.
3. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Döwlet adam üçindir. – Aşgabat, 2009.
4. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. II tom. – Aşgabat, 2009.
5. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. III tom. – Aşgabat, 2010.
6. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. I tom. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy. – Aşgabat, 2010.
7. *Gubanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. II tom. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy. – Aşgabat, 2010.
8. *Atamanow J.* Türkmenistanyň himiýa senagaty we onuň ösüşi. – Aşgabat, 2000.
9. «Türkmenhimiýa» döwlet konserni. Galkynyşlar hem özgerişler ýolunda. Türkmenabatdaky S. A. Nyýazow adyndaky himiýa zawody. – Türkmenabat, 2010.
10. Garabogazyň bahasyz baýlyklary. – Aşgabat, // Diýar, 2014.
11. Galkynan sebitiň täze keşbi. – Aşgabat / Türkmen gündogary, №18, 2011.
12. *Поникаров И. И., Гайнуллин М. Г.* Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. – М.: Альфа, 2006, стр. 608.
13. *Семакина О.К.* Машины и аппараты химических производств. Часть I. Учебное пособие /Томский политехнический университет. – Томск, 2003, стр. 118.
14. *Семакина О.К.* Машины и аппараты химических производств. Часть II. Учебное пособие /Томский политехнический университет. – Томск, 2012. стр. 126.
15. *Фармазов С. А.* Ремонт и монтаж оборудования химических нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Химия, 1988, стр. 302.
16. *Калекин В. С., Плотников В. А.* Машины и аппараты химических производств. – Омск.: 2004, стр. 344.
17. *Михалев М. Ф.* Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1984, стр. 304.
18. *Голубятников В. А., Шувалов В. В.* Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М.: Химия, 1985, стр. 352.
19. *Ишлинский А. Ю.* Новый политехнический словарь: – М.: Научное издательство «Большая Российская Энциклопедия». 2000, стр. 872.
20. *Рахмилевич З. З., Радзин И. М., Фармазов С. А.* Справочник механика химических нефтехимических производств. – М.: Химия, 1985, стр. 872.

MAZMUNY

Giriş	7
-----------------	---

I BÖLÜM

TEHNOLOGIK PROSESLER WE ENJAMLAR DERSINIŇ NIÝETLENIŞI. UMUMY MAGLUMAT

1.1. Tehnologik prosesleri we enjamlary öwrenmegiň fizikanyň esasy kanunlary bilen baglanyşygy.	11
1.2. Enjamlary hasaplamagyň umumy usullary	12
1.3. Ölçeğleriň ulgamlary	27

II BÖLÜM

MEHANIKI PROSESLER WE enjamlar. GATY MATERIALLARY GÖÇÜRMEK WE MAÝDALAMAK

2.1. Gaty materiallar barada maglumat	29
2.2. Türkmenistanyň gazylyp alynýan dag-magdan baýlyklary we olaryň özleşdirilişi.	29
2.3. Gaty materiallary göçürmek, maýdalamak	32
2.3.1. Maýdalamagyň usullary.	35
2.4. Maýdalaýjy enjamlar	38
2.4.1. Äňli owradyjynyň tehnologik hasaplamasy.	45
2.4.2. Konusly owradyjynyň tehnologik hasaplamasy	47
2.4.3. Oklagly owradyjynyň tehnologik hasaplamasy	48
2.5. Häzirki döwürň täze tehnologiýalarynyň maýdalaýjy enjamlary we olaryň aýratynlyklary.	50
2.6. Maýdalamagyň shemalary	55
2.7. Materiallaryň toparlara bölünişi.	57

III BÖLÜM

GIDROMEHANIKI PROSESLER WE ENJAMLAR. GIDRAWLIKANYŇ ESASLARY. SUWUKLYKLARY WE GAZLARY GÖÇÜRMEK

3.1. Gidrawlikanyň esaslary	61
3.2. Suwuklyklaryň esasy fiziki häsiýetleri	62
3.3. Tebigy we tehnologik suwlar	67
3.4. Suwlaryň garyndylary (goşundylary) we önümçilik suwlarynyň ähmiýeti.	69
3.4.1. Ionlaşan goşundylaryň häsiýetnamalary	71

3.4.2. Tehnologik suwlardaky goşundylar	73
3.5. Suwlary we gazlary göçürmek. Turbageçirijiler (geçiriji turbalar)	75
3.5.1. Turbageçirijileriň saýlary (detallary)	78
3.6. Turbalaryň armaturalary.	80
3.6.1. Kran, wentil, sürme gapak, klapanlar we beýlekiler	81
3.6.2. Armaturalary saýlamak	88
3.6.3. Dykyzlandyryjylar, olaryň niýetlenişi we görnüşleri	90
3.6.4. Turbageçirijileriň gurnalyşy we olaryň ulanylyşy	92
3.7. Suwuklygy we gazy göçüriji hem-de gysyjy maşynlar. Sorujylaryň esasy ululyklary we gurnamalary	94
3.7.1. Merkezden daşlaşýan sorujylar	99
3.8. Kompresorlaryň görnüşleri.	102
3.8.1. Kompresorlaryň görnüşleri we ulanylýan ýerleri	102
3.8.2. Porşenli kompresorlar	104
3.8.3. Plastinaly rotasion we merkezden daşlaşýan kompresorlaryň gurnamalary we işleýiş düzgünleri	105
3.9. Täze tehnologiýalaryň sorujy-kompresorlarynyň artykmaç taraplary	107
3.10. Birmeňzeş däl suwuk ulgamlary (sistemalary) bölmek	110
3.11. Suwy arassalamagyň usullary	111
3.12. Çökdüriji enjamlar we süzgüçler	114
3.12.1. Dik we kese çökdürijiler	119
3.12.2. Süzmek, süzgüçler (filtrler)	122
3.12.3. Döwürleýin işleýän süzgüçler	123
3.12.4. Üznüksiz işleýän süzgüçler	126
3.12.5. Sentrifugirmek	128
3.12.6. Döwürleýin işleýän sentrifugalar	131
3.12.7. Üznüksiz işleýän sentrifugalar	132
3.12.8. Burumly sentrifuga	133
3.12.9. Döwürleýin işleýän çökdüriji sentrifugalaryň tehnologik hasaplamasy	134
3.12.10. Separatorlar. Çygly bölüjiler	136
3.13. Gazlary arassalamak	139
3.14. Gazlary arassalamagyň usullary	142
3.14.1. Tozan tutujylaryň hasaplamasy	148
3.14.2. Gazy arassalaýjy enjamlaryň beýleki görnüşleri. Gazlary mehaniki garyndylardan arassalaýjy enjam.	151

IV BÖLÜM

ÝYLYLYK PROSESLERI WE ENJAMLARY

4.1. Ýylylyk geçirmegiň esaslary. Ýylylyk daşajylar (göterijiler) we olaryň hereketleriniň ugurlary	156
4.2. Ýylylyk çalşyjy enjamlar, gurnamalary, işleýiş düzgünleri we ulanylyşy	158
4.2.1. Turba gözenekleri gozganmaýan ýylylyk çalşyjy (G kysymly)	160

4.2.2. Gabarany sazlaýjy elementli (kompensatorly) ýylylyk çalşyjy (K kysymly)	164
4.2.3. Turbalary <i>U</i> şekilli ýylylyk çalşyjy (U kysymly)	166
4.2.4. Ýüzýän enjamly ýylylyk çalşyjy (ÝE kysymly)	168
4.2.5. Ýüzýän enjamly kompensatorly ýylylyk çalşyjy (ÝEK kysymly)	173
4.2.6. Turba daşly ýylylyk çalşyjy enjamlaryň elementleri	174
4.3. Ýylylyk çalşyjylaryň dürli görnüşleri we olary saýlamak. Plastinaly ýylylyk çalşyjylar	183
4.3.1. Howa bilen sowadylýan ýylylyk çalşyjy	195
4.3.2. «Turbanyň içindäki turba» görnüşli ýylylyk çalşyjylar	198
4.3.3. Çyglandyryjy, egri turbalary çümdürilen we bloklaýyn toplanan ýylylyk çalşyjylar	200
4.4. Häzirki döwrüň ýylylyk çalyşma tehnikasy.	204

V BÖLÜM

MASSA ÇALYŞMA PROSESLERI WE ENJAMLARY. MASSA ÇALYŞMANYŇ NAZARYÝETI

5.1. Massa çalyşma barada umumy maglumat	213
5.2. Massa çalyşma geçişiniň material balansy	215
5.3. Absorbsiýa prosesiniň fiziki esaslary	217
5.4. Absorberleriň gurnamasy	218
5.4.1. Suwuklygy we gazy (bugy) paýlamak üçin niýetlenen gurluşlar	220
5.5. Absorbsion gurluşlaryň shemalary	223
5.6. Nasadkalaryň niýetlenişi we görnüşleri. Türkmenistanda öndürilýän nasadka	225
5.7. Rektifikasiýa	230
5.8. Suwuklyklaryň garyndylarynyň we olaryň buglarynyň esasy häsiýetleri	232
5.9. Material we ýylylyk balanslar.	234
5.10. Rektifikasion gurluşlaryň shemalary.	237
5.11. Rektifikasiýa enjamlaryň gurluşlary	239
5.11.1. Massa çalşyjy gurluşlaryň esasy ululyklary	242
5.12. «Tarelkalaryň» niýetlenişi, gurnamalary we işleýiş düzgünleri	245
5.12.1. Bloklaşdyrylan massa çalşyjy gurluşlar	256
5.12.2. «Tarelkaly» sütün enjamlaryny saýlamaklygyň teklipleri.	259
5.13. Massa çalşyjy enjamlaryň elementleri, gurnamalary we niýetlenişi. Suwuklygy täzedan ýygnap-paýlaýjy «tarelka»	260
5.13.1. Gaz-suwuklyk akymalaryny bölmek üçin niýetlenen gurluşlar	263
5.14. Suwuklyk-suwuklyk ulgamy üçin niýetlenen ekstraksion enjamlar.	265
5.14.1. Yrgyldyly ekstraktor	269
5.15. Materiallary guratmak üçin niýetlenen enjamlar	275
5.15.1. Baraban görnüşli guradyjy	280
5.15.2. Materiallary gaýnaýan gatlakda guradyjy enjam	285
5.16. Massa çalyşma tehnikasynyň ösüşli ugry	287

VI BÖLÜM

REAKSIYA ENJAMLARY

6.1. Reaktorlaryň toparlara bölünüşini we olaryň kysymlary	292
6.2. Katalizatorlaryň niýetlenilişi we görnüşleri.	294
6.3. Gazyň tizliginiň we katalizatorlaryň reaksiya täsiri.	296
6.4. Garyşdyryjy elementli, turbaly reaksiyon enjamlar	299
6.5. Katalizator gatlagy hereket etmeýän enjamlar	302
6.6. Katalizator gatlagy hereket edýän enjamlar.	307
6.7. Uly basyşda işleýän galyň diwarly reaktorlar	310
6.7.1. Uly basyşda işleýän galyň diwarly reaktorlaryň hasaplamasy. Gabarasynyň diwarynyň galyňlygyny hasaplamak	313
6.7.2. Enjamyň düýpleriniň görnüşleri we olary hasaplamak	316
6.7.3. Galyň diwarly enjamyň gabarasy bilen gapagynyň birleşmesiniň dykzylandyryjylarynyň görnüşleri we olary hasaplamak	319
6.7.4. Galyň diwarly enjamyň esasy şpilkalaryny hasaplamak	324
6.7.5. Galyň diwarly enjamyň gabarasynyň flanesini hasaplamak	326
6.7.6. Galyň diwarly enjamyň gapaklarynyň görnüşleri we olary hasaplamak	329
6.7.7. Galyň diwarly enjamyň gabarasynyň ölçeglerini kesgitlemek	332

VII BÖLÜM

TEHNOLOGIK ENJAMLARDA GURNAMA WE BEJERGI IŞLERIŇ ESASLARY

7.1. Gurnama işleriniň gurnalyşy	333
7.1.1. Meýilnama boýunça duýduryş bejergisiniň tertipnamasyny (grafigini) düzmek	334
7.1.2. Bejergi döwrüniň gurluşyny (strukturasyny) düzmek	335
7.1.3. Takelaž işleri, takelaž işleriniň niýetlenilişi. Takelaž esbaplaryny saýlamak	337
7.2. Gurnama işleri. Gurnamak üçin niýetlenen enjamlar	339
7.2.1. Tehnologik enjamlaryň esasy kysymlarynyň gurnalyşy we usullary	345
7.3. Enjamlary suw bilen synag etmekligiň şertleri	350
7.4. Sütün enjamlarynyň bejerilişi we gurnalyşy	351
7.5. Bejergi işlerini geçirýän gullugyň gurluşy	357
Peýdalanylýan edebiýatlar	359

*Kakageldi Saryýew, Göwher Gylyçdurdyýewa, Atadurdy Jorayew,
Mustapa Gylyçdurdyýew*

TEHNOLOGIK PROSESLER WE ENJAMLAR

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor	<i>J. Sapargeldiyew</i>
Teh. redaktor	<i>A. Nurýagdyýew</i>
Suratcy	<i>U. Karanow</i>
Kompýuter bezegi	<i>S. Orazgyljowa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>M. Annayew</i>

Çap etmäge rugsat edildi 26.08.2019.

Ölçeği $70 \times 100 \frac{1}{16}$. Times New Roman garniturasy.

Çap listi 22,75. Şertli çap listi 29,34. Hasap-neşir listi 21,6.

Neşir №40. Sargyt №101. Sany 600.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň «Ylym» neşirýaty.
744000. Aşgabat, 2011-nji (Azady) köçesi, 61.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň «Ylym» çaphanasy.
744000. Aşgabat, Bitarap Türkmenistan köçesi, 15.