

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

Ş.A.Kliçowa

**Ýylylyk tehnikasy,
tehnologiýadaky ýylylyk
prosesleri we agregatlary**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

Ş.A.Kličowa, Ýylylyk tehnikasy, tehnologiýadaky
ýylylyk prosesleri we agregatlary.

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

Giriş

Bilim adamzat tarapyndan döredilen hazynadyr. Sowat şol hazynanyň açarydyr. Sowat hat, ýazuw we beýleki bilim serişdelerini özleşdirmek bilen bilim dünýäsine girmäge gapydyr.

Täze desgalary gurmakda we işlemekde ilki bilen ýerli çig-mal serişdeleri aňryçäk ulanmaklyga aýratyn üňs berilýändigini yzygider nygtalýar. Türkmenistanyň ösüp barýan ykdysadyýetiniň gurluşyk materiallary senagatynda, nebit-gaz, himiýa we beýleki kärhanasynda giňden ulanýan oda çydamly önümleri ýerli çig-mallardan öndürmek örän wajyp mesele hasaplanýar.

Çig malyň senagat taýdan özleşdirilmegi onuň gorlary bilen kesgitlenmän, ylmy esasda öwrülmeşi hem-de özleşdirmegi bilen kesgitlenýär. Şonuň üçin-de bu gorlaryň fiziki, fiziki-tehniki hem-de himiki häsiýetlerini öwrenmek ýoly arkaly özleşdirmegi derwaýys meseledir. Şeýle hazynanyň ylmy nukdaýnazaryndan bu gorlaryň ýerleşýän yeriniň golaýynda önümçilik kärhanasyny gurmagyň özi türkmen ykdysadyýetiniň ösmegine goşant bolar.

“Türkmenistanda durmuş ykdysady özgertmeleriň 2020-nji ýyla çenli Baş ugry” milli maksatnamasyna laýyklykda çaklanylýan döwürde ýurduň ykdysadyýetiniň ýokary depginleri gurluşyk materiallary senagatynyň pudaklarynyň önümçilik kuwwatlyklaryny artdyrmagyň zerurdygyny ýerli çig mal serişdelerden aňryçäk peýdalanmak önümleriň görnüşleriniň giňelmegi öndebaryjy tehnologiýalaryň ornaşdyrylmagyny kesgitleýär.

Gurluşyk, kagyz, dokma we metallurgiýa senagaty, syýahatçylyk industriýasy üçin anyk maslahatlar işlenilip düzüldi. Ýurdumyzda gurluşyk işleriniň, aýratyn hem ýaşaýyş jaý gurluşygy babatda batly depginde alnyp barylýandygyndan ugur almak bilen halkara maslahatçylar sement, aýna senagatyny mundan beýläk-de, ösdürmek, örtük we üçek

materiallaryny öndürmegi ýola goýmak baradaky teklipleri hödürlediler

Senagat enjamlaryň ýylylyk izolýasiýasy – tehniki howpsyzlygyň esasy çäresi bolup durýar. Gyzgyn sehlerde we elektrik stansýalarda ol ýanmaklyga we şikes almazlyga garşy ygtybarly önüni alyş çäresi bolup durýar.

Gurluşyk materiallary senagaty pudagynyň esasy maýa goýum toplumyny gurluşyk materiallary bilen doly üpjün etmek bolmagynda galýar. Daşary ýurt firmalary bilen şertnamalar boýunça kerpiç öndürýän zawodlaryň gurluşygy alnyp barylýar. Döwlete dahylyz pudagyň hasabyna kuwwatlyklar giňeldilýär.

Silikat senagatynda esasan üç pudagy öz içine alýar: Önümçilikde mineral berkidiji maddalaryň, aýna we aýna önümleriniň, keramika we odaçydamly materiallary degişli bolup durýar. Bu önümçilikde gaýta işlenilýän materiallara esasy prosesleri berlip ýagny olary owratmak, garyşdyrmak, gaz bilen üpjün etmek, ýangyjy ýakmak, guratmak şeýle-de esasy aerodinamiki we ýylylyk çalyşma, termiki gaýtadan işlemek ýaly silikat materiallaryň giň göwrümini öz içine alýar. Esasy prosesleri ýakmak ýa-da gaýnatmak bolup, olar biri-biri bilen tapawutlanýarlar. Olar sement önümçiligi, aýna we keramika senagatyna aýratyn seredilýär. Bu kitabyň başynda esasan silikat materiallaryň klassifikasiýasy olaryň fiziki-himiki prosesleri, termiki gaýtadan işlemek üçin ulanylýan ýangyçlar barada maglumatlar berilýär

1. Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary

1.1. Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri

Ýylylyk tehnikasy – ýylylygyň alnyşynyň, öwrülişiniň, geçişiniň we ulanyşynyň usullary öwrenilýär. Ýylylyk termodinamikasynda ýylylygy almagyň iki usuly bolup, olar energetiki we tehnologiiki

Energetiki – ýylylygy mehaniki işe öwürmek üçin ulanylşyna seredilýär. **Tehnologiiki** – ýylylygyň dürli jisimleriň hoşniýetlerini üýtgetmek maksady bilen ulanylşyna seredilýär, gurluşyk önümiň tehnologiýasynda ýylylyk guratmak işlenende we beýleki proseslerde materiala täze termiki we fiziki himiki häsiýetleri bermek üçin ulanylýar.

Termodinamika – ýylylyk deňagramlylygyň we ýylylygyň energiýanyň beýleki görnüşlerine we täsirine öwrülişiniň kanunlaryny öwrenýän ylmydyr. Termodinamikanyň esasyňy iki kadasy düzýär.

1. Energiýanyň saklanma we öwürme kanunlaryna seredilýär;
2. Ýylylygyň işe öwrülişiniň aýratynlyklaryna seredilýär.

Termodinamika 3 topara bölünýär.

1. Umumy;
2. Fiziki;
3. Tehniki;

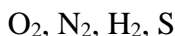
Umumy (ýa-da fiziki) termodinamika fiziki hadysalarda energiýanyň dürli görnüşleriniň öwrenmegiň umumy kanunalaýyklaryny öwrenýär. Tehniki termodinamika ýylylyk desgalarynda ýylylyk we mehaniki energiýanyň öwrülüşiniň kanuna laýyklyklaryny öwrenýär.

Tehnika degişli ýangyç peç we guradyjylarda başga agzalarda ýakylyp olardan alnan ýylylyk tehnikiki proseslerinde ulanylmaga niýetlenendir. Tehnika degişli bolan ýangyçlara aşakdaky talaplar goýulandyr.

1. Ýangyç ýanan wagtynda massa we gowrüm birligine köp mukdarda ýylylyk çykarylmaýy zerur. Munuň düzüminde daş-töweregi hapalaýan ojagy we peçleri abzallaryň täsir edýän gazlar bolmaly däl.
2. Ýangyjyň mukdary arzan bolup, saklaýyş döwri öz häsiýetini üýtgetmeli däl.

Fiziki ýagdaýyna garap, gaty (kömür, koks), suwuk (nebiti gaýtadan işleýän önümleri) we gazly ýangyç bölünip durýar. Ýangyjyň gelip çykyşy boýunça hem täsir edýär. Muňa tebigy we real ýangyçlara bölünýär.

Ýangyç ýanýan we ýanmaýan böleklerden ybaratdyr. Ýangyjyň ýanýan bölegine aşakdaky elementler degişli bolýar.



Ýangyjyň ýanmaýan bölümüne – balast diýip atlandyrylýar. Ol kül we çyglylykdan emele gelýär. Agramy üýtgemeyän ýagdaýa getirilip gazlaryň düzümini ýangyjyň häsiýeti diýip atlandyrylýar. Peç we ojaklara goýberilýän ýangyja iş ýangyjy diýip atlandyrylýar.

Ýangyjyň ýylylyk çykaryş ukyby: Bu 1 kg ýa-da m^3 ýangyjyny doly ýanan ýagdaýda çykarýan ýylylyk mukdary ýylylygyň çykyş ukybydyr. Meselem: tebigy gazyň ýanyş ýylylygy $34400\text{--}37700 \text{ kJ/m}^3$ deň. Netijede elektronlaryň kömegi bilen ýetirilýär. Gazlaryň mejbury getirmeklik wentilýatoryň kömeginde çekilýän gaz niýetlenen ýere getirilýär. Bu ýagdaýda peçlerdäki temperatura bir tekiz (gyra deň) ýaýraýar.

1.2. Termodinamiki sistema we parametrler

Ýylylyk dwigitelinde ýylylyk energiýasynyň mehaniki energiýa öwürülmegi işçi jisimleriň, ýagny gazlaryň we buglaryň kömegi bilen amala aşyrylýar Termodinamiki

hadysalar öwrenilende synag hökmünde, energiýanyň çalyşmaga ukyply jisimleriň topary saýlanyp alynýar, bu obýektde termodinamiki ulgam (sistema) diýilýär. Ulgama girmeyän jisimler daş - töweregi gurşap alýan sreda diýilýär. Termodinamiki ulgamyň beýleki ulgamlar bilen özara täsir ediş şertlerine baglylykda açyk we ýapyk izolirnen termodinamiki ulgamlar bilen tapawutlandyrlýar, açyk sisemada, madda beýleki ulgamlar bilen energiýalary çalyşyp bilýär. Ýapyk ulgam, beýleki ulgamlar bilen çalyşyp bilmeyär.

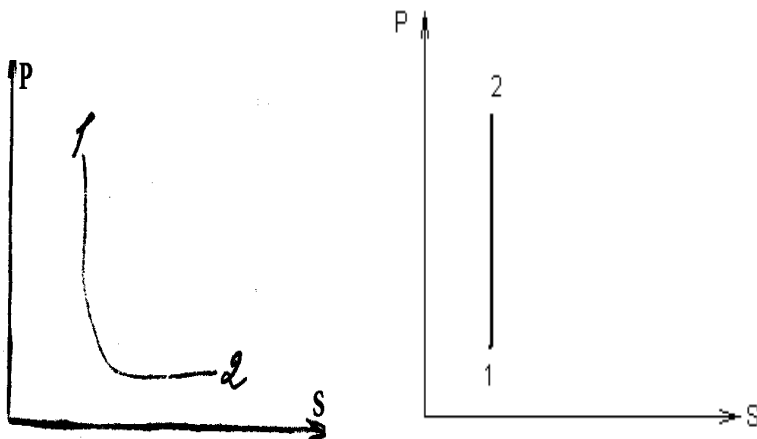
Termodinamikanyň parametrleri: Jisimiň (ulgamyň) ýagdaýynyň häsiýetleriniň ululyklaryna termodinamiki parametrler diýilýär. Esasy termodinamiki parametrleri, basyş, tempetura we udel göwrüm, termodinamiki proses ulgamyň termodinamiki ýagdaýyna wagt aralygynda islendik derejede üýtgemegine termodinamiki proses diýilýär. Mysal üçin, silindrdäki porşen süýşürlede içinde ýerleşýän gabyň göwrümi basyşy we temperaturasy üýtgeýär şonda gazyň giňelme ýa-da gysylma prosesi geçýär. Eger-de termodinamiki parametrleri wagt boýunça ulgamyň nokatlarynda birmeňzeş we hemişelik ulgamyň şonuň ýaly ýagdaýyna deňagramlylyk diýilýär.

Eger ulgamyň dürli nokatlarynyň arasynda tempaturanyň basyşyň we başgalaryň tapawudy bar bolsa onda ulgam deň agramly däl ulgam diýilýär. Şonuň ýaly ulgamda parametrleriň gradiýentleriniň täsiri astynda ulgamy deňagramlyk ýagdaýyna getirmäge ymtylýan ýylylyk akymлары ýüze çykarýar. Tejribäniň görkezilişi ýaly izolirnen sistema wagtyň geçmegi bilen hemişe agramlyk ýagdaýyna gelýär we şol ýagdaýlaryň hiç haçan öz-özünden çykyp bilmeyär. Klassiki termodinamikada diňe deň agramly ulgam seredilýär ulgamyň daşky täsirleri däl-de öz-özünden deňagramlyk ýagdaýyna gelmegine relaksasiýa diýilýär, sistemanyň deňagramlylyk ýagdaýyna gelýän wagt aralygyna relaksasiýa wagty diýilýär.

1.3. İşçi jisim üçin termodinamikanyň I kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)

Termodinamikanyň 1-nji kanuny, berlen mukdaryny ýylylyk energiýanyň doly mehaniki, energiýa özgerse, öwürlse, olaryň mukdar taýdan deňdigini aňladýär. Termodinamikanyň I kanunyna başga-da "energiýanyň we öwürülme kanuny" hem diýilýär. Termodinamikanyň I kanunynyň başga bir kesgitlenşi bolup olar aşakdakylardan ybaratdyr.

Ebedilik dwigiteli döretmek mümkin däl. Umuman aýdanyňda hiç bir ýylylyk maşyny hiç haçan öz-özünden ýylylyk döretmän, energiýanyň bir görnüşini başga bir görnüşe üýtgedýär. Ýagny islendik ýylylyk maşyny ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylyk energiýany ýagny daşyndan berilen energiýany mehaniki energiýa öwürýär.



Surat 1. Adiabatik prosesi $S = \text{const}$

Eger porşen hereket edip bilýän silindriň içindäki gaza Q mukdarda ýylylyk berilse, onda şol ýylylygyň bir bölegi içki energiýany aralyga artdyrýar. Ýylylygyň beýleki bölegi porşeny bir ýa-da beýleki ýagdaýa süşürüp L mukdarda işi ýerine ýetirýär.

$$Q = \Delta U + L \quad (1)$$

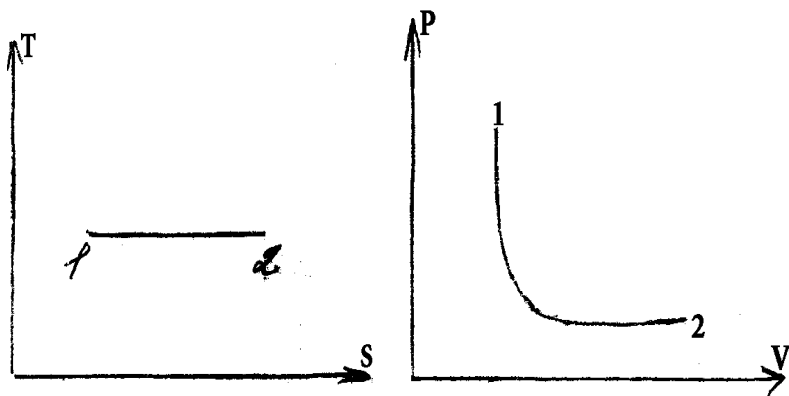
Bu deňleme termodinamikanyň 1-nji kanunyna matematikanyň aňlatmasy diýilýär.

Izohorik prosesi – gazyň göwrümi üýtgeýär we gazyň işi 0-dan içki energiýanyň üýtgemegi berlen ýylylygyň mukdaryna deň. $I=Q$ (gaz garyndy $Q=0$)

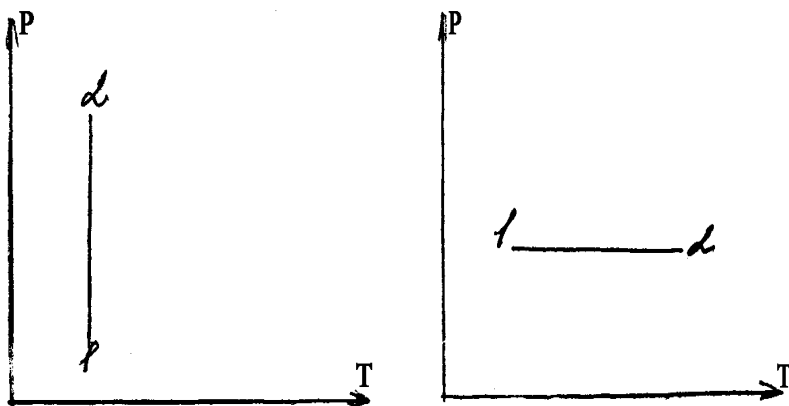
Izotermik prosesi – ($T=\text{const}$) ideal gazyň içki energiýasy üýtgemeyär $Q=A$ gaza berlen ähli ýylylyk mukdary iş etmäge sarp edilýär.

Izobarik prosesi – gaza berilýän ýylylyk mukdary onuň içki energiýanyň üýtgetmäge we hemişelik basyşda onuň edýän işine geçýär.

Adiobatik prosesi – daş töwerekdäki jisimdir, prosese ýylylygyň izolirlenen ulgamdaky prosese adiobatik prosesi diýilýär. $Q=0$ içki energiýanyň üýtgemegi diňe iş etmegiň hasabyna bolup geçýär. $U=A$



Izotermik prosesi $PV=\text{const}$, $T=\text{const}$



Surat 2. Izohora prosesi V-const,

Izobara prosesi P-const

1.4. Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy

Silindiriň içindäki gazyň içki energiýasy diňe iş ediji däl-de eýsem gazy gyzdyryp hem üýtgetmek bolýar. Eger porşen berkidilse onda gyzdyrlanda gazyň göwrümi üýtgetmeýär we iş edilmeyär. Emma, temperatura diýmek, içki energiýa hem ulalýar. İş edilmezden energiýanyň bir jisimden başga bir jisime geçmek prosesinde ýylylyk çalyşma ýa-da ýylylyk geçiş diýilýär. Ýylylyk çalyşmada içki energiýanyň üýtgeýşiniň mukdar ölçegine ýylylyk mukdary diýilýär. Ýylylyk çalyşma prosesinde jisimiň berýän energiýanyň hem ýylylyk mukdary diýilýär. Ýylylyk çakyşmada jisimleriň arasyndaky araçäkdäki jisimiň haýal hereket edýän molekulalaryň özara täsiri bolup geçýär. Netijede molekulalaryň kinetik energiýalary deňleşýär we sowuk jisimiň molekulalarynyň tizligi ulalýar. Gyzgyn jisimiň molekulalaryň tizligi bolsa kiçelýär. Ýylylyk çalyşmada eneriýanyň bir görnüşden başga görnüşe öwürülmesi bolup geçýär.

Gyzgyn jisimiň, içki energiýanyň bir bölegi sowuk jisime berilýär.

m-massa jisimi **t₁** – temperaturadan, **t₂**- temperatura çenli gyzdyrmak üçin:

$$Q = cm(t_2 - t_1) = CMT \quad (2)$$

Q-ýylylyk mukdary;

C-udel ýylylyk sygymy.

Udel ýylylyk sygymy **1 kg** maddanyň temperaturasy **1 K(kelwin)** üýtgände onuň alýan ýa-da berýän ýylylyk mukdarydyr. Hemişelik temperaturada 1 kg suwuklygy buga öwürmek üçin gerek bolan ýylylyk mukdaryna bug emele gelmeginiň udel ýylylygy diýilýär. Ol ulylygy **r** harpy bilen belgilenýär j/kg – da aňladylýar. Termodinamikanyň I kanuny ýylylyk hadysalaryna ýaýran energiýanyň saklanma kanunydyr. Ol içki energiýanyň (saklanma kanunydyr) üýtgetmeginiň haýsy sebäplere baglydygyny görkezýär. Energiýa tebigatda hiç zatdan döremeýär we ýitip gitmeýär. Ol bir görnüşden başga bir görnüşe geçýär. Termodinamikanyň 1-nji kanuny şeýle kesgitlenilýär: Ulgam bir haldan başga bir hala geçende içki energiýanyň ýitmegi daşky güýçleriň eden işleri bilen berlen ýylylyk mukdarynyň jemine deňdir.

$$U = A + Q \quad (3)$$

Izoirlenen ulgamyň içki energiýasy üýtgemän galýar.

1.5. Ideal we Real gazyň termodinamiki prosesi

Gazlaryň mejbury hereketi daşardan güýç berilmegi netijesinde ýerine ýetirilýär. Bu güýç gorelka we porsunkalardan çykýan akymalaryna kinetiki kuwwaty bolmagy mümkin ýa-da peçiniň başdaky we ahyrdaky basyşlarynyň tapawudy bolanlygy üçin peýda bolýar. Adatça peçlerde ideal we real güýçleri birigip täsir edýär.

Tehniki prosesde gazlaryň tizligini artdyrmak mümkin, munuň üçin ýel bermek we yzyna goýbermek netijesinde işledilýär. Ulanylan gazy peçleriň aşaky bölegine çykarylyp goýberilýär. Çünki bu gaz başga gazlara garanyňda sowadylan

bolýar ýa-da özüniň ýylylygyny ýitirýär, munuň üçin tütün çekýän morlar işledilmegi netijesinde mejbury real dartys wentilýatorlary işledilýär.

Deňeşdirme hasaplaryny aňsatlaşdyrmak üçin şertli ýylylygy ýakmak ýylylygy bilen peýdalanylýar. Şertli ýylylygyň ýanmagy, ýylylygy ýa-da çykaryş 29300 kJ/kg deň. Dürli ýangyçlaryň birligine geçirmek üçin ýylylyk ekwiwalentinden peýdalanylýar.

$$E_{\text{ýyl}} = \frac{Q}{29300} \quad (3)$$

Q – ýangyjyň ýylylyk çykaryşy;

E_{ýyl}.- ekwiwalent ýylylygy

1.6. Akym üçin termodinamikanyň I kanuny (açyk sistema)

Peçleri esasan gazlar bilen ýa-da ýangyjyň ýanmagy netijesinde emele gelýän önüm bilen işledilýär. Peçleriň iş kamerasynda gazlar öz ýylylygyny belli bir bölegini ýylylyk berilýän materiala berýär. Yzyna gelýän gazlaryň temperaturasy ýokary bolsa olary atmosfera çykaryp goýbermezden öň ýylylyk ulanylýan enjamlara goýberilýär.

Gazlaryň peçlerdäki hereketi ýylylyk çalyşma we tehnologik proseslere täsir edýär. Gazlaryň tizliginiň akym hereketiniň häsiýetleri prosesiň gerek bolan mukdaryny we temperaturasyny paýlamaklygy zerur. Gerekli temperatura we ýangyjyň anyk ölçegine we häsiýetine eýe bolmak üçin ýangyç ýanan wagtynda howa bilen ýangyjy belli bir mukdarda goşulýar. Gazlaryň peçlerdäki hereketi, gazlaryň agyrllygy dürli bolanlygy üçin (tebigi akym) ýa-da ýörite enjamlaryň ulanylmagy netijesinde (mejbury hereket) ulanylýar.

Gazlaryň hereketiniň häsiýetleri: Gazlaryň mehanikasynda kuwwatyny basyş arkaly kesgitleýär. Basyşyň P ölçeg birligi N/m^2 . Gazlaryň geometrik, statiki, dinamiki basyşlary bilen kesgitlenýär.

Geometrik P - gazlaryň tebigi hereketi, netijesinde emele gelýär. Geometrik P peçleriň içindäki gaz daş-töweregi ýa-da peçň iş kamerasynda gazlaryň deňagramlylyk agyrlýgy pes bolany üçin emele gelýär. Eger gaz atmosfera hasabyndan ýeňil bolsa ýokarlygyna hereket edýär.

$$P_{\text{geom.}} = H (\alpha_h - \alpha_g) ; (N/m^2) \quad (4)$$

P - geometrik basyş;

H - belli bir aralykdaky merkeziň 0 deň bolan bölegi;

α_h - howanyň deňeşdirme agyrlýgy;

α_g - gazyň deňeşdirme agyrlýgy.

Deňeşdirme agyrlýgy α_g deň bolan gazyň üstüniň geometrik basyşy aşakdaka deň bolýar.

$$H_{\text{geom.}} = \frac{P_{\text{geom.}}}{\alpha_g} ; (m) \quad (5)$$

Statiki basyş ýa-da deňagramlykdaky basyş - belli bir gapdaky gazy we töwerekdäki sredanyň basyşlaryndaky tapawudy statiki basyş diýip aýdylýar. Bu basyş manometriň kömeginde ýagny ony ölçeg trubkasy gazyň hereketine perpendikulýar ýagdaýlarda kesgitlenýär:

$$H_{\text{st}} = \frac{P_{\text{st}}}{\alpha_g} ; (m) \quad (6)$$

Dinamiki basyş - hereket edýän gazyň kuwwatyny (kinetik kuwwat) emele getirýän basyşa dinamiki basyş diýip atlandyrylýar.

$$H_{\text{din.}} = \frac{w^2}{2g}; (\text{m}) \quad (7)$$

w^2 - gazlaryň hakyky basyşy;

g- tizlenme.

Basyşlaryň baglansygy iki sany dürli hereket edýän gazlaryň basyşlarynyň arasyndaky baglansyk Bernulli kanuny bilen kesgitlenýär. (ideal gazlar göz önünde tutulýar)

$$H_{\text{geom1.}} + H_{\text{st1.}} + H_{\text{din1.}} = H_{\text{geom2.}} + H_{\text{st2.}} + H_{\text{din2.}} = \text{const} \quad (8)$$

Gazlaryň hereketi neýtral bolan ýagdaýda ýylylyk enjamyny nähili kanalda wagt birliginde gazlaryň deň mukdary geçip başlaýar.

$$F_1 \cdot w_1 \cdot \gamma_1 = F_2 \cdot w_2 \cdot \gamma_2 = \text{const} \quad (9)$$

F_1 - kanalyň ýüzi;

F_2 - ikinji kanalyň ýüzi;

w_1 - kanalyň ortaça tizligi;

γ_1 - aralyk.

Bu deňleme akymyň agramlaýyn deňlemesi diýip atlandyrylýar.

2. Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler

2.1. Akymyň aýrokinamikasy

Gazlaryň hereketi netijesinde olaryň basyşlarynyň peselmegi yzarlanýar. Munuň, sebäbi gazlaryň ýolda garşylyklara duşup gazlaryň kinetiki suw kuwwatynyň ýylylyk kuwwatyna geçirilmegi hasaplanylýar. Garşylyklar aşakdakylardan ybaratdyr:

Mehaniki garşylyk - sürtülme garşylygy we geometrik basyş ýeňmek üçin emele gelýän garşylykdyr. Gazlaryň tizligi, agramy, ugry, üýtgemegi netijesinde emele gelýän garşylykga mehaniki garşylyk diýilýär.

Dartylma garşylyk - gazlaryň hereketinde peýda bolup turba geçiriji kanallaryň nätekizligine bagly bolýar. Peçleriň umumy garşylygy dartylma garşylygyndan we geometrik basyş ýeňil geçmegi netijesinde emele gelen garşylykdan ybaratdyr.

$$A_{um} = h_m + h_{dart}. \quad (1)$$

A_{um} - gazyň umumy garşylygy;

h_m - mehaniki garşylyk;

h_{dart} - dartylma garşylygy.

Eger peçkada geometrik basyşa garşy hereket edýän bolsa, onda formulanyň soňuna $\pm h$ goýulýar.

$$A_{um} = h_m + h_{dart} \pm h \quad (2)$$

Eger gaz geometrik basyş bilen bir ugra hereket edýän bolsa aşakdaky formuladan görünýär.

$$h_m = a \frac{w^2}{2g} j \quad (3)$$

w - gazyň ortaça tizligi;

g - erkin gaçma tizligi;

a - garşylyk koeffisienti;

j - gazyň agyrllygy.

Eger gaz öz ugryny $\alpha = 45^0$ üýtdeşe garşylyk koeffisienti $\alpha = 015$ deň, eger

$\alpha = 90^0$ üýtgeşe onda $\alpha = 1,5$ deňdir.

Eger gaz diwara baryp urulsa $a = 1$.

$$h_m = b \frac{w^2 L}{2gd_e} \alpha \quad (4)$$

L - kanalyň uzynlygy;

d_e - kanalyň ekwiwalent diamametri;

b - dartylma garşylygynyň koeffisienti.

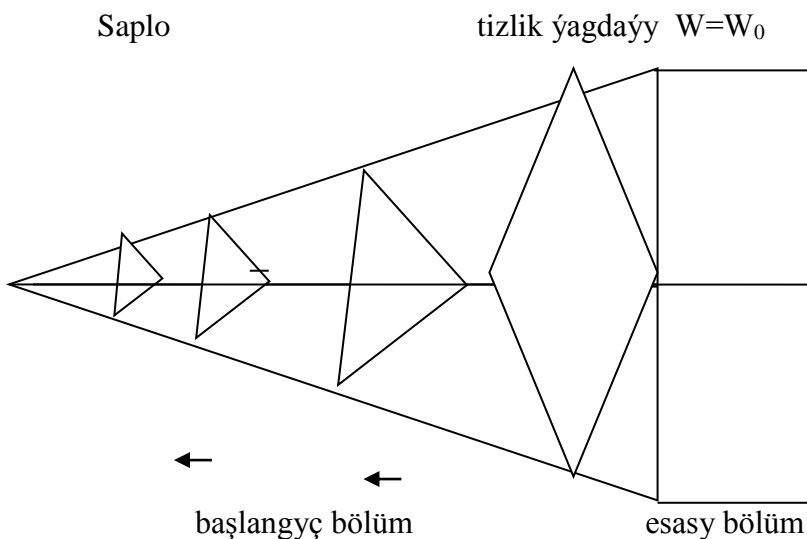
Egerde gaz laminar hereket edýän bolsa

$$B = \frac{64}{Re} \quad (5)$$

deňdir.

Eger gaz turbulent hereket edýän bolsa kerpiçden ýasalan diwarlar üçin $b=0,05$ – deň bolýar. Eger metaldan taýýarlanan bolsa $b = 0,035 \div 0,04$ deň bolýar.

Akymyň aýroodinamikasy: Forsunkany ýa-da gorelkany lüleden (soplo) - (akýan suwuklygy ugrukdurmak hem-de akymy çaltlaşdyrmak üçin turbanyň agzyna geýdirilýän naýça) çykýan gazyň akymalaryny dürli bolmagy mümkin erkin hereket edýän, akymyň ýagdaýyna seredip geçeliň. Akymda başlangyç bölümi esasy, bölümden aýratyndyr. Başlangyç ýagdaýdaky akym ýadro gabat gelýär. Ýadronyň içindäki gazyň tizligi onuň başlangyç tizligine deňdir, gaz özüniň tizligini (ýadrodan) saklap galýan bölümine başlangyç bölüm diýip atlandyrylýar. Başlangyç bölümde soplonyň diametrinden 4,5 – 5 esse ulydyr başlangyç bölümüniň ýadrodan daşky bölüminden gazyň tizligi azalyp barýar. Esasy, bölümünde gaz öz tizligini ýitirip barýar.



Surat 3. Akymyň aýrokinamikasy

Akymyň hereketi wagtynda akymyny. olaryň gyralaryna ýygnalyp hereketleri emele gelýär. Töweregindäki ýagdaýynda gaz bölekleri hem akyma goşulyp goýberilýär. Munuň netijesinde akymalaryň soplodan uzaklaşýança onuň egni giňelýär, meýdany hem köpelýär erkin hereket edýän akym hakyndaky maglumat gazlaryň tizligini we harçlanylyşyny hasaplamaga kömek edýär we akymalary uzaga ýetip barmaklygy netijesinde (tizligini saklap galmaklyk) anyklamaga mümkinçilik berýär. Eger gazlaryň tizligi bir meňzeş bolsa onuň uzaga ýetip barmaklygy soplonyň diametri ulaldygyça köpelýär.

2.2. Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşünje

Mümkin bolan energetiki öwrenmeleriň ugryny görkezýär we tebigatdaky prosesin öwrülişiksizdigini aňladýar. Ol şeýle formulirlenýär, sistemanyň ikisinde ýa-da daş

töwerekdäki jisimlerde başga üýtgetmeleriň bir wagtynda bolmaýan wagtynda, ýylylygy has sowuk sistemadan has gyzgyn sistema geçirmek mümkin däldir. Ýylylyk öz-özünden sowuk jisimlere geçýär, sowatma işiň hasabyna edilýär.

Termodinamikanyň II kanuny onuň I kanuny ýaly manylary boýunça şol bir manyny aňladýan birnäçe kesgitlemeden ybaratdyr.

1. Ýylylyk öz-özünden sowuk jisimden gyzgyn jisime geçip bilmeýär. Ýylylygyň suwuk jisiminden gyzgyn jisime geçmek üçin daşky energiýa ulanylýar.
2. Ýylylyk çeşmeden alynan ýylylyk tygşytlygyna mehaniki energiýa ýa-da mehaniki energiýanyň hem-de tutuşlygyna mehniki energiýa öwürüp bilýän ýylylyk maşyny döretmek asla mümkin däl. Ýylylyk maşynyň dyngysyz hereket etmegi üçin azyndan dürli temperaturaly ýylylygyň iki çeşmesi hökmandyr. Ol çeşmelere ýokary temperaturaly çeşme hem-de aşaky temperaturaly çeşme diýilýär. Ýokary temperaturaly çeşmäni Q_1 bilen belgiläp şu formula bilen aňladylýar.

$$Q_1 = L + Q_2 \quad (6)$$

Aşak temperaturaly çeşmäni Q_2 bilen belgiläp, şu formula bilen aňladylýar.

$$Q_2 = Q_1 - L \quad (7)$$

bu formulada L - ýerine ýetirilen işi aňladýar. Ýerine ýetirilen işiň formulasy;

$$L = Q_1(T_1 - T_2)/T_1 \quad (8)$$

Entropiýa barada düşünje: Ýylylyk energiýany mehaniki energiýa özgertýän ýylylyk maşynlarynda bolup geçýän prosesleri derňemek üçin entropiýa diýen düşünjeden giňden peýdalanýars. Entropiýa, energiýanyň bir görnüşden başga bir görnüşe öwrülişini aňladýar. Mysal üçin, ýylylyk energiýanyň mehaniki energiýanyň ýylylyk ýa-da mehaniki energiýa özgerişini aňladýar.

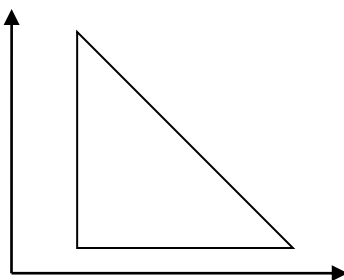
Entropiýa S harpy bilen belgilenýär

$$S_1 = Q/T \quad (9)$$

Ýylylyk hadysalaryny derňemek üçin PV diagrammasyndan peýdalanýlýars. Mysal üçin ýylylyk maşynlarynyň işi ýerine ýetirijiligi birnäçe hadysalardan ybarat bolsa, ol PV diagrammasy aşakdaky ýaly şekilendirilýär

Bu hadysanyň özi 1 we 2 izobara gysylmadan, 2-3 izohora gysylmadan 3 we 1 izotermik giňelmeden ybaratdyr.

Şeýle hadysalara aýlawly hadysalar diýilýär. Aýlawly hadysalarynyň amala aşyrylmagy bolsa gaýtalanma diýilýär.

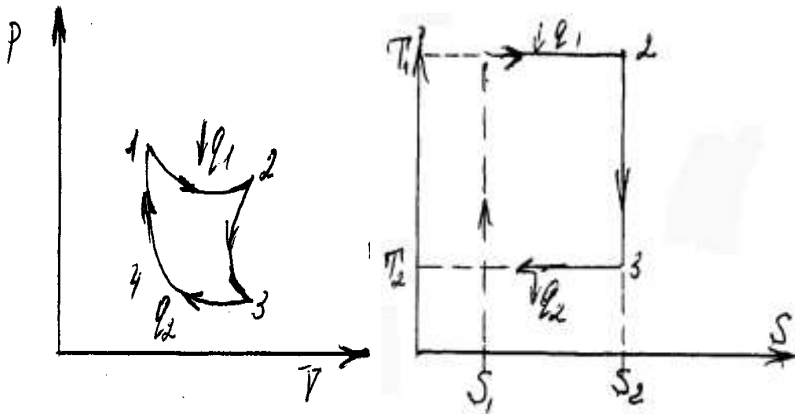


Aýlawly hadysa diňe bir üç hadysalardan ybarat bolman, başga-da birnäçe hadysalardan ybarat bolup bilýär.

2.3. Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy

Karnonyň göni gaýtalanmasy ýylylyk maşynlaryna degişli bolup, ýylylyk maşynlarynyň iş başarjaňlygyna doly

derejede nazary esasda subut edýär. Karnonyň göni gaýtalanmasy ideal gaýtalanmadyr.



Surat 4. Karnonyň gaýtalanmasy

Ýylylyk çeşmeden alynýan q_1 we ýylylyk kabul ediji çeşme berilýän q_2 ýylylyk mukdary Karnonyň gaýtalanmasynyň esasy özenini düzýär. Karnonyň göni gaýtalanmasy PV we T diagramasynda aşakdaky ýaly şekillendirilýär. Karnonyň göni gaýtalanmasy boýunça hereket edýän ýylylyk maşynlarynyň işleýşi aşakdaky ýaly amala aşyrylýar.

Işçi jisim ýylylyk çeşmesinden q_1 mukdarda ýylylyk kabul edip şol kabul edilen ýylylyk mukdarynyň hasabyna giňelýär. Işçi jisimiň giňelmegi ýylylyk beriji çeşmäniň T_1 temperatura deň bolan hemişelik temperaturada amala aşyrylýar. Bu izotermik giňelme hadysasy bolup PV we T diagramada 1 we 2 çyzyk bilen şekilendirilendir. 1 we 2 hadysa tamamlanandan soň işçi jisim bilen ýylylyk çeşmäniň arasy üzülýär. PV we T diagramasyndaky 2 we 3 adiabatik giňelme prosesini aňladýar. 3 we 4 çyzyk izoterma gysylma hadysasydyr. 4 we 1 adiabatik gysylma hadysasydyr.

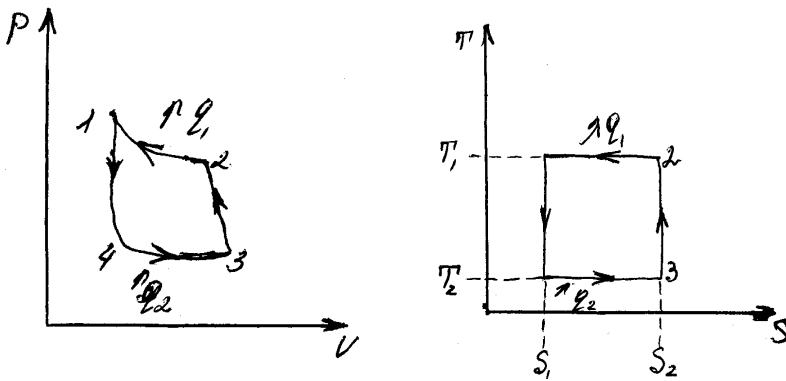
Gaýtalanmanyň peýdaly täsir koeffisiýenti;

$$\text{P.T.K.} \quad h = \frac{q - q_2}{q_1} = 1 \quad (10)$$

Karnonyň peýdaly täsir koeffisienti işçi jisimiň tebigatyna bagly däldir, ol ýylylyk beriji çeşmäniň we ýylylyk kabul ediji çeşmäniň temperaturasyna baglydyr, ýagny $T_1 > T_2$ şerti kanagatlanýar.

Karnonyň ters gaýtalanmasy: Karnonyň ters gaýtalanmasy (onuň göni gaýtalanmasynyň ters) sowadyjy maşynlara degişli bolup bu gaýtalanma sowadyjy maşynlaryň ulgam gaýtalanmasydyr.

Karnonyň ters gaýtalanmasy PV we T diagrammasynda aşakdaky ýaly şekillendirýär.



Surat 5. Karnonyň ters gaýtalanmasy

Karnonyň ters gaýtalanmasy göni gaýtalanmasynyň ters ugruna hereket edýär. Karnonyň ters gaýtalanmasynyň peýdaly täsir koeffisienti şu formulada aňladýar

$$h = \frac{q - q_2}{q_1} = \frac{T_1 \cdot \Delta S - T_2 \cdot \Delta S}{T_1 \cdot \Delta S} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Karnonynyň ters gaýtalanýan peýdaly täsir koeffisienti >0 , 1-deň kiçi bolup, Karnonynyň gaýtalanmasynyň sowadyş koeffisienti E bilen belgilenýär hem-de deň bolýar

$$E = q_2 / (q_1 - q_2) \quad (11)$$

3. Ýangyç barada umumy maglumat

3.1. Ýangyjç we onuň ýakylyşy

Gaty we suwuk ýangyjynyň ýanma prosesinde olaryň ýanýan bölegindäki elementler howa O_2 täsirinde oksidlenýär bu reaksiýalar esasan ekzotermik bolýar ýa-da ýylylygy çykarýar, $105-110^{\circ}C$ ýangyjyň çyglylygyny aýyrýar. $150-180^{\circ}C$ duş gelýän maddalar dargap başlaýar. Soňra bolsa ýalynlap ýanyp başlaýar. Oksidleniş reaksiýalary bolup geçmegi üçin ýangyç ýanýan wagtynda olara üznüksiz ýagdaýda howa ýetirip durmalydyr. Gazly ýangyjy ýandyrmak üçin hem olary howa bilen mälum mukdarda aralaşdyryp durmaly. Eger-de gazyň temperaturasy $700^{\circ}C$ -dan geçýän bolsa gazly aralaşmany ýalynlaşdyrylyşy gaz bilen howanyň gatnaşygy dürli ýagdaýlarda bolmalydyr.

Nazary hasaplamalarda aşakdaky ululuklary anyklandy:

1. Ýangyjyň ýanmaklyga harçlanýan howanyň mukdary;
2. Ýanma prosesinde emele gelýän gazyň düzümi;
3. Ýangyç ýananda gazanylan temperaturanyň derejesi.

Nazary hasaplamalar şulardan ybaratdyr. Ýangyç ýananda sarp edilýän howanyň mukdaryna oksidleniş reaksiýasyna kislorodyň gerek bolýan nazary mukdarynyň kömegi bilen kesgitlenýär. Bu hasaplamalarda adatda kislorodyň gereginden artyk bölegi düşünilýär. Çünki, diňe şunda ýangyç doly ýanmagy mümkin.

Hasaplananda howanyň düzümi:

$$O_2 = 21\%$$

$$N_2 = 79\%$$

Ýangyjy ýakmaklyga harçalanan howanyň nazary mukdary $L_o=4,76 VO_2$

VO_2 - kislorodyň nazary mukdary.

Tebigy gazyň ýanmagyna sarp bolýan gury howanyň mukdary

$$L_o = 0,476 (2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 1,5C_4H_{10} + 8C_5H_{12}) m^3/kg$$

Gaty we suwuk ýangyjyň harçlananda gury howanyň mukdary.

$$L_o = 0,889C^i + 0,265H^i + 0,233 (O^i + S^i) m^3/kg$$

Ýangyjyň ýanma prosesi we onuň hasaplamasy:

Howanyň harçlanyş koeffisiýenti ulanylýan ýangyjyň görnüşine, ýakmak usulynda ojaklar, forsunkalar, gorelkalaryň düzülişine baglydyr. Meselem: gaz we mazut üçin;

$$\alpha = 1,05 - 1,20$$

α = poroşok görnüşli ýangyç üçin;

$$\alpha = 1,20 - 1,25$$

Gaty ýangyç üçin;

$$\alpha = 1,3 - 1,8$$

Eger gaz howa bilen önünden garyşdyrlan bolsa;

$$\alpha = 1 - 1,05$$

Eger ýangyjyň harçlanyşy belli bolsa (β) onda gury howanyň harçlanyşy; $V_{\text{howa}} = \beta \cdot L_2$

β - gury howanyň umumy harçlanyşy.

3.2. Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşünjesi.

Ýylylykgeçirijilik

Ýylylyk režiminde işçi serişde (gaz, bug, howa) işledilýän materiala täsir edýär. Bu täsir ediş ýylylyk we massa alyş prosesi materiala tabşyrylan häsiýetleri bermek üçin ýylylyk hem massa çalyşma täsiriniň kanunalaýyk toplumydyr. Ýylylyk we massa alyş prosesleri şunuň üçin ýörite guralan bolup: peçlerde, guradyjylara ýylylyk bilen işleýän kameralarda geçirýärler. Massa alyş prosesleri materiala berilýän ýylylygyň mukdaryna bagly bolany üçin içinde ýylylyk we masa alyş prosesleri geçirilýän enjamlary umuman

ýylylyk enjamlary, (beýleki) ýylylyk enjamlary diýip atlandyrylýar.

Ýylylyk enjamlaryň islendik ýylylyk alyş enjamlaryndan ýa-da ýylylyk energiýasynyň ulanylmasy bolup durýar. Ýylylyk enjamlarynyň işiniň effektiwligine onda peýdaly ulanylýan ýylylyk energiýasynyň mukdary bilen baha berilýär. Silikat önümleri diýilip, termiki dikeldişi bermek prosesini ýylylyk çalyşma prosesi netijesinde ýerine ýetirilýär. Daşky we içki ýylylyk çalyşma prosesi aýratyndyr.

Daşky ýylylyk prosesi adaty ot, ýylylyk gazlary ýa-da ýyly howa arkaly. termiki dikeldiş materiallara daşky ýylylyk arkaly ýetirilýär. Dikeldiş alýan materialyň içinde ýylylyk geçiriş prosesi içki ýylylyk çalyşma prosesi diýip atlandyrylýar. Daşky we içki ýylylyk çalyşma prosesleri konweksiýa, nurlanyş we ýylylykgeçirijilik netijesinde ýerine ýetirilýär. Daşky ýylylyk çalyşma konweksiýa, nurlanyş esasy rol oýnamaýar. Içki ýylylyk prosesi ýylylykgeçirijilik we konweksiýa biri – birine degip duran kiçijik bölejikleriniň tertipsiz hereketi netijesinde ýüz berýän, emele gelýän ýylylykgeçişi ýa-da ýylylyk geçirijilik diýip atlandyrylýar.

Ýylylyk bilen işlemegiň usullarynyň klasifikasiýasy:

Gurluşyk materiallaryň we önümlerini ýylylyk bilen işlemegiň köp usullary bar. 2-sini bölüp görkezmele: 1-nji usuly bilen gurluşyk häsiýetlerini bermek üçin ondan çyglylygy aýyrmak mümkin bolmadyk materiallary işlenilýär. Meselem: diňe çyg şertlerde gataýan, sebäbi olar gatanda sementiň gidrotasiýasy zerur bolan beton we demir beton önümleri, materiallarda ýylylyk bilen işlenilende onda çyglylygyň saklanylmagy göz önünde tutýan 1-nji usula ýylylygyň çyglylykly usul diýilýär.

2-nji usul bolsa materialyň çyglylygyny aýyrmak bilen gaýtadan işlemekdir. Materialyň çyglylygy aýyrmak prosesine guramak diýilýär. Guratmak ýylylyk bilen işlemegiň ahyrky stadiýasy bolup biler. Meselem: ýylylyk saklaýjy

dekoratiw we gips önümleri, beton, we ş.m. ýa-da soňundan ýokary temperatura işlenilmegi bilen aralyk stadiýalary bolmagy mümkin. Meselem: bişirlende, çişirilende, gatadylanda we eredilende. Keramiki we käbir ýylylyk saklaýjy önümleri bişirip işlenilmäge sezewar edilýär.

Bişirmek diýip, önümde ýokary temperaturada bolup geçýän fiziki we himiki öwrülmäniň netijesinde tabşyrylýan häsiýetleri bermek ýylylyk bilen işlenilmegine aýdylýar. Çig kerpiç bişirlende farforly önümleri we olaryň fiziki we himiki öwrülüşikleri hem-de suwuklyklaryň bölekleyin döremegi sebäpli çyglylygyň aýyrylmagy degişli bolup durýar. Materialyň bölejikleriň ýakynlaşmagy bilen önümiň hasabyna täze häsiýetlere eýe bolýar.

Ýapyk öýjükler agdyklyk edýän ýokary derejede öýjükli düzümi bolan materialy almak üçin çişirmek işleri alnyp barylýar.

Açyk öýjükler agdyklyk edýän ýokary derejede öýjükli düzümi bolan materiallary almak üçin gatatmak işleri ulanylýar.

Çişirmek, diýip ýokary temperaturada içki gazyň bölünip çykmagynyň hasabyna ýasalan önümiň (ýa-da materialyň bölejejiniň) göwrüminiň artmak prosesine aýdylýar. Meselem: keramzit, betonyň ýeňil dolduryjysy.

Gatatmak, diýip materialyň içinde ýerleşýän ýangyjyň howanyň intensiw sorulmagy bilen ýanmagy sebäbi pytraýan materiallaryň konglometata birleşmegine aýdylýar. Meselem: toýun şihtasynyň içindäki ýangyç ýakylanda fazaly, fiziki-himiki prosesiň gazyň bölekleyin çykarylmagynyň hasabyna gatan konglometata döreyär. Şony böleklemek arkaly agloporit betonyň ýeňil doldurjysy alynýar. Eretmek eredilen şlakly ýa-da mineral çig maddadan dürli usullar bilen alynýan şlakly we mineral pagta ýylylygy saklamak üçin giňden ulanylýar.

Eretmek, diýip mineral çig malyň ýylylygyň täsiri netijesinde gaty ýagdaýdan suwuk ýagdaýa geçirilmegine aýdylýar.

3.3. Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy

Ýylylyk çalyşmanyň konweksiasıya esasan guradyjylarda tunel peçlerini gyzdyryş we sowadyş zonalarynda aýlanma peçini konwektiw zonalarynda duş gelýär. Ýylylyk enjamynda işleýän ýylylyk görterijiniň ýylylygy materiala geçirmek prosesi galtaşmak we şöhlelenmek arkaly bolmagy mümkin. Ýylylyk görteriji (gaz, suwuklyk, bug) gaty jisim (material) bug göni galtaşanda, ýylylyk oňa ýylylyk geçirijilik we konweksiýa ýoly arkaly geçirilýär. Ýylylykgeçirijilik we konweksiýanyň bilelikde ýylylyk geçirmegine konwektiw ýylylyk çalşygy diýilýär.

Konwektiw ýylylyk çalşygy ýylylyk görterijileriň hereketine bagly bolýar. Ýylylyk görterijileriň erkin we mejbur edilen hereketini tapawutlandyrýarlar.

Ýylylyk görterijileriň gaty we çala gyzan böleginiň dykzyzlygynyň tapawutly bolmagy sebäpli döreýän herekete erkin diýilýär. Başga hereketlendirmäniň täsiri astynda ýylylyk görterijiniň emele gelýän hereketine (meselem wentilýator) mejbur edilen hereket diýilýär.

Umumy ýagdaýlarda ýylylyk görterijiniň erkin we mejbur edilen hereketi bolýar. Ýöne materialy ýylylyk bilen işlemegiň tizliginde erkin hereketiň roly örän az bolýar we oňa üns berilmeýär. Ýylylyk görterijileriň mejbur edilen hereketinde onuň hereketiniň laminar we turbulent režimi tapawutlandyrylýar. Hereketiň laminar režiminde materialyň ýylylygy özüne çekýän daşky gatyndan akýan we ýylylyk geçirijiligi çalt peseltýän ýeterlik derejede uly bolan araçäk gat döreýär.

Hereketiň turbulent režiminde araçäk gat örän inçe bolýar. Ýylylyk görteriji kadasyz häsiýetli herekete eýe bolýar we materialyň üstünden konwektiw ýol arkaly ýylylygy bermeklik çalt artýar. Konweksiýanyň kömeginde alnyp barylýan energiýanyň mukdary aşakdaky formuladan anyklanylýar:

$$Q = \alpha_k F(T_g - T_m)t \quad (1)$$

Q – geçirilen ýylylygyň mukdary;

α_k – konweksiýa arkaly ýylylyk bermeginiň koeffisiýenti;

F – jisimiň ýüzi;

T_g – gazyň temperaturasy;

T_m – materialyň temperaturasy;

t – wagt.

Egerde ýylylygyň mukdary wagt birliginde kesgitlese we ol meýdan birligine gatnaşdyrylsa onda şeýle ululyga udel ýylylyk akymy ýa-da ýylylyk akymy diýilýär we q harpy bilen belenilýär. Şu ýagdaýda ýylylyk akymy üçin aşakdaky formula ýazylýar.

$$q = (T_g - T_m) \quad (2)$$

Berlen ýylylyk mukdaryndan 1 cm^2 diwardan 1 sekunt wagt dowamynda, diwarlaryň arasyndaky temperaturanyň tapawudy 1° bolanda berlen ýylylygyň mukdaryny aňladýar. Bu koeffisiýentiň mukdary birnäçe ululuklara baglydyr.

$$\alpha = (W, \lambda, d, L, E, c, \rho) \quad (3)$$

W – gazyň tizligi;

λ – ýylylyk geçirijilik;

d – diametr;

L – uzynlyk, E – turbanyň бүдүр-сүдирлиги;

c – udel ýylylyk sygymy;

ρ – dykzlyk.

Konwektiw ýylylyk çalyşmagynyň differensial deňlemesi:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} + \frac{\partial \vartheta}{\partial x} w_x + \frac{\partial \vartheta}{\partial y} w_y + \frac{\partial \vartheta}{\partial z} w_z = a \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} \right)$$

$$a = \frac{\lambda}{c \rho}$$

(4) temperaturanyň ýylylyk geçirijik koeffisiýenti.

Bu deňleme konwektiw ýylylyk çalyşmanyň differensial deňlemesi bolup, şeýle hem ol Furýe-Krikgofuň deňlemesi diýip atlandyrylýar. Bu deňleme ýylylyk hereket edýän suwuklykda temperaturanyň paýlanmasyny umumy görnüşde aňladýar.

Koeffisiýent jisim üçin $W_x = W_y = W_z = 0$ we ýylylykgeçirijilik deňlemesine differensial deňlemesi diýilýär.

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial x} = a \nabla^2 \vartheta \quad (5)$$

Bu deňleme ýylylykgeçirijilik arkaly berilýän ýylylygyň jisimiň islendik nokadynda temperaturanyň paýlanşyny kesgitleýär we deňleme hereket etmeýän gurşawda ýylylyk geçirmeýän differensial deňlemesi diýilýär. Başgaça Furýeniň deňlemesi diýilýär.

3.4. Ýylylyk çalyşmanyň şöhlelenmesi

Ýylylyk çalyşmanyň şöhlelenmesi ýylylyk energiýasyny elektromagnit tolkunlaryň kömegeinde dargaýyşy ýylylygyň şöhlelenmesi diýip atlandyrylýar.

$$Q_{\text{sin}} + Q_{\text{şöh}} + Q_{\text{geç}} = Q \quad (6)$$

$$\frac{Q_{\text{sin}}}{Q} + \frac{Q_{\text{şöh}}}{Q} + \frac{Q_{\text{geç}}}{Q} = 1 \quad (7)$$

$$\begin{aligned} & \underline{A+B+C=1} \\ \underline{A=1} \quad & (B+C=0) \text{ absolýut ak jisim.} \\ \underline{B=1} \quad & (A+C=0) \text{ absolýut gara jisim} \\ \underline{C=1} \quad & (A+B=0) \text{ ditermik jisim} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{Q_{\sin}}{Q} &= A \\ \frac{Q_{\text{şöh}}}{Q} &= B \\ \frac{Q_{\text{geç}}}{Q} &= C \end{aligned}$$

Ditermek jisimleriniň hataryna gaz girýär. Tebigatda absolýut ak we gara jisim duş gelenok. Tebigatda duş gelýän jisimler kül reňk diýip atlandrlýar. Bular ýaly jisimlerde ýylylygyň belli mukdary siňdirilýär ýa-da ýuwdulýar. Beýleki bölegi ýüzünden yzyna gaýdýar. Galany jisimler arkaly geçip gidýär.

Şöhlelenme arkaly ýylylyk çalyşma. Birnäçe jisimiň ýüzniň birligi F-den wagt birligi. τ dowamynda şöhleleniş energiýa mukdary jisimiň şöhle çykaryşy diýip atlandyrylýar. Jisimiň şöhle çykaryş energiýasy aşakdaky formuladan tapylýar.

$$Q = E C_0 T^4 \cdot F \quad (8)$$

E – kül reňk jisimiň şöhle çykaryş koeffisiýenti;
 C_0 – absolýut gara jisimiň şöhle çykaryş koeffisiýenti;
T – jisimiň temperaturasysy;
F- jisimiň ýüzi.

Şöhleleniş arkaly özara energiýa çalyşmagy mümkin. Bular ýaly energiýa çalyşmasy netijesinde temperaturasysy pes bolan jisimiň temperaturasysy ýokary bolan jisimlerden

goşmaga energiýa alynýar we aşakdaky formularda görkezilendir:

$$Q_{1-2} = ECo \varphi (T_1^4 - T_2^4) F \quad (9)$$

φ - burc koeffisiýenti.

Goşmaga energiýa mukdary ýa-da birinji jisimden ikinji jisime geçip barýan energiýanyň mukdaryny aňladýar. Eger-de iki jisim biri-birine parallel ýerleşen bolsa onda goşmaça energiýanyň mukdary aşakdaky formuladan tapylýar.

$$Q_{1-2} = C_{1-2} (T_1^4 - T_2^4) F \quad (10)$$

$u=1$

$$C_{1-2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{C_2} \left(\frac{1}{F_2} - \frac{1}{F_1} \right)} \quad (11)$$

C_{1-2} - getirilen şöhle çykaryş koeffisiýenti.

3.5. Gazlaryň şöhlenenemesi

Gazlaryň şöhlenenmesi gaty jisimlerden tapawutlydyr.

Bir atomly gazlara - Ar, He we ş.m.

Iki atomly gazlara – O₂, N₂, H₂

Köp atomly gazlaryň düzümine gazlaryň we buglaryň – CO₂, SO₂, H₂O, NH₃

Ýylylyk bilen işlenilýän materialyň hemmesi şol bir wagtyň özünde agregat ýagdaýynyň üç fazasyny saklaýan dürli düzümlü (geterogen) ulgamlary aňladýar. Gaty faza – önümiň düzüminiň esasy,

Suwuk faza - materialyň öýjüklerini doldurýan suw

Gaz faza – howa, suw bugy we gazlar.

Gazlar materialda bolup geçýän himiki reaksiýanyň önümi bolup biler. Şeýle hem olar suwuň bugarmagy ýa-da massa garylanda we önüm ýasalanda howanyň goşulmagy

netijesinde emele gelyär. Çig materialaryň olaryň häsiýetlerine baglylykda şertleýin jisimli atlandyryýan üç görnüşi bolýar:

1-nji görnüşi kolloid jisimleri.

Olar çyglylygy aýyrylandan soň hem ýumşak häsiýetini saklap galmagy bilen häsiýetlendirilýär. Bu jisimler (želatin) gurluşykda heniz ulanylmaýar

2-nji görnüşi kapillýar öýjükli jisimler.

Şu jisimde çyglylyk aýyrylandan soň olar çalt döwürmek häsiýetine eýe bolýarlar. Olara kwars çägesi we agaç kömüri degişli bolýar.

3-nji görnüşi kapillýar öýjükli kolloid jisimler.

Bu jisimler üçin çişmek we çökmek prosesleri mahsus bolýar. Çyglananda olaryň (aýratyn bölejekleriň arasyndaky suw gatlagynyň artmagynyň hasabyna) ölçegleri artýar, çişýär.

Çyglylygy aýyrylanda bu jisimleriň göwrimi kiçileýär, çökýär. Bu görnüşe ýylylyk bilen işlenilýän materialyň ählisi degişli bolýar.

Peçiniň iş zonasyndaky ýalyn diwarly ýylylyk alýan jisimiň arasynda özara şöhleleniş prosesi ýüze çykarýar. Bu proseslerde konweksiýanyň roly şöhlelenmesine garaňda az we onuň umumy mukdary 5-10% emele getirýär. Ýalyndan çykýan şöhlelenme diwara we jisime ýetip barýar we bir bölegi ýuwudýar beýleki bölegi bolsa yzyna gaýdýar.

4.Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary

4.1. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary

Materialyň we önümleriň ýylylyk bilen işlenilmegi köplenç ýagdaýda taýýar önümiň hilini kesgitleýär. Material ýylylyk bilen işlenilende onuň düzümi emele gelýär. Fiziki-himiki öwrülişikler bolup geçýär. Ýylylyk we massa alyş prosesleri geçýär. Dartgynly ýagdaý döreýär. Bu prosesler fizikanyň we himiýanyň esasy kanunlaryna tabyn bolýar.

Matereiallary we önümleri ýylylyk bilen işlenilýän her bir enjamdan öz ýylylyk režimi döredilýär. Ýylylyk režimini materiallary we önümleri işlemek üçin döredilýän ýylylyk massa çalyşma we gidrodinamiki prosesleriň toplumyny aňladýar.

Döredilen ýylylyk režiminiň hasabyna materiallarda fiziki-himiki prosesler bolup geçýär. Meselem: gatamak, bişmek , çişmek we ş.m. Tehnologiki prosesiň ählisinde (ýasamak, guratmak, ýylylyk, çyglylyk, işlemek we beýlekiler) materiallar çyglanýar we ondan çyglylyk aýrylýar. Materiallary çyglamak ýa-da ondan çyglylygy aýyrmak bilen biz ony energetiki ýagdaýyny üýtgetýäris. Şonuň üçin tehnologiýada akademik P.A.Rebinder tarapyndan teklipe edilen çyglylygyň material bilen baglansygynyň formulalaryň energetiki klassifikasiýasy giňden ulanylýar. Şu klassifikasiýa boýunça çyglylygyň material bilen baglansygynyň 3 görnüşi bar:

1. Çyglylygyň material bilen himiki baglansygy. Himiki baglanan çyglylyk materialyň kristallik gözeneginiň düzümine girýär, materialda berk saklanýar we ýokary temperaturada kristallik gözenekleriň bozulmagy bilen bolup geçýär. Bu baglansygyň bozulmagyna energiýanyň örän köp mukdary sarp edilýär.

2. Öňkiden gowrak adsorbsion we osmos güýçleri bilen geçirilýän çyglylygyň material bilen fiziki-himiki baglansygy.

Bu çyglylyga. adsorbsion we osmos çyglylygy diýilýär. Adsorbsion çyglylyk materialyň daşky gatlagynda ýerleşýän molekulalaryň kompensirlenmedik öýjükli güýçli meýdanyň täsiri astynda alynýar. Osmos çyglylyk, ýapyk öýjüklerden durýan kapillýar öýjükli kolloid jisime saýlama diffuziýa ýoly bilen osmos basyşyň güýjiniň hasabyna diwarjyklar arkaly geçýär.

Fiziki-himiki baglanşylan çyglylyk hem materialda ýeterlik berk saklanýar. Ýöne ony aýyrmak üçin ep-esli az energiýa sarp edilýär. Şonuň üçin fiziki-himiki baglanşylan çyglylygy aýyrmak üçin prosesi 373 K-den ýokary bolmadyk temperaturada geçirilýär.

3. Çyglylygyň material bilen fiziki–mehaniki baglanşygy. Ol makro we mikro kapillýarlary doldurýan şeýle hem kabul ediji çyglylygyň hasabyna bolýar. Makro kapillýarlar 10^{-5} cm bolan kapillýarlara diňe suwa degende suwdan dolýar. Ýöne çyglylygy howadan çekmeýär. 10^{-5} cm kiçi bolan mikro kapillýar basyşyň güýçleri sebäpli çyglylygy howadan sorup bilýärler. Ezilýän çyglylyk diňe materiallara gönümel degende onuň bilen baglanyşyp biler.

Çyglylygyň material bilen fiziki-mehaniki baglanşygyň iň gowşagydyr. . Önümler howada saklananda hem ol bozulýar. Howadaky suwuň buglarynyň porsial basyşy materialyň daşyndaka görä pes bolanda önüm öz çyglylygyny howa geçirýär. Materialyň daşyndaky suw buglarynyň porsial basyşy howadakydan pes bolan ýagdaýynda önüm çyglylygy howadan özüne çekýär.

Ýylylyk bilen işlemek prosesinde gaty, suwuk, gaz görnüşli üç faza mukdar tarapdan hemişe üýtgäp durýar. Betony alyp kapillýaryň ýokarsynda sement klinkeriniň bölejigini barlap göreliň. Bu bölejik gidratirlenýär. Gidrotasiýanyň hasabyna täze döreýişler bolup geçýär. Meselem,



3 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ we beýlekiler

Bölejigiň ýokarky gaty artýar. Bölejigiň çuň gatlagyna çyglylygyň sowulmagy netijesinde gatap başlaýar we jaýryk döretýär. Bölejigiň ölçeginiň artmagy şol ýerde kapillýaryň ölçeginiň kiçelmegine we çyglylygyň ýerleşişiniň üýtgemegine getirýär.

Materialda çyglylyk hemişe üýtgäp durýar. Şol sebäpli çyglylyk ýylylyk bilen işlenende islendik materialda gaty, suw we gaz görnüşli fazalaryň gatnaşmagynyň mukdar taýdan üýtgeýän prosesler bolup geçýär. Ýylylyk görteriji bilen materialyň arasyndaky ýylylyk çalşygy ýylylyk enjamlarynda bolup geçýän çylşyrymly prosesiň diňe bir bölegidir. Ýylylygyň we materialyň üstündäki basyş P hem ýylylyk görterijidäki P suw bugunyň porsial basyşyň täsiri astynda çyglylyk materialyň üstünden bugarýar ýa-da kondensirlenýär. Şeýle ýagdaýlarda ýylylyk çalyşma prosesi bugarma ýa-da çyglylygyň kondensasiýasy bilen dowam etmeýär.

Umumy ýagdaýda haçanda $P=P$ bolanda ýylylyk çalyşma prosesi ýylylyk görteriji we materialyň arasyndaky çyglylyk çalyşma prosesi bilen dowam edýär. Eger-de $P>P$ bolsa onda çyglylyk materialyň üstünde bugaryp başlar we ol ýylylyk görterijä siňer. Materialda bugaran çyglylygyň ýerini ýylylyk görterijide bolan çyglylygy howa tutýar.

Şeýlelik-de material we ýylylyk görterijiniň arasynda ýylylykdan başga-da çyglylyk we howa çalşygy bolýar. Ýagny material bilen ýylylyk we massa çalyşma diýip atlandyrylýan proses bolup geçýär. Ýylylyk bilen işlenilende materialda ýylylyk we massa çalyşmadan başga-da termiki giňelme prosesleri bolup geçýär.

Düzüjileriň mümkin bolan himiki reaksiýalary tizleşýär we beýleki ugurdaş prosesler bolup geçýär. Umuman material ýylylyk bilen işleme prosesi ýeterlik çylşyrymlydyr.

4.2. Ýylylyk enjamlarynyň maddy we ýylylyk balanslary barada düşünje

Ýylylyk enjamy diýip önümler ýa-da materiallar ýylylyk bilen işlenilýän agregata aýdylýar. Senagatyň ösmegi bilen ýylylyk enjamyna bolan düşünje üýtgedi. Häzirki döwürde ýylylyk enjamy diýip ýylylyk bilen işlenilýän guramadan şol işi awtomatiki sazlaýjy sistemalardan we prosesini gidişini barlanýan we sazlaýan elektron hasaplaýjy maşynlaryndan ybarat çylşyrymly kompleksa aýdylýar.

Guramaçylyk tehnologiýa düzümi boýunça ýylylyk enjamlary wagtal-wagtal we üznüksiz hereketli bolýarlar. Periodiki enjamyň ýapyk sikl boýunça işleýär. Ilki oňa materialy salýarlar. Soňundan ony ýylylyk bilen işleýärler. Şondan soň enjamdan taýýar önümi düşürýärler. Soň sikl gaýtalanýar. Üznükli hereket edýän enjamyň işçi kamerasyna giňişligindäki her bir nokadynda temperatura wagt boýunça üýtgeýär. Şeýle režime stasionar režim diýilýär. Üznüksiz hereket edýän enjama yzygiderli ýa-da uly bolmadyk interwal bilen material salynýar. Şeýle hem yzygiderli ýa-da uly bolmadyk interwal bilen enjamdan taýýar önüm düşürilýär. Material enjam boýunça süýşýär. Onuň her bir nokadynda ýa-da her bir böleginde belli bir temperaturada saklanýlar. Şunuň ýaly enjamlaryň işi stasionar režime ýakynlaşýar. Praktikada şeýle režime stasionar. ýagny stasionar režime ýakynlaşan diýilýär.

Ýylylyk enjamyna wagonetkaly material iberilýär, ony ýüklemek we düşürmek üçin gapylar açylýar. Wagonetkany enjama salýarlar we gapydan işlenilen önümlü wagonetkany çykarýarlar. Şondan soň gapylar ýapylýar. Şunuň ýaly üznüksiz hereketli enjamyň uly bolmadyk interwal bilen material ýüklenilýär we ondan düşürilýär. Materialy işlemek üçin kanal enjamyň işçi jisim (ýangyç ýanandaky gaz görnüşli önümler ýa-da gyzdyrylan howa) göýberilýär. Oňa ýylylyk göteriji diýilýär.

Işlenilen ýylylyk göteriji kanal arkaly aýrylýar. Şeýle üznüksiz hereket edýän enjam praktiki hasaplamalara ýeterlik ýakynlaşdyrylan stasianar režim guralandyr.

Enjamyň işi şu aşakdaky ýaly jemlenilýär: materiala görä has ýokary temperaturasy bolan ýylylyk göteriji ýylylyk energiýany materiala geçirýär we ol gyzdyrylýar. Ýylylyk göteriji sowaýar we eýýam işlenilen görnüşde ýylylyk enjamdan çykarylýar. Ýylylyk enjamynyň işine baha bermek üçin maddy we ýylylyk balansyny düzýärler.

Maddy balanslarynyň esasynda fizika kursunda öwrenilen massanyň saklanma kanuny goýulandyr. Şu kanun boýunça ýylylyk enjamyna wagt birliginde ýüklenilýän materialyň agramy ΣG_m şol bir wagt birliginde ΣG_w enjamdan çykarylýan önümiň agramyna deň bolmaly.

$$\Sigma G_m = \Sigma G_w \quad (1)$$

Hakyky şertlerde agramyň gaýtargysyz ýitirilmegine syn etmek bolýar: daşalanda, materialdan çyglylyk aýyrlanda gaz görnüşli önümler, bölünýän himiki reaksiýanyň hasabyna we beýlekiler. Şu ýitgileri ΣG_p diýip bellesek onda maddy balansynyň ahyrky deňlemesini şeýle ýazmak bolýar:

$$\Sigma G_m = \Sigma G_w + \Sigma G_p \quad (2)$$

Şu deňlemäni hasaplamak üçin ulanylýar. Üznüksiz hereket edýän enjam üçin doly ýa-da onuň aýratyn zonasy üçin material balansy düzülýär. Wagtal-wagtal işleýän enjam üçin material balansy işiň sikline ýa-da materialyň agramynyň birligine düzülýär.

Ýylylyk balanslary: Energiýanyň saklanma kanunyna laýyklykda prosese berlen energiýanyň möçberi prosesiň netijesinde alnan energiýanyň möçberine deňdir. Ýylylyk enjamyna wagt birliginde Q_w ýylylyk energiýany saklaýan material we ýylylyk energiýany saklaýan ýylylyk göteriji

düşýär Q_m . Enjamdan şol bir wagt birliginde ýylylyk energiýany saklaýan, işlenilen ýylylyk göteriji we ýylylyk energiýany saklaýan ýylylyk bilen işlenilen material çykarylýar. Ýylylyk enjamynda ýylylyk göteriji bilen materialyň arasynda ýylylyk geçýän temperaturanyň daş-töwerekdäkä görä ýokary bolmagy sebäpli, ýylylygyň ep-esli bölegi daş-töwerege ýaýrap ýitip gidýär (gapylar açylanda we enjamyň gowşagrak ýerlerinden hem-de transport edilýän gurnawlaryň gyzmagy sebäpli). Gowy ýylylyk saklaýjylygy we jebislik ýylylyk enjamyň işini gowulandyrmaga mümkinçilik berýär. Her bir ýylylyk enjamynda ýylylygyň ýitmegi her ýagdaýda aýratyn hasaplanylýar. Wagt birlikleri şol ýitgileri Q_w diýip belläliň. Onda seredilen ýylylyk enjamy üçin ýylylyk balansyň deňlemesini şeýle ýazmak bolýar.

$$Q_m + Q_w = Q_g + Q_y + Q_s \quad (3)$$

ýa-da umumy görnüşde ýylylyk balansynyň deňlemesi şeýle ýazylýar:

$$\Sigma Q = \Sigma Q + \Sigma Q \quad (4)$$

ΣQ_g – ýylylygyň giriş stadýasynyň jemi

ΣQ_s – ýylylygyň sarp ediş stadiýasynyň jemi

ΣQ_y – enjamdaky ýylylygyň ýitgisiniň jemi

Ýylylyk balansy hem maddy balansy ýaly üznüksiz hereket edýän enjam üçin doly ýa-da onuň zonasy (bölegi) üçin wagt birliginde düzülýär. Wagtal – wagtal işleýän enjamyň ýylylyk balansy işiň siklini ýa-da işlenilýän maşyn birligine düzülýär. Ýylylyk balansy ýylylyk enjamynyň işini olaryň peýdaly täsir koeffisientini tassyklamak we işlenilýän materialyň birligine ýylylygyň udel sarp edilişini kesgitlemek maksady bilen analiz etmek üçin niýetlenendir. Şonuň üçin Q -

hasaplap ony işlenilen materialyň mukdaryna G gatnaşdyrmaly.

$$Q = Q/G \quad (5)$$

4.3. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi

Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma daşky we içki ýylylyk proseslerine bölünýärler. Daşky ýylylyk prosesleri ýylylygyň ojagy bolan ot, ýylylyk gazy ýa-da ýyly howa arkaly termiki gaýtadan işlenilýän materiala olaryň daşyndan ýylylyk ýetirilýär. Gaýtadan işlenilýän materialyň içinden ýylylyk geçirme prosesine içki ýylylyk çalyşma prosesi diýilýär.

Daşky we içki ýylylyk çalyşma prosesi konweksiýa, şöhlelenme we ýylylyk geçirijilik netijesinde ýerine ýetirilýär. Peçleriň we guradyjylaryň esasan gazlar bilen ýagny ýangyjyň ýanmagy netijesinde emele gelen önüm bilen ulanylýar. Peçleriň iş kamerasynda gazlar öz ýylylygynyň belli bir bölegine bişirilýän materiallara berýär.

Gaýdyp gelýän, gazlaryň temperaturasy ýokary bolsa olary atmosfera çykaryp goýbermezden oň ýylylyk ulanylýan agregatlara goýberýärler.

Olaryň peçlerdäki hereketi ýylylyk çalyşma we tehnologiýa prosesine täsir edýär. Gazlaryň tizliginiň akymy hereketiniň prosesleri gerek bolan temperaturany paýlamaklyga gözegçilik etmeli.

Gerekli temperatura we alnan anyk ölçegi häsiýetine ýetirmek üçin ýangyç ýanan wagtynda howa bilen ýangyç belli bir mukdarda goýulmalydyr.

Gazlaryň peçlerdäki hereketi gazlaryň deňagramlygy dürli bolany üçin (tebigy hereket) ýa-da ýörite agergatlar ulanylmagy netijesinde (mejbury hereket) ýerine ýetirilýär.

Materialyň we önümleriň ýylylyk bilen işlenilmegi köplenç ýagdaýda taýýar önümiň hilini kesgitleýär. Material ýylylyk bilen işlenende onuň düzümi emele gelýär, fiziki-

himiki öwrülišikler bolup geçýär, ýylylyk we massa alyş prosesleri geçýär, dartgynly ýagdaý döreýär. Bu prosesler fizikikanyň we himýanyň esasy kanunlaryna tabyn bolýarlar. Materiallary we önümleri işlemek üçin döredilýän ýylylyk, massa çalyşma we gidrodinamiki prosesleriň toplumyny aňladýar.

Döredilen ýylylyk rezimiň hasabyna materiallarda fiziki-himiki prosesler bolup geçýär, meselem, gatamak, bişmek, çişmek we ş.m. Ýylylyk rejiminde işçi serişde (gaz, howa, bug) işlenilýän materiala täsir edýär. Bu täsir ediş ýylylyk we massa çalyş prosesini materiala (başlangyç çig mal) tabşyrylan häsiýetleri bermek üçin ýylylyk hem massa çalyşma täsiriniň kanunalaýyk toplumydyr. Ýylylyk we massa çalyş prosesini şunuň üçin ýörite guralan: peçlerde, guradyjylarda, ýylylyk bilen işlenilýän kameralarda geçirilýär.

Massa çalyşma prosesleri materiala berilýän ýylylygyň mukdaryna bagly bolany üçin, içinde ýylylyk we massa çalyşma prosesleri geçirilýän enjamlary, umuman ýylylyk enjamlary diýip atlandyrylýar. Ýylylyk enjamlarynyň beýleki islendik ýylylyk alyş enjamlaryndan ýa-da ýylylyk dwigitellerinden esasy tapawudy - onda materialyň tehnologiýa taýdan gaýtadan işlenilmegi üçin ýylylyk energiýasynyň ulanylmagy bolup durýar. Ýylylyk enjamlarynyň işiniň effektivligine onda peýdaly ulanylan ýylylyk energiýasynyň mukdary bilen baha berilýär.

Eger ýakylýan çig malyň düzüminde ýeňil ereýän maddalar bolsa ýokary temperatura tasirinde bu maddalar eräp suwuk madda emele getirýär. Bu suwuk madda beýleki gaty maddalaryň arasyndaky boşlygy doldurýar. Bu suwuk madda käwagtlar gaty maddalaryň arasyndaky boşlygy doldyryp olar bilen himiki reaksiýa girişmeýär beýleki ýagdaýlarda bolsa suwuk madda gaty maddalaryň arasyndaky boşlygy doldyran wagtynda gaty maddalary özüniň düzüminde bir bölegini eretmegi mümkin.

4.4. Gazlaryň hereketiniň görnüşleri

Peçleriň esasan gazlar bilen ýagny ýangyjyň ýanmagy netijesinde emele gelýän önüm bilen ulanylýar. Peçleriň iş kamerasynda gazlar öz ýylylygyny belli bir bölegini önüme we materiala berilýär. Yzyna gaýdýan gazlaryň temperaturasy ýokary bolsa olary atmosfera çykaryp goýbermezden öň ýylylyk üçin ulanylýan enjama ugradylýar.

Gazlaryň peçlerdäki hereketi ýylylyk çalyşma we tehnologiýa prosesine täsir edýär. Gazlaryň tizliginiň ugrukdyryş hereketiniň häsiýetiniň prosesi gerek bolan temperaturany paýlamagy sazlap berýär. Gerekli temperatura we ýananyň anyk ölçemek we häsiýete eýe bolmagy üçin ýangyç ýanýan wagtynda howa bilen ýangyç belli mukdarda goşulýar. Gazlaryň peçleräki hereketi gazlaryň deňşdirme agyrlýgy dürli bolanlygy üçin (tebigi hereket) ýa-da ýörüte enjamlary ulanmagyň netijesinde (mejburi hereket)

Gazlaryň mehanikasynda kuwwatlygy basyş arkaly aňladylýar. Basyşyň ölçegi birligi N/m^2 . Gazlaryň geometriki, statiki (deňagramly ýagdaý) we dinamiki basyşlar bar.

Geometriki basyş, gazlaryň tebigy hereketi netijesinde emele gelýär. Geometrik basyş peçiň içindäki gazyň daş-töwerekdäki ýa-da peçiň iş kamerasyndan gazlaryň deňagramlygyndan pes bolany üçin emele gelýär. Eger gaz, atmosfera hasabyndan ýeňil bolsa ýokaryk hereket edýär.

$$P_{\text{geom}} = H(\gamma_n - \gamma_g) \quad N/m^2 \text{ geometrik basyş} \quad (6)$$

P_{geom} - geometrik basyş;

H - belli bir bölümüniň agyrlýk merkezinden nula deň aralygy;

γ_n - howanyň deňagramlylygy;

γ_g - gazyň deňagramlylygy.

Deňagramlylykda γ_g deň bolan gazlaryň gaz üstüniň geometriki basyşy aşakdaka deň bolýar.

$$H_{\text{geom}} = \frac{P_{\text{geom}}}{\gamma_g} \quad (\text{m}) \quad (7)$$

Statiki basyş, belli bir gapdaky gazy we daş-töweregindäki basyşyň tapawudyna statiki basyş diýilýär. Bu basyşy manometr kömeginde onuň ölçegi turbajygy gazyň hereketine perpendikulýar goýmak bilen kesgitlenilýär.

$$H_{\text{stat}} = \frac{P_{\text{stat}}}{\gamma_g} \quad (\text{m}) \quad (8)$$

H_{stat} – gaz üstüniň statiki basyşy;

P_{stat} – manometr arkaly kesgitlenýän gazyň statiki basyşy.

Dinamiki basyş, hereket edýän gazlaryň kuwwatyny (kinetiki kuwwat) döredýän basyşa dinamiki basyş diýilýär.

$$H_{\text{din}} = \frac{W^2}{2g} \quad \text{m/sek} \quad (9)$$

w^2 – gazyň hakyky tizligi.

H_{din} – dinamiki basyş

g – erkin gaçmāniň tizlenmesi

Iki sany dürli kesimde hereket edýän gazlary basyş arasyndaky baglanyşyk Bernulli kanuny bilen kesgitlenýär. (ideal gazlar hasaba alnanda).

$$H_{\text{geom}1} + H_{\text{st}1} + H_{\text{din}1} = H_{\text{geom}2} + H_{\text{st}2} + H_{\text{din}2} = \text{const} \quad (10)$$

5. Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar

5.1. Peçler we guradyjylar barada düşünje

Gaty ýangyçlary ýörite ojaklarda peçleriň iş kamerasynda ulanylýar. Eger ýarymgazly ojaklarda olaryň ýokarky böleginde ýene bir howa berýän ýeri bolýar, şonuň üçin gazlaryň ýanmagy doly bolýar.

Suwuk ýangyç ýakylanda forsunkalar ulanylýar (pes we ýokary basyşda ulanylýar). Gazly ýangyç gorelkalarda ýakylyşyny (howa bilen gaz doly garşdyrylanda gorelkalar we howa bilen gaz doly garyşdyrylanda ýanýar.

Ýarymfabrikat we başlangyç çig mala termiki gaýtadan işlemegiň netijesinde häsiýetleri önünden belgilenen önüme öwürmek termiki enjamlarda ýa-da peçlerde ýerine ýetirilýär. Ýarymfabrikat we başlangyç çig maly fiziki birigen suwy aýrmak üçin ulanylýan termiki enjamlara guradyjy diýip aýdylýar. Temperaturanyň artmagy bilen keramiki massalarda aşakdaky prosesler ýüz berýär. Fiziki birigen suw aýrylýar. Himiki birikmeleriň düzümindäki suw dargaýar we (di-) karbonat kislotasynyň uçyş prosesi ýüz berýär. Ýagny kristallýk birikmeler we ýokary temperaturaly silikat eritmeler emele gelýär. Şu kyn stadiýaly prosesleriň netijesinde berkidiji maddalar keramika önümleri we çüýşe önümleri peýda bolýar. Şu prosesler şyhtany we keramik massany dürli temperaturada we tizlikde geçip bilýär.

Guratma prosesi: Keramiki suspenziýalaryny köplenç pürkiji guradyjylarda guradylýar. Bular ýaly guradyjylardan çykan un (poroşok) 4-8% çyglylykda bolýar. Plastik ýa-da guýma usulynda alynan ýarymfabrikat keramiki önümlerini önünden taýýarlanan kadasy boýunça tunel ýa-da konweýer guradyjylarda ýerine ýetirilýär. Sement alynýan prosesi wagtynda suspenziýadäki suw aýlanma peçlerde prosese başlangyç basgyçda ugradylýar. Ýokary temperaturada

gaýtadan işlenende prosesi fiziki-himiki prosesleri görnüşi boýunça iki döwre bölünýär.

1.Temperatura 20-900⁰ C çenli;

2.900⁰C-den başga termiki gaýtadan işlemek we soňki temperatura çenli.

Şu prosesler netijesinde silikat önümleri ýokary mehaniki oda we kislotalara çydamly häsiýete eýe bolýar.

Ýylylyk enjamlarynyň klassifikasiýasy:

1.Ýylylyk enjamlarynyň işleýşi kadasy boýunça üzüksiz we üzlükli hereketdäki enjamlar

2.Tehnologiýa belli belgiler boýunça: Ýylylyk appatatlary aşadaky uly topara bölünýär:

a). Berkidiji maddalar we odaçydamly önümler işläp çykarmak prosesinde kwadratlanan we un görnüşli çig mala termiki gaýtadan işläp berýän enjamlar;

b).Çüýşe we çüýşe görnüşli maddalar alnanda ulanylýan peçler;

ç).Keramika önümlerine gerek bolan önümleri işläp çykarýan peçler;

d).Keramika önümlerini kwadratlanan we un görnüşli maddalary guratmak prosesinde ulanylýan enjamlar (guradyjylar).

Temperatura ýokarlandygyça şu prosesler bolup geçýär. Fiziki birleşmelerden suw aýrylýar. Himiki birleşmelerdäki suw dargaýar we dikarbonat kislota geçiş prosesi bolup geçýär. Ýagny, kristallik birleşmeler we ýokary temperaturaly silikat eretmeleri hayal bolýar. Şu köp stadiýaly prosesleriň netijesinde berkidiji maddalar, keramiki önümler we çüýşe önümleri peýda bolýar. Bu prosesler keramiki massanyň düzümindäki dürli temperaturada we tizlikde bolup geçýär.

Peçleriň esasy elementleri:

1.Peçleri otlamak (othana) esbasy;

2.Peçleriň iş kamerasy: ýagny termiki önüm ýerleşýän ýeri;

3.Işlenip bolan ýa-da ýanyp bolan gazlaryň ýylylygyny gaýta goýulýan enjamlary;

4. Tüsse çekýn we ýel berýän enjamlary;

5. Aýlanma peçi.

Keramika senagatynda ulanylýan peçler: Keramika önümlerini işläp çykarýan proseslerinde üzlükli we üzlüksiz işleýän peçler ulanylýar.

Üzlükli peçler hereketine görä bir kameraly mufel peçler we tejribehanalarda ulanylýan enjamlar.

Üznüksiz usulda işleýän peçler hataryna üznükli köp kameraly peçler, tunnel peçler, konweýerli peçler, elektro peçler şu peçler üznüksiz işleýär.

Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen abzallar: Gaty ýangyja mahsus bolan ojaklarda ýa-da peçleriň iş kamerasynda ýakylýar. Ojaklaryň ýönekeý ýarym gazlary bölünip aýrylýar. Eger ýarym gazly ojaklarda olaryň depe böleginde ýene bir howa berilýän ýeri bolýar. Şonuň üçin gazyň ýanmagy doly bolýar. Suwuk ýangyjy ýakmakda forsunkalar ulanylýar. (pes we ýokary basyşda) gaz görnüşli ýangyçlarda gorelkalarda ýanmagyny (howa bilen gaz) doly garyşdyrylanda gorelkalar we howa bilen gaz doly garylmaýan gorelkalar ulanylýar.

5.2. Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi

Guratma diýip, yzygiderlikde emele gelýän buglary daşky sredada aýyrmak (çykarmak) bilen çygy bugartmak usuly boýunça materiallardan aýyrmaklyga aýdylýar. Guratma prosesini amala aşyrmak şeýle ýagdaýda mümkin bolýar, egerde guradylýan materialyň üstünde suw buglarynyň basyşy (konsentrasiýa) daşky sredadaky suw buglarynyň basyşyndan ýokary bolsa, başgaça aýdanda $P_m > P_b$.

Guradylan materialda suw buglarynyň basyşy materialyň çyglygyndan, temperaturadan we çygyň material bilen baglanyşma häsiýetine bagly bolup durýar. Materialyň çyglylygynyň we temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen P_M artýar, çygyň material bilen baglanyşygynyň ýokarlanmagy

bilen bolsa P_M peselýär. Daşky sredada howadan ýa-da tüsseli gazlar bilen howanyň garyndysyndan durmagy mümkin.

Silikat önümçiliginde guratma başlangyç çig mal materiallary, ýarymfabrikatlar we taýýar önümler sezewar edilýär. Mysal üçin, sement önümçiliginde başlangyç çig mal komponentler hek we toýun gowy garyşdyrmagyň, seperasiýanyň we üwemegiň kadaly prosesini üpjün etmek üçin niýetlenendir.

Gaty ýangyjy guratma üweme prosesini gowylandyrmak, şeýle hem ýangyjyň ýylylyk berijiligini ýokarlandyrmak üçin geçirilýär. Keramiki önümçilikde çäge we toýun önümlere forma bermek üçin gerek bolan kesgitli çyglylykly komponentleri almak üçin guradylýar. Keramiki önümleri mehaniki berklik (termiki işlenmeleriň soňky basgançaklarynda gerek bolan) bermek üçin guradylýarlar.

Öňünden çygy aýyrmak şeýle hem sementiň, aýnanyň we beýleki silikat materiallaryň we önümleriň önümçiliginde ulanylýan gidrawliki (trepel, domna, granulirlenen şlak) we inert materiallarda geçirilýär. Materialdan çygyň bugarmagy üçin bugarmagyň teoretiki harçlanmasyna we ýylylyk ýitgileriň kompensasiýasyna laýyk gelýän kesgitli ýylylyk mukdaryny girizmek hökmandyr. Ýylylyk mukdary guratma usulyna, guradyjynyň konstruksiýasyna we çygyň material bilen baglanyşygynyň formasyna baglydyr. Materiallary we önümleri guratma tebigy we emeli bolup biler. Tebigy guratma açyk howada ýa-da bassyrmanyň aşagynda geçýär. Şonda guradyjy agent bolup atmosfera howa durýar. Materiallary emeli guratma gyzdyrylan howa ýa-da tüsseli gazlar bilen ýörite gurluşlarda, guradyjylarda geçirilýär. Dürli silikat materiallary we önümleri emeli guratmagyň udel agramy 80-90%-den geçýär.

Ýylylyk guradylýan materiala ýylylygy bermegiň üç usuly boýunça berilmegi mümkin:

- a) Konweksiýa – materialy gyzgyn howa ýa-da tüsseli gazlar bilen ýuwmak;

- b) Ýylylyk geçirmek – guradylýan materialyň guradyjynyň gyzgyn üsti bilen galtaşmagynyň hasabyna;
- c) Şöhlenenme – materiallary elektrik ýa-da gaz gyzdyryjylarynda infragyzyň şöhleleri bilen şöhlelendirmegiň hasabyna.

Sement, aýna we keramiki önümçiliklerde guratmagyň has giňden ýaýrany konwektiw guratmak bolup durýar, emma olarda hem ýylylygyň kesgitli mukdary materiala hem şöhlenenme, hem ýylylyk geçirijiligiň üsti bilen berilýär. Her bir material we önüm üçin guratma kadasy materiallaryň fiziki-himiki häsiýetlerinden we niýetlenişine bagly bolup durýar. Eger-de meselem, çägiň tüsseli gazlar bilen 700-900 °C temperaturada guratmak bolar (çyglary aýyrmagyň islendik tizligi bilen), onda keramiki önümler üçin toýuny 400 °C ýokarda gyzdirmek rugsat edilmeyär. Sebäbi toýun plastikliğini ýitirýär. Çylşyrymly görnüşli forma berilen keramiki önümler üçin başlangyç temperaturasy 100 °C-dan ýokary bolmadyk haýal guratma prosesini geçirmek gerek (önümiň deformasiýasynyň we jaýrylmagyň ýüze çykmagyny döredýän ýygirt emele gelmegiň önüni almak üçin).

Gaty ýangyçda guratmanyň 150-200 °C temperaturasynda ýanyjy önümleriň wozgonkasy(gaty jisimiň suwuklyga geçmän, göni gaz görnüşine geçişi) başlanýar. Guradyjy agentiniň temperaturasynyň 700-800 °C ýokary galmagy guratmada we haýal sowadylanda domna granulirlenen şlakyny, galyplaryň, trepeliň gidrawliki aktiwliginiň peselmegine getirýär.

Guratma çylşyrymly kolloid-ýylylyk prosesi bolup durýar, üstesinede çygyň aýrylmagy materialyň häsiýetiniň käbir üýtgemelerine getirýär we bu üýtgame çygyň material bilen baglanyşygynyň görnüşinden bagly bolup durýar. Guratma teoriýasy kapillýarlar boýunça çygyň hereketiniň şertine, onuň material bilen baglanyşygyna baglylykda bugarma tizligine we ýylylyk we massa çalyşma şertine seredýär.

5.3. Material bilen çyglylygyn baglanyşygy

Çygyň materiallar bilen baglanyşyklarynyň görnüşleriniň doly klassifikasiýasyny akademik P.A.Rebender işläp düzdi. Çygyň material bilen baglanyşyklarynyň görnüşlerini bölmeginiň esasynda, çyg aýrylanda bu baglanyşygy bozmak üçin hökmany gerek bolan energiýa ululygy kabul edilen. Bu klassifikasiýa laýyklykda baglanyşygyň esasy formalary bolup himiki, fiziki-himiki we fiziki-mehaniki formalar durýar.

Himiki baglanyşan çyglylyk, bu material bilen kesgitli takyk gatnaşykda stehiometriýa kanuny boýunça birleşýän we täze madda emele getirýän çyglylykdyr. Ol material bilen ion ýa-da molekulýar güýçleriň hasabyna saklanýar we guratma usuly bilen aýyrmak mümkin däl; bu çyg ýa köýdürme usuly bilen ýa-ha materiala himiki reagentleri täsir etdirmek bilen aýrylýar.

Çygyň material bilen baglanyşygynyň himiki formasyna mysal edip, toýuny düzýän minerallary kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), montmorillonit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), monotermit ($0.2\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$), ondan başga-da gips daşy ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) we beýlekileri aýtmak bolar. Gips daşyny suwsyzlandyрма materialyň 180-210 °C temperaturasynda, toýunly materiallaryň degidratasiýasy 450-500 °C temperaturada geçýär. Çygyň material bilen baglanyşygynyň fiziki-himiki formasy adsorbsion, osmiki we gurluş formalara bölünýär. Ol dürli gatnaşykda bolýar. Adsorbsion baglanyşyk daşky sredadan bug (gaz) molekulalaryny siňdirýän gaty fazanyň üstündäki artykmaç (erkin) energiýäniň bolmagynyň hasabyna ýüze çykýar. Çygyň üste siňdirilmegi bilen bir wagtda onuň maddanyň massasyna geçmegi ýa-da diffuziýasy bolup geçýär, başgaça aýdanda absorbsiýa prosesi bolup geçýär.

Bilelikde bu siňdiriji proseslere sorbsiýa diýilýär, bugartmak bilen çygy aýyrmak proseslere bolsa desorbsiýa diýilýär. Çygyň material bilen baglanyşygynyň adsorbsion

formulasyna mysal edip, gidrawliki goşuntgylary (diatomit, trepel) almak bolýar. Diatomit suwy, buglary we gazlary siňdiriji hökmünde ulanylýar. Çygyň material bilen baglanyşygynyň osmiki formasynda çyg materialda erginde erän madda bilen döredilýän basyşyň osmos basyşyň hasabyna saklanýar. Baglanyşygyň bu formasy organiki emele gelmäniň gözenekli gurluşly materiallary, hususanda ýokary polimer materiallary üçin häsiýetli bolýar.

Çygyň gaty material bilen baglanyşygynyň struktura formasyny osmiki çyglylyga degişli etmek bolýar. Baglanyşygyň bu görnüşi öň emele gelen gelliň gysylmagynda we gatamagynda ýüze çykýar, netijede çyg ýapyk öýjüklerde galýar. Baglanyşygyň struktura formasy inçe dispersli bentonitli toýunlar üçin häsiýetli hasaplanylýar. Çygyň material bilen baglanyşygynyň fiziki-himiki formasynda çyg materialda üst çekişini we kapillýar basyşyň hasabyna mikro we makro kapillýarlarda (açyk öýjüklerde) saklanýar. Mikrokapillýar diýip, radiusy 10^{-5} cm kiçi bolan kapillýarlara, makrokapillýarlar bolsa radiusy 10^{-5} cm uly bolan kapillýarlara aýdylýar.

Daşky sredadaky suw buglarynyň mikrokapillýarlara adsorbirlenmegi kapillýar kondensasiýasynyň hasabyna bolup geçýär. Kapillýar kondensasiýasynyň daşky sredanyň parsial basyşy bilen deňeşdireniňde mikrokapillýarlaryň meniskiniň üstünde suw buglarynyň has pes parsial basyşlarynyň netijesinde ýeri bolýar (meniskiň ýokarsyndaky bug has doýgun bolýar).

Makroöýjüklerde daşky sredanyň suw buglarynyň kondensasiýasy bolup geçmeýär, sebäbi suwuklygyň tekiz üstünde suw buglarynyň basyşy daşky sredadaky buglaryň parsial basyşyna ýakynlaşýar, başgaça aýdanda $P_m = P_n$. Makrokapillýarlar material suw bilen gös-göni galtaşanda çyg bilen doldurylýar. Makroöýjükleriň çygy material bilen baglanyşykly däl, şonuň üçin oňa erkin çyg ýa-da ölleýji çyg diýip atlandyrylýar.

Fiziki-himiki ýa-da fiziki-mehaniki çyg himiki baglanyşykda suwa garanda guratma usuly bilen aýrylýar. Erkin çyg şeýle hem mehaniki usullar bilen aýrylýar (basyş, wakuumirleme, filtrleme, sentrifugirleme). Materialyň deňagramly çyglylygy diýip materialyň üstünde suw buglarynyň basyşy daşky sredadaky suw buglarynyň parsial basyşyna deň $P_m = P_n$ bolandaky çyglylyga aýdylýar. Onuň bahasy materialyň fiziki häsiýetlerine bagly bolup durýar we ýeterlik ululyga ýetmegi mümkin. Meselem, açyk toýunyň deňagramly çyglylygynyň ululygy howanyň otnositel çyglylygynyň (ϕ) 20-den 90%-e çenli üýtgemegi bilen $W_d = 2.4\%$ -den $W_d = 10\%$ -e çenli ýokarlanýar.

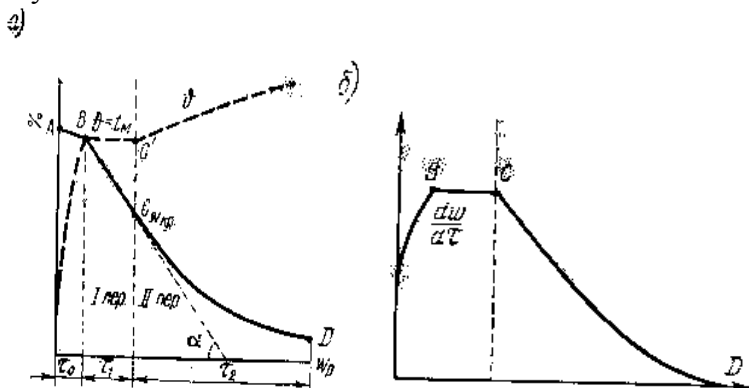
Gigroskopiki çyglylyk W_g materiala suw buglary bilen doýgunlaşan daşky gaz sredasy uzak wagtlap täsir edende çyglylyga laýyk gelyär, başgaça aýdanda $\phi = 100\%$. Guradyjy desganyň hasaplamasynda materialyň howa gury çyglylygy ýa-da laboratoriýa şertlerinde 102-105 °C-da 60 min dowamynda materialdan bugarýan çyglaryň saklanyşyny görkezýän analitiki çyglylyk düşünjesi ulanylýar. Işçi çyglylyk (meselem, gaty ýangyjyň) diýip emeli wentilýasiýa üçin deşigi bolan guradyjy şkafta 230-235 °C temperaturada materialdan bugarýan çygyň mukdaryna aýdylýar. Materialyň absolýut çyglylygy diýip, material absolýut gury ýagdaýa çenli guradylanda bölünip çykýan çygyň mukdaryna aýdylýar, başgaça aýdanda absolýut gury maddada hasaplanan çygyň prosentine görä saklanylýar.

5.4. Materiallary guratmagyň kinetikasy

Çygly materiallary guratma prosesi esasan, çygyň material bilen baglanyşygynyň formasyndan we guratma kadasyndan ýa-da materialyň üstünden çygyň bugarma şertlerine bagly bolup durýar. Guratma tizligi materialyň çyglylygynyň üýtgemegi bilen üýtgeýär.

Eger-de çyg berijilik prosesini materialyň çyglylygy guratma wagty koordinatalarynda grafiki şekillendirsek, onda (a) suratda şekillendirilen çygyň egri çyzygyny alarys. W_1 çyglylygy bolan materialy guradyja girizenimizde wagtyň başlangyjynyň uly bolmadyk dowamynda τ_0 girizilen ýylylygyň ählisi diýen ýaly materialy öl termometriň temperaturasyna $v=t_m$ çenli gyzdurmaga gidýär. Materialyň çyglylygy bu wagtdan oň AB uçastokda ujypsyzja üýtgeýär. BC uçastokda guratma tizligi $v=t_m$ goýlan temperaturanyň we çygyň bugarmasyna harçlanýan ýylylygyň we materialyň kabul edýän ýylylygynyň mukdarynyň arasyndaky deňagramlylygyň hasabyna hemişelik bolup galýar. Çygyň bugarmasy nähili bolsada açyk suwly üstde bolup geçýär. Bu bölümde birinji period ýa-da guratmanyň hemişelik tizlikli periody diýen ady aldy. C nokatdan soňra materialyň temperaturasy ýokary galyp başlaýar, guratmanyň tizligi bolsa peselýär.

C nokada degişli materialyň çyglylygyna kritiki çyglylyk diýilýär, D nokada ýetende materialda daşky guradyjy sreda bilen deňagramly çyglylyk W_d kesgitlenýär we guratma prosesi saklanýar.



Surat 6. Guratma wagtynda çyg materialyň koordinatasynnda ýylylyk beriji prosesi

a) materialyň çig beriji egrisi; b) $dw/d\tau$ materialyň guratma tizligi

CD bölüme deňişli ikinji period guratma tizliginiň gowşama (peselme) tizligi diýip atlandyrylýar. suratda (1) şekillendirilen $dw/d\tau$ guratma tizligi egri ýylylyk berijiniň islendik nokadyna galtaşýan α ýapgyt burçyň tangensi ýaly grafiki differensirleme usuly bilen kesgitlenýär

Guratma tizliginiň maksimal bahasy birinji periodda bolýar, haçanda α burç uly bolanda, başgaça aýdanda:

$$(dw/d\tau)_{\text{maks}} = \text{tg}\alpha_{\text{maks}} = \Delta w / \Delta \tau = N \quad (1)$$

Deňagramlylyk çyglylykda $\alpha=0$, diýmek guratmanyň tizligi hem nula deňdir. Eger ýylylyk berijiniň konfigurasiýasy çygyň material bilen baglanyşygynyň formasyndan bagly bolup durýar. Prof. M. F. Kazanskiý guratma prosesiniň termogrammasyny egri ýylylyk berijilik $W=f(\tau)$ bilen birleşdirip çygyň material bilen baglanyşygynyň görnüşine we formasyna baglylykda materialdan çygy aýyrmagyň yzygiderligini goýdy.

Ilkinji gezekde fiziki-mehaniki çyg-makroöýjüklerde, baglaýjy çyg we mikroöýjüklerdäki çyg aýrylýar. Şol wagtda, madda bilen gowşak baglanyşygy bolan fiziki-himiki çyglylyga deňişli bolan osmiki çyglylyk hem aýrylýar. Soňra bolsa polimolekulýar we monomolekulýar adsorbirlenen çyglylyk bölünip aýrylýar. Guradylýan materiallaryň köpüsi kolloidli kapilýarly-öýjükli jisimler bolýar we olarda ähli sanalyp geçilen çyglylygyň görnüşleri bolýar.

5.5. Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy

Silikat önümçiliginde materiallaryň we önümleriň guradylmagy esasan, termiki usulda geçirilýär. Şonda çyg guradyjy agent bilen materialyň ýa-da önümiň arasyndaky ýylylyk çalyşma netijesinde aýrylýar. Guratma prosesinde ýylylyk çalyşmada bir wagtda ýylylyk we çyg (massanyň)

geçmesi bolup geçýär. Guradyjy agentniň, çygyň we gaty jisimiň arasynda üznüksiz ýylylyk we massa çalyşma ýylylyk geçirijiligiň ähli görnüşlerinde bolup geçýär: konweksiýada, ýylylyk göterijide we şöhle göýberijide guradyjyda köplenç ýylylyk geçirijiligiň ähli görnüşleri bir wagtda ýüze çykýar, emme olar ýylylyk berişni eýe bolýan görnüşine görä atlandyrylýar. Hakykatdanda, mysal üçin, guradyjy agent hökmünde howa ýa-da tüsseli gazlar ulanylýan guradyjylarda konwektiw ýylylyk artyk bolýar, şonuň üçin hem olar konwektiwli guradyjylar adyny aldylar. Açyk üstde suwuň bugarmasynyň tizligine täsir edýän fiziki parametrleriň arasyndaky baglanyşygy goýýan massa çalyşmanyň umumy deňlemesi Daltonyň kanunyna esaslanan formula görnüşinde bolýar:

$$q_{\text{çig}} = CF(P_d - P_p)760/B \text{ kg/sag, (2)}$$

Bu ýerde

$q_{\text{çig}}$ - 1 sag dowamynda bugarýan suwuň mukdary, kg’

F – bugarma üsti, m^2 ;

P_d – bugarma üstüň temperaturasynda doýgun suw buglarynyň basyşy,
mm.sim.süt.;

P_p – töwerekdäki howada suw buglarynyň parsial basyşy,
mm.sim.süt.;

B – bugarma bolup geçýän barometriki basyş,
mm.sim.süt.;

C – üst ýüzüň bugarma koeffisiýenti.

Gaty materialyň çygly üsti bilen suwuň bugarmagynyň intensiwligi hem Daltonyň kanunynyň esasynda alnan formula bilen aňladylýar:

$$q_t = 0.04075 w^{0.8} (P_d - P_p) \text{ kg/m}^2 \text{ sag. (3)}$$

Bu ýerde w - materialyň üstünde howanyň tizligi, m/sek.

(1) formulany ulanmak üst bugarma koeffisientiniň san maglumatlarynyň ýokdugyna görä kyn. (2) formula kiçi temperaturanyň üýtgäp durmalarynda guratma tizliginiň ýakynlaşan hasaplamalary üçin ulanylmagy mümkin. Guratma tizligi birinji periodda aşakdaky formula boýunça hasaplanýar:

$$N = dw/d\tau = 100 F \varphi_T / G_{\text{gury}} \% \text{ sag,} \quad (4)$$

Bu ýerde

F – bugarmanyň üsti, m^2 ;

G_{gury} - absolýut gury materialyň agramy, kg;

Guratmanyň umumy dowamlylygy indiki formula boýunça hasaplanýar:

$$T - 1/N [W_1 - W_{\text{kn}} + 2.3(W_{\text{kn}} - W_d) \ln \{ (W_{\text{kn}} - W_d) / (W_2 - W_a) \}] \quad (5)$$

Bu ýerde

W_1 - materialyň başlangyç çyglylygy;

W_2 - ahyrky çyglylyk;

W_{kn} - materialyň getirilen kritiki çyglylygy;

W_d – deňagramly çyglylyk.

Has ygtybarly bolup üsti ýuwup gidýän howanyň temperatura meýdançasynnda we jisimiň üstünde ýylylyk çalyşma prosesini beýan edýän differensial deňlemeleriň ulgamlaryny özgertme usuly bilen alnan kriterial deňlemeler durýar. Suwuklygyň bugarmasy ýok bolanda ýylylyk berişini umumy deňlemesi kriterial görnüşde aňladylýar:

$$N_u = A \text{Pr}^m \text{Re}^n \theta^k \quad (6)$$

Bu ýerde N_u - Nusseltanyň kriteriýasy; $N_u = ad/\lambda$

Pr - Prandtlýanyň kriteriýasy; $\text{Pr} = \nu/\alpha$

Re - Reýnoldsyň kriteriýasy; $\text{Re} = \omega L/\nu$

θ - temperatura faktory; $\theta = \Delta t / \Delta t$

Temperatura faktory Reýnoldsyň kriteriýasyna girýän akymyň tizligi W_1 bilen kesgitlenýär, Prandtlýanyň kriteriýasynyň bahasy bolsa howa üçin praktiki üýtgemän galýar. Onda (9.3) deňleme konwektiw ýylylyk çalyşma şertini häsiýetlendirýän umumy belli görnüşe eýe bolýar:

$$Nu = Ar \epsilon^m \quad (7)$$

Bugarma üstüne perpendikulýar hereket edýän suwuklyk akymynyň bolmagynda massa çalyşma bilen alnyp barylýan ýylylyk çalyşmada köplenç ýylylygyň molekulýar geçişi tizlenýär, bu bolsa ýylylyk çalyşmanyň koeffisientiniň ulalmagyny ýüze çykarýar.

Bugarma bolýan wagtynda ýylylyk çalyşmanyň kriterial deňlemesi indiki formula bilen aňladylýar:

$$Nu = Ar \epsilon^n (1 + K)^m \quad (8)$$

Bu ýerde K - massa çalyşmany hasaba alýan kriteriýa;

$$K = mL / Mg \quad (9)$$

Bu ýerde , m -bugarmanyň intensiwligi, $kg/m^2 \cdot sag$;

M -suwuklygyň molekulýar agramy.

(7) formula guratma prosesiniň ýylylyk fiziki barlaglarynda we hereket edýän guradyjylaryň işiniň analizinde ulanylmagy mümkin. Ýöne ol formula täze materiallar üçin täze guradyjylaryň proyektirlemesinde ulanylmaýar, sebäbi guratmagyň intensiwliginiň ululygy m belli däl.

Konwektiw guratmada massa çalyşygyň täsirini erkin üstde suwuň bugarma kadasy üçin getirilen A.W. Nesterenkonyň formulasy boýunça kesgitlemek maslahat berilýär:

$$Nu = Nu_0 + Ar \epsilon^n Pr_f^{0.33} Gu^{0.135} \quad (10)$$

Bu ýerde

$Nu_0-Re=0$ bolanda Nusseltanyň kriteriýasynyň ululygy;

$Re^n Pr_f$ - gaz akymynyň ortaça temperaturasynda Reýnoldsyň we Prandtlýanyň deňlemesi; Gu - Guhmanyň kriteriýasy;

$$Gu=(T_s-T_m)/T_s; \quad (11)$$

Bu ýerde T_s we T_m - sredanyň we suwuň bugarýan üstüniň temperaturasy, K.

$Nu>80$ baha üçin $Nu_0=2$ ululykda ($Re=0$ bolanda) hasaba almasa hem bolýar. 9.7 formula girýän A we n hemişelikler Re kriteriýa baglylykda indiki ýagdaýda üýtgeýär:

Re	A	n
1-200	1.05	0.5
200-25000	0.385	0.57
25000-70000	0.102	0.73
70000-315000	0.025	0.90

5.6. Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi

Materialyň ýa-da önümiň howada ýygrylmagy diýip guratma prosesinde olaryň ölçegleriniň we göwrümleriniň kiçelmegine aýdylýar. Ol çyg bölünip aýrylanda ýüze çykýan üst dartyş güýjüň täsiri astynda geçýär.

Guratma prosesinde materiallaryň ýygrylma hadysasynyň uly ölçegdäki we çylşyrymly konfigurasiýadaky keramiki önümler üçin manysy örän uludyr. Çyzykly we göwrümlü ýygrylma tapawutlandyrylýar.

Otnositel çyzykly ýygrylma önümiň çyzykly ölçegleriniň başlangyç bahalaryndan üýtgeýişini häsiýetlendirýär we göterimde aňladýar:

$$\delta_{\ell} = \frac{\ell - \ell_1}{\ell} * 100\% \quad (12)$$

Otnositel göwrümli ýygrylmanyň ululygy başlangyç göwrümiň göterime üýtgeýşini görkezýär:

$$\delta_{\vartheta} = \frac{V - V_1}{V} * 100\% \quad (13)$$

Bu ýerde ℓ we ℓ_1 – ýygrylmanyň öň we soň önümiň çyzykly ölçegi;

V we V_1 - ýokardaky çyzykly ölçeglere laýyk gelýän göwrümler.

Göwrümli we çyzykly ýygrylmanyň arasynda baglanyşyk bolýar:

$$\delta_1 = 100 \left(\sqrt[3]{\frac{\delta_1}{100}} + 1 - 1 \right) \quad (14)$$

Ýönekeýleşdirilen hasaplamalar üçin kabul etmek bolar:

$$\delta_{\ell} = \frac{1}{3} \delta_{\vartheta} \quad (15)$$

Tejribeli maglumatlaryň esasynda ýygrylmanyň we bugaran çygyň mukdarynyň arasynda göni baglylyk goýlan:

$$\ell = \ell_o(1 + \alpha_1 W) \quad (16)$$

bu ýerde: ℓ – W çyglylykda jisimiň ölçegi;

ℓ_o – absolýut gury jisimiň ölçegi;

α_1 – jisimiň 1% çyg aýrylanda onuň ölçeginiň üýtgeýşini görkezýän

çyzykly ýygrylma koeffisienti.

A.W. Lykowyň maglumatlary boýunça moskwa toýunlarynyň çyzykly ýygrylma koeffisientleriniň indiki bahalary bolar: Çeremuşkin toýuny – 0.006; Nižnokotel toýuny – 0.007; Kuçin toýuny – 0.0078. Toýunyň ýygrylmasyny horlandyryjylary – ýakyn toýun, çäge, şlak goşmak bilen azaltmak bolar. Olar formalaýjy çyglylygyň peselmegine ýardam berýär, diýmek çyzykly ýygrylmany hem peseldýär. Şeýlelik bilen horlandyryjylar goşylanda toýunly önümleriň ýygrylmasynyň ululygy pes bolmanda 10 – 12%-e ýetýär. Toýunlaryň we keramikki önümleriň ýygrylmasy guratmanyň hemişelik tizlikli periodynda bolup geçýär. Şonuň üçin bu period has jogapkärli bolup durýar, sebäbi ýygrylma deň ölçegsiz bolanda jaýrygyň ýüze çykmagy mümkin

5.7. Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri

Has giňden ýaýran guradyjy agent bolup gyzdrylan howa ýa – da howanyň tüssesi gazlar bilen garyndysy durýar. Gury gaz we suw bugy guradyjy desganyň işçi gazynyň düzüji bölegi bolup ideal gazlaryň we gaz garyndylaryň belli termodina-miki kanunlaryna boýun egýär. Daltonyň kanuny – gazlaryň garyndysynyň umumy nbasyşy garyndyny düzýän gazlaryň parsial basyşlarynyň jemine geňdir:

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n \quad (17)$$

Howa görä Daltonyň kanunyny aşakdaky görnüşde ýazmak bolar:

$$B = p_n + p_b \quad (18)$$

bu ýerde B – barometriki basyş;

P_b we P_h – suw bugunyň we gury howanyň parsial basyşy.

Ideal gazyň parametrleriniň arasyndaky baglanyşyk
Klaýperonyň deňlemesi boýunça aňladylýar:

$$PV = GRT \quad (19)$$

bu ýerde P – gazyň basyşy; Pa
 V – gazyň göwrümi; m^3
 G – gazyň massasy; kg
 R – uniwersal gaz hemişeligi; $R=8.32 \cdot 10^3$
 $J/(grad \cdot kmol)$
 T – absolýut temperatura. K
 $1m^3$ gury gazyň massasyna (kg) dykzlyk (ρ) diýilýär.
 $1kg$ gazyň göwrümine udel göwrüm (v) diýilýär.
 Klaýperonyň deňlemesinden alýas:

$$\rho = G/V = P/RT ; \quad v = V/G = RT/P , \quad (20)$$

bu ýerden

$$\rho = 1/v \text{ we } v = 1/\rho .$$

Gazyň absolýut çyglylygy diýip, $1m^3$ çygly gazda saklanýan suw bugunyň massa-syna aýdylýar we ρ_b bilen belgilenýär. Ölçeg birligi kg/m^3 .

ρ_b absolýut bahalarynyň kiçidigine görä onuň ölçegini g/m^3 kabul edýärler.

Gaza suw buglary goşylanda (ýa – da gaz sowadylanda) doýgunlaşma ýagdaýa gelýär, ondan soňra bug kondensirlenýär. Howada suw buglarynyň maksimal mümkin bahasyna olaryň saklanyşynyň çäkliligi ýa – da doýgunlaşma ýagdaýy diýip atlandyrylýar. Doýgunlaşma geçýän temperatura bolsa gyraw nokada ýa – da doýgunlaşma temperaturasy diýilýär. $\rho_b < \rho_d$ bolanda we şol temperaturada suw bugy gyzdýrylan ýagdaýda bolýar.

Otnositel çyglylyk ϕ , ýa – da gazyň doýgunlaşma derejesi diýip, $1m^3$ çygly buglarda saklanýan gazly massasynyň

(ρ_b) şonuň ýaly göwrümde, temperatura we basyşa suw buglarynyň çäklî saklanyşyna bolan gatnaşyga aýdylýar:

$$\varphi = \rho_n / \rho_b \cdot 100 \% \quad (21)$$

ýa – da Klaýperonyň deňlemesini ulanyp :

$$\varphi = P_n / P_b \quad (22)$$

Otnositel çyglylyk çyg gazyň hil häsiýetnamasy bolup durýar. Ol psihomeriň kömegi bilen ýa – da tablisalar boýunça kesgitlenýär.

Çyg saklaýjylyk: Tehniki hasaplamalarda absolýut çyglylygy (ρ_b) ulanmak çylşyrymly, sebäbi ol temperaturanyň üýtgemegi bilen üýtgeýän göwrüm birligine degişli bolýar. Çygsaklaýjylygy ulanmak has amatly. Ol garyndyda saklanýan 1kg gury gaza degişli grammda aňladylýan suw buglarynyň massasyna deňdir:

$$d = \rho_n / \rho_{g.g} \cdot 1000 \text{ g/kg gury gaz}, \quad (23)$$

Çygsaklaýjylygy suw bugunyň (T) temperaturasynda, P atmosfera basyşynda we V berlen göwrümünde parsial basyşynyň P_p üsti bilen aňlatmak bolar.

Klaýperonyň deňlemesini çygly gazy düzýän gury gaz we suw bugy üçin aýratyn ulanyp aşakdaky deňlemäni almak bolar.

$$\begin{aligned} P_b V &= \rho_n R_n T \\ P_g V &= \rho_g R_g T \end{aligned} \quad (24)$$

Birinji deňlemäni ikinjä aýry-aýry bölenden soňra alarys:

$$\frac{P_b}{P_g} = \rho_n R_n / \rho_g R_g \text{ bu ýerde } \rho_n / \rho_g = P_b R_g / P_g R_b \quad (25)$$

Gaz hemişeliginiň ululygy (R) $R=8320/M$ formula boýunça awagadro kanunynyndan kesgitlenýär; howa üçin $R\approx 462$ J/(kmol*grad) we bug üçin $R\approx 286$ J/(kmol*grad). Gazyň porsial basyşyny aşakdaky formula boýunça aňlatmak bolar:

$$P_g = P_w = B - P_n \quad (26)$$

P_g , R_g , R_b bahalary (9.20) deňlemä goýup alarus:

$$\rho_n/\rho_g = 286P_n/((B - P_n)462) = 0.622 P_n/(B - P_n) \quad (27)$$

Diýmek, gazlaryň çygsaklaýjylygy ahyrky görnüşde indiki formula boýunça aňladylyr:

$$d = 622 P_n/(B - P_n) \text{ g/kg gury gaza.} \quad (28)$$

5.8. Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy

Guradyjy desgalaryň ýylylyk hasaplamalarynda esasy parametr hökmünde 1kg absolýut gury howa degişli bolan çygly howanyň udel ýylylyk saklaýjylygy (entalpiýa) ulanylýar:

$$I = C_{g,h} \cdot t + 0,001 d \cdot i_b \text{ kJ/kg gury gaz,} \quad (29)$$

Bu ýerde $C_{g,h}$ – hemişelik basyşda gury howanyň ýylylyk sygymy, takmyny

hasaplamalar üçin bu ululyk $C_p = 1.00$ kJ/(kg*grad) diýip kabul edilmegi mümkin;

t – howanyň temperaturasy; °C

d – howanyň çygsaklaýjylygy; g/kg gury

howada;

i_b – suw bugunyň (gyzdyrylan) ýylylyk saklaýjylygy; kJ/kg.

Gyzdyrylan buguň entalpiýasy:

$$\dot{i}_b = \dot{i}_d + C_b(t_h + t_d) \quad (30)$$

bu ýerde \dot{i}_d – doýgun buguň entalpiýasy; kJ/kg;
 C_b – t_d -dan t_s -a çenli aralykda buguň ortaça
 ýylylyk sygymy;
 kJ/(kg*grad), bu ululyk ($p < 1$ bar bolanda) 1.97
 kJ/kg*grad deň edilip
 kabul edilýär;
 t_d – doýgunlaşma temperatura ýa – da gyraw
 nokadynyň temperatura-
 sy, grad.

L. K. Ramzininiň maglumalary esasynda doýgun suw
 bugunyň saklaýjylygyny temperaturadan çyzykly baglylykda
 aňlatmak bolar:

$$\dot{i}_d = 2493 + 1,97t_d \quad (31)$$

\dot{i}_d we C_b – bahalaryny formula goýup gyzdrylan suw
 bugy üçin ýylylyksak-laýjynyň bahasyny alarys:

$$\dot{i}_b = 2493 + 1,97t_d + 1,97(t_h + t_d) = 2493 + 1,97t_d \quad (32)$$

Çyg howanyň ýylylyk saklaýjylygy \dot{i}_b we C_b bahalaryny
 formula goýup L. K. Ramziniň formulasy boýunça kesgitlemek
 bolar:

$$I = 1,00t + 0,001d (2493 + 1,97t) \text{ kJ/kg gury howa} \quad (33)$$

Egerde ýylylygyň birligi deregine kkal kabul edilen
 bolsa, onda ýylylyksaklaý-jylyk aşakdaky formula boýunça
 aňladylar:

$$I = 0,24t + (595 + 0,47t) 0,001d \text{ kkal/kg gury howa} \quad (34)$$

6. Keramika önümçiliginiň guradyjylary we peçleri

6.1. Çyg mataeriallar üçin guradyjylar

Guratmagyň ýörüte görnüşleri radiassion, dielektrik we sublimassion görnüşlerden ybaratdyr. Şulara baglylykda hem guradyjylar termoradiassion, ýokary hilli we sublimassion görnüşlere bölünýär.

Guradyjylaryň gurluşy - guradyjylaryň konstruksiýasy dürli-dürlidir we alamatlary boýunça tapawutlanýar: ýylylygyň getirlişi (konwektiw, kontaktly); ýylylyk geçirijileriň ulanylşynyň tapawutlylygy (howaly, gazly, bugly) guradyjy kameradaky basyşyň ululygyna baglylykda (atmosfera, wakuum) prossiň guralyş aýratynlygy (periodik we yzygiderli) konwektiw guradyjylarda materialyň we guradyjy agentiniň belli bir ugra herekedi bolýar. Aşakda birnäçe guradyjylaryň toparyna seredip geçeris, bu guradyjylar silikat önümçiliginde giňden ulanylýar.

Kameraly guradyjylar - bu guradyjylar periodik täsir ediji apparatlar bolup, atmosfera basyşynda işleýärler. Olar önümçilikde materialyň uly bolmadyk masştaby üçin ulanylýar. Material bu guradyjylarda ýörüte galyplarda guradylýar. Ýöne, gysylan galyň gatlagy guratmaly bolanda şeýle görnüşli guradyjylar pes öndürjiligi bilen we ýokary yzygiderligi bilen tapawutlanýar. Mundan başgada, bularda guratmaklyk deňagramsyzdyr. Kameradaky temperaturanyň deňagramsyzlygynyň hasabyna şeýledir.

Tunel guradyjylar - bu guradyjylar koplenç guradyjy agentiniň resirkulýasiýasy bilen işleýär we olar köp mukdardaky materiallary guratmaklyk üçin ulanylýar, meselem keramiki ýasalan zatlar. Tunel gyraadyjysynyň intensiwligi kameraly guradyjydan az kem tapawutlanýar.

Lentaly guradyjylar -bu guradyjylarda guratmaklyk gyzgyn howa ýa-da ýangyç gazlary bilen amala aşyrylýar. Lentaly guradyjylar, tunelli guradyjylar ýaly örän

çylşyrymlydyr. Ony bejermek üçin käbir kynçylyklar ýüze çykýar, has takygy perekesleriň täsiri netijesinde; olaryň udel öndürjiligi onçakly ýokary däl, udel ýylylyk çykdaýjysy örän ýokary bolýar.

Diwarsow materiallary iki usul bilen guradylýar. Tebigi we emeli usullar bilen ýakmak üçin peçe goýberilýän ýarym önümiň çyglylygy 6-7% -den geçmeli däl. Galyplanan ýarym önümiň çyglylygy plastik usulda 22-24%, ýarym gury ýagdaýda 8-12% emele getirýär. Şonuň üçin ýakmazdan öň olary guratmak hökmandyr. Emeli usulda guratmak üçin has hem uly jaý gerek bolýar. Tebigi usulda 8-12 gije-gindüz gerek bolýar. Şonuň üçin ýarym önümi ýörite guradyjylarda guradýarlar. Munda guratmak döwri azalýar. Guratmak üçin kameraly we tunel guradyjylar ulanylýar. Kameraly guradyjylarda 16,24,32 we ondan hem köpräk başga kameralardan ybarat bolup bu kameralara bir umumy kanaldan ýyly howa goýberilýär we ulanylan howa kanal arkaly sorup alynýar. Kameranyň içinde ýarym önümi ýerleşdirmek we ony çykaryp almak üçin agyr zähmet sarp edilýär. Tunel guradyjylarda guradylanda guratma prosesi 40-80 sagat dowam edýär. Kameraly guradyjyda bolsa guratma prosesi 100 sagada çenli dowam edýär. Tunel guradyjynyň uzynlygy 30-36 m, beýikligi 1,4-1,7 m, ini 1,15-1,4 m bolýar. Guradyja goýberilýän proses howanyň temperaturasy 80°C, guradyjydan çykýan wagty bolsa 25-40°C bolýar.

Kameraly guradyjyda howanyň temperaturasy girýän wagty 100-140°C-e çenli, çykýan wagty 30-50°C bolýar. Önüm guradyjyda guradylan wagtynda ilki bilen sowuk howa ýyly önüm bilen garşylaşýar onuň ýüzündäki çyglylyk aýrylýar. Netijede önüm içki gatlagy bilen ýüzüniň arasyndaky çyglylyk özara tapawut edýär. Bu çyglylyk gradienti diýilýär. Çyglylygyň şu tapawut tasiri ýyly howa täsiri artyp bardygyça önümiň içki gatlagy gyzyp başlaýar. Içki gatlakdaky suw çyglylygy azrak bolup, ýüze gatlagyna garap hereket edýar. Ýyly howa täsiri astynda önümiň içki gatlakdaky temperatura

ýüze gatlakdaky temperatura garanda pesiräk bolýar. Bu temperatura gradiýenti diýilýär. Önüm guradylanda önümiň ýüzündäki çyglylygyň uçup çykmagyna daşky diffuziýa diýilýär. Önümiň içki gatlagyndan ýüze tarapa suwuň hereketlenmegine içki diffuziýa diýilýär. Önümi guratmakda birinji basgançakda temperatura tizligini götersek daşky diffuziýa tizlik bilen baryp içki diffuziýa yzda galýar. Netijede önümiň ýüzesinde ýaryklar peýda bolýar. Ýaryklar peýda bolmazlygy üçin guratma prosesi ilki basgançakda haýalrak alyp barylýar. Ondan başgada daşky diffuziýa bilen içki diffuziýa mukdary biri-birine deň bolmalydyr. Önümiň içinde hereket edýan suwuklygyň mukdary aşakdaky fomula bilen kesgitlenýar.

$$I=K\gamma_0(\Delta U \pm \delta \Delta t) \quad \text{kg/m}^2\text{sagat} \quad (1)$$

i-guratma intensiwligi ýa-da 1m^2 ýüzünden bir sagat dowamynda uçup çykýar, suwuklygyň mukdarynyň çyg geçirijiligi

K- koeffisient;

γ_0 - absolýut gury materialyň deňeşdirme agyrllygy;

ΔU - çyglylyk (gradiýenti) tapawudy;

Δt - (gradiýent temperatura) Temperatura tapawudy;

\pm - önümi guratma prosesinde iki dürli ýagdaý bolmagy mümkin;

δ - ýylylyk we çyglylyk geçirýän koeffisenti $\%/\text{grad}$.

Şeýlelikde önümi guradylanda suwuklyk hereketi çyglylyk gradiýenti temperatura gradiýentiniň hasabyna emele gelýar. Çyglylyk gradiýenti netijesinde herekete gelen suwuklygyň ugrukdyrlyşy te mpe ratura gradiýenti netijesinde herekete gelen suwuklygyň ugry bilen bir meňzeş bolsa formulada (t) aзылýar.(Muňa mysal bolup massa taýýarlamakda bug ýa-da ýyly suw ulanylşy mysal bolýar). Egerde çyglylygyň gradiýenti netijesinde herekete gelýän suwuklygyň ugrukdyrlyşy temperatura gradiýenti netijesinde

herekete gelyän suwuklyk ugrukdyrlyşy bilen birmeňzeş bolmasa formulada (-) goýulýar.

6.2. Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler

Keramika önümleri işläp çykarmak prosesinde üznükli we üznüksiz ýagdaýda işleýän peçler ulanylýar. Üznükli peçler hataryna bir kameraly mufel peçleri we tejribehanada ulanylýan abzallar girýär. Üznüksiz usulda işleýän peçkalara köp kameraly peçler, tunel peçleri, konweýerli peçler, elektropeçler girýär.

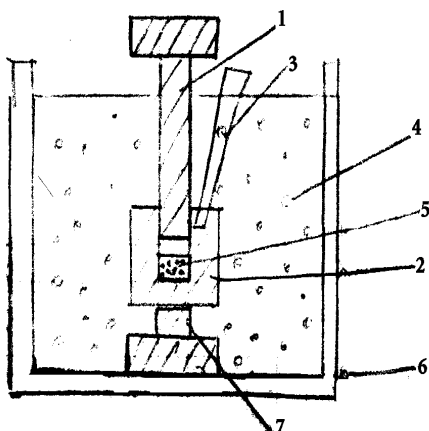
Keramiki materiallar bişirlen wagtynda dürli fiziki–himiki prosesleri bolup geçýär. Onuň netijesinde önümimiz belli derejedäki struktura emele getirýär.

Ekspluatasion häsiýetlere eýe bolýar. Bu proses has kyn bolup dürli ýollar bilen alyp barylýar.

Köýdürilen wagtynda emele gelyän fiziki–himiki prosesleri bişmegiň esasy sebäbi bolup, onuň netijesinde material belli dykzylyga, berkligi eýe bolýar ýa-da bişme prosesinde wagtlaýyn bolýan öýjüklerden pes temperaturada önüm bişýär.

Poroşok ýagdaýyndaky massa dykyzlanyp ýetişmäge ýokary temperaturara täsirinde hasyl bolýan kristal maddalara däneleri ownuk ýagdaýda bolýar. Bu däneler ulalyp ýetişmeýär çünki preslenýän güýjüň täsirinde olar dykyzlanýar. Alnan önümiň gurluşy ownuk dänejikler bolup, berkligi ýokary bolýar. Ýylylygy preslemek usuly aşakdaky abzalyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.

Bir wagtyň özünde hem presläp, hem gyzdymak usulyna ýylylykly preslemek diýip aýdylýar. Bu usulda preslemek we köýdürmek bir wagtyň özünde bolup geçýär. Şu wagtyň özünde bişme prosesi bolup geçýär. Bu usuly iň ýokary dykzylyga eýe bolup, önüm taýýarlananda ulanylyp bolar ýaly dykzylygy başga usullarda hasyl edip bolmaýar.



- 1 – grafitden taýýarlanan presleýji;
- 2 – grafitden taýýarlanan gap;
- 3 – termo par üçin trubka;
- 4 – ýylylyk geçiriji material;
- 5 – presporoşok;
- 6 – elektrik geçiriji abzal;
- 7 – abzalyň konstruksiýa detallary.

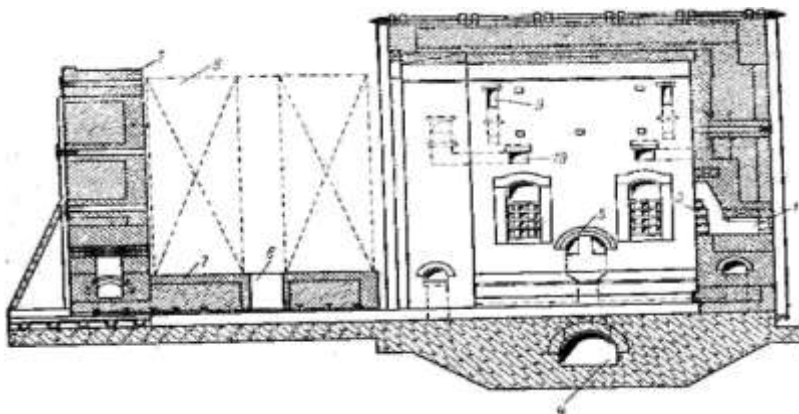
Surat 7. Presleýji enjam

Ýylylykly preslemek usulynyň artykmaçlygy, şundan ybarat ýönekeý ýagdaýda bişirmek üçin gerekli temperatura garanyňda azyrak ýokarlandyrylýar we önümiň hili ýokary bolýar.

Kameraly peçler: Iki kameraly ýa-da gornýý kameraly peçler 1-den 3 kamera çenli bolup bilýär.

Gornyy birinji kamerada (4) ýa-da aşakdaky kameradan ýokary temperatura alynýar (1350° - 1400°C -a çenli) esasan, keramiki önümlere bişirmek üçin niýetlenen ýokardaky kamerada (5) utel ýakylmagy geçirilýär.

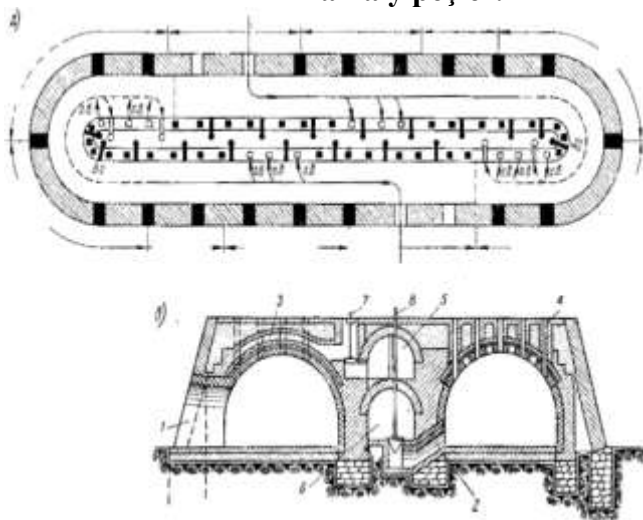
Gaz ýa-da toguň ýa-da forsunkalaryň kömeginde aşakdaky kameradan (1) ýokardaky şifre garap ugradylýar. Ýangyç ýanyp bolandan soň öz ýylylygyny önümlere berenden ýörite kanallar arkaly (2) turba geçirijä (3) goýberilýär we ýokardaky kamera garap hereket edýär. 900 - 1000°C temperatura berilendir. Utel ýakmaklyk geçirilýär.



Surat 8. Kameraly peç

1-ýangyç; 2- diwar; 3-keramiki gözenek; 4-bor; 5- tüsseli gazy çykarmak üçin aýna; 6- tüsseli gazy çykarmak üçin deşijek; 7- sadka üçin aşakgy hereketlendirji; 8- sadka; 9- sowuk howa bermek üçin aýna; 10- gyzgyn howany saýlamak üçin aýna.

Halkaly peçler.



Surat 9. Halkaly peç

a) iki otlama arkaly işleýşiniň shemasy; b) konstruksiýasy

1- ýörelýän ýeri; 2-öçelok; 3-gyzgyn kanal; 4- ýangyç trubasy; 5- merkezi gyzgyn kanal; 6- merkezi tüsse çykarýan kanal; 7- gyzgyn konus; 8- tüsse çykarýan kanal

- – aчык gyzdyrlan konus;
- – ýapyk gyzdyrlan konus;
- – tüsseli aчыk-konus;
- – tüsseli konus ýapyk.

Halkaly peçler 16 kameradan 23 kamera çenli bolup bilýär. Ol aşakdaky zonalardan ybarat:

- 1 – sadka – 1 kamera;
- 2 – doly guratmak we gyzdymak – 2 kamera;
- 3 – ýakmak zonasy – 1,5 kamera;
- 4 – ýylylyk almaýan we haýal sowatma zonasy – 1 kamera;
- 5 – sowatmak zonasy – 2 kamera;
- 6 – önümi düşürmek we boş kamera – 1,5 kamera.

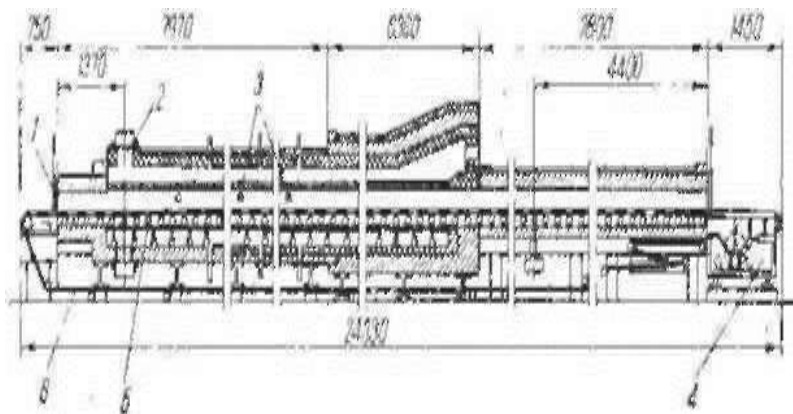
Konweýerli peçler: Konweýerli peçler rolikli, polkaly we lentaly konweýerden ybaratdyr. Konweýerler odaçydamly garyşmalardan ýasalandyr. Ondan başga-da keramikadan ýasalan rolıklar hem ulanylýar. Önümler lentaly rolıklere bir hatara düzülip goşulýar. Şonuň üçin hem terniki gaýtadan işlemek prosesi hem gysga bolýar (25-50 min). Konweýerli peçler ýokary öndürijilikli agregatlar bolup, olar işledilende iş güýjüne garanda az bolýar.

Konweýer peçleriň artykmaçlygy: olaryň tizligidir.

Kemçiligi: peçleriň metaldan ýasan bölejikleri tiz sandan çykýar.

- 1. Termiki gaýtadan işlemek – 1080⁰ C;
- 2. Glazurlanandan soň - 1200⁰ C;

Peçiň uzynlygy 20 m, ini – 1,3 m, boýy – 0,27 cm (kanallary iş zonasy). Peçleriň diwarlary şamotdan yasalan. Tehniki gaýtadan işlemek wagonetkalary 25-50 min. dowam edýär.

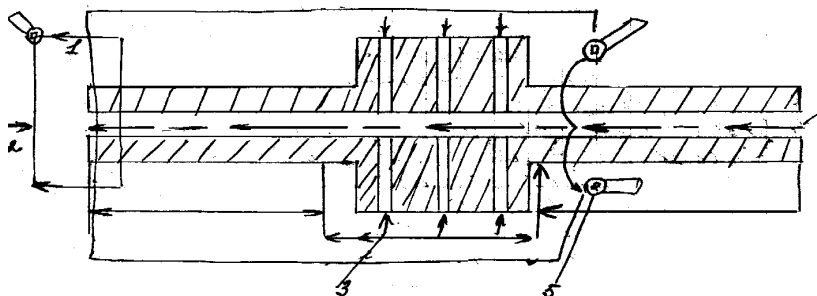


Surat 10. Konweýerly peç

1-gapak; 2-tüsse gazlary çykarmak üçin; 3- suw bugyny çykarmak üçin aýna; 4- geçirijili stansiýa; 5- rolik 6- lenta

Tunel peçleri: Tunel peçleri 1840 ýylda döredilen 1853 ýylda birinji tunel peçi işläp başlaýar. Bu peçler kerpiç bişirmäge niýetlenen ýöne gazlar wagonetkalaryň metal bölegini gazdyrandygy üçin tunel peçleri giňden ulanylmadyr. Diňe 1878 ýyldan başlap tunel peçleri giňden ulanylyp başlapdyr.

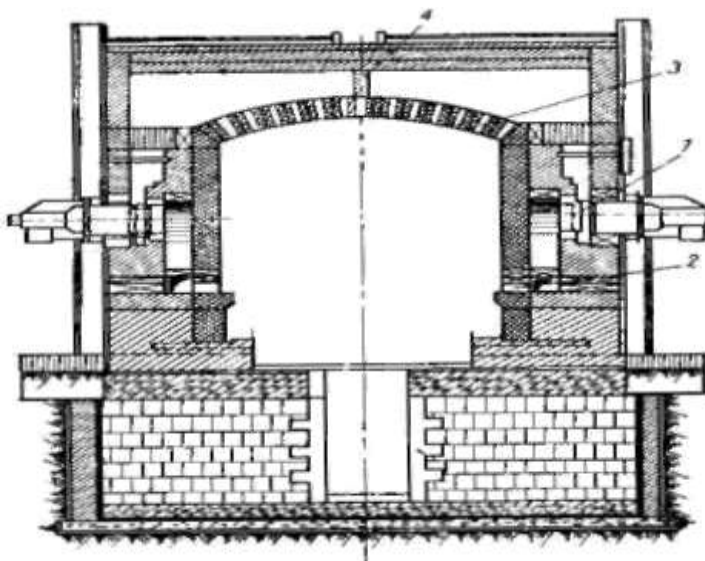
- 1 – ýanyp gutaran gaz;
- 2 – önüm ýerleşýän zona;
- 3 – ýangyç berilýän ýeri;
- 4 – sowatmaga goýberilýän howa ;
- 5 – sowuk howanyň artykmaç mukdary.



Surat 11. Tunel peçi

Önümder wagonetkalara ýerleşdirilip, wagonetkalar peçka salynýar. Peçiň içinde wagonetkalary herekete getirýän gidrawlitiki itergi bar. Peçiň gapma-garşy taraplaryndan önümleri sowatmak üçin howa. goýberilýär. Şu goýberilen howanyň mukdary ýangyjy ýakmak üçin gerek bolan howanyň mukdaryndan köp bolanlgy üçin 1 bölegi sowatma zonasyndan daşary göýberilýär.

Howanyň galan bölegi ýangyç bilen garyşdyrlyp ýakylýar. Emele gelen gazlar gyzdurma zonasyndaky önümlere öz ýylygyny berýär we ahyrynda morlaryň kömegi bilen daşary çykarylýar.

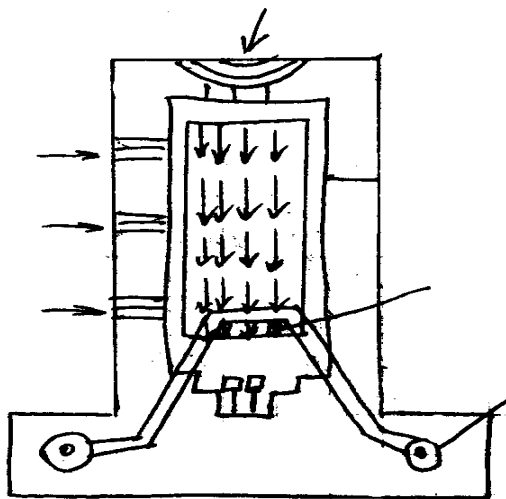


Surat 12. Içki resirkulýasyýasy üçin gyzgynaçydamly wentelýatoryň gurluşy

1- gyzgyna çydamly wentilýator; 2-çykarmak üçin aýna; 3- bermek üçin swodyň deşijekleri; 4- keramiki geçiriji

Tunel peçleri 3 zona bölünýärler:

1. Gyzdurma zonasy;
2. Ýokary temperaturaly zonasy;
3. Sowadyş zonasy.



Surat 13. Ýakma zonasy

Tunel peçiň kemçilikleriň biri: wagontkalaryň ýokarky we aşaky böleklerde temperaturalaryň birmeňzeş dälligi. Bu ýagdaýyň täsirini azaltmak üçin sowadyş zonasyndan, howanyň bir bölegi gyzdurma zonasyna goýberilýär.

Häzirki wagtda tunel peçiň iş zonalarynyň uzynlygy 100 m we ondan hem agtyk bolup bilýär. Ini 1,3-2,2 m çenli bolup bilýär. Boýy 2,5 metre çenli bolýar.

6.3. Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy

Presporoşogyň umumy häsiýetlerine aşakdakylar girýär:

1. Porosogyň düzümindäki berkidiji maddalaryň mukdary berkidiji madda görnüşinde suw ýa-da başga organiki maddalar ulanylyýar. Olaryň mukdary 2-3%-den 10-12% çenli bolup bilýär.

Eger berkidiji maddalaryň göwrüm mukdaryny alsak 8-10% -den 40% çenli bolýar.

2. Presporoşogyň hakyky dyklyzlygy. Materialyň göwrüm agyrllygy poroşogynyň düzümindäki gaty maddalaryň hakyky

dykzlygy alynýar. Bu materialyň göwrüm agyrllygy poroşogyň düzümindäki gaty maddanyň mukdary 30-35%, suwuk maddynyň mukdary 5-15%, howanyň mukdary 45-65% töweregi bolýar.

3. Poroşogyň dänelik düzümi. Poroşogyň dänelik düzümini massanyň dänelik düzüminden tapawutly bolýar. Massanyň dänelik düzümi diýlende massanyň düzümine girýän komponentiniň owratmak derejsine düşünilýär. Tehniki keramika önümleri işläp çykarmakda owradylan massadan berkidiji maddalaryň kömegi bilen granulýasiýa edilýär. Bular ýaly poroşogy dänelik dykzlygy massanyň dänelik dykzlygyndan tapawutlydyr.

4. Presporoşogyň dolduryjylygy pres formany 1 metrde doldurmak üçin ýeterili bolmalydyr. Dolduryjylygy presporoşogyň dänelik şekiline baglydyr meselem: Bu şekil sferik ýagdaýda bolsa dolduryjylygy gowy bolýar. Poroşogyň dolduryjylygy olaryň däneliligi birmeňzeş fraksiýada bolsa gowy bolýar

Ownuk fraksiýa 0,1-0,2 mm-den az bolsa presporoşogyň dolduryjylygy kynlaşýar. Poroşogyň düzümindäki çyglylygyň ýokarlanmagy poroşogyň dolduryjylygyny erbetleşdirýär

Presporoşok preslenede preslenmegiň başlangyç tapgyrynda gowak ýerleşýär. Soňky etapda dänejikleriň hereketi dowam edip birleşmegi artýar. Munda ulgamyň dykzlygy hem artýar, plastik deformasiýa emele gelýär.

Granulýasiýalar üçin mineral dänejikler port ýagdaýda bozulýar. Presporoşok gysylýan wagtynda howanyň bir bölegi çykyp gidýär, bir bölegi poroşogyň içinde galýar. Presporoşogy ýarym önümi formadan çykaryllanda giňelme emele gelýär. Bu giňelmäniň ugry preslemek ugry boýunça barýar. Giňelme ikitaraplaýyn barýar. Uzynlyga giňelme 2-4 % 7-8% bolup bilýär. Keseligine giňelme perpendikulýar, uzynlygyna giňelmeden 5/1 we 10/1 bölegini emele getirýär.

6.4. Diffuzion bişme (ýanma) prosesi

Diffuzion bişme köplenç kristal maddalara suwuklyk ýok wagtynda bişme wagtyna aýdylýar. Gaty faza ýagdaýda bişýän materiallaryň kristallik penjiresinde näsazlyklaryň bolmagyna baglydyr. Penjiredäki näsazlyk diýilende struktura elementleriň kristallik penjiresindäki hemişelik ýerleşişiniň dürli bozulmagyna baglydyr. Bu bozulmanyň birnäçe görnüşleri bar.

1. Prenkell näsazlygy;

2. Şottyň näsazlygy.

1. Eger şu materialyň gözeneginiň bogunlarynda boşluk ýagny atomlaryň ýa-da düwünleriň arasyndaky göçmäniň netijesinde emele gelýän näsazlyklara Prenkel näsazlyklary diýilýär.

2. Eger şu atom ýa-da ionlaryň netijesinde emele gelen näsazlyklara Şottyň näsazlyklary diýilýär.

Kristal maddalaryň düzümindäki şu ýokarda görkezilen näsazlyklar köp bolsa kristallyň üst ýüzüniň energiýasy köp bolýar. Käbir kristal ýokary temperatura täsirinde berk gaty madda emele getirýär. Berk gaty madda emele getirmegi bişme prosesiniň esasy häsiýetiniň biridir. Bişme prosesiniň 2 häsiýeti bolup, göwrüm we öýjükge üýtgetme hasaplanýar. Bişme prosesiniň aşakdaky görnüşleri bar.

1. Diffuziýon bişme (gaty fazada bişmegi);

2. Suwuk maddalaryň bişmesi;

3. Dargaýyş we kondensasiýanyň hasabyna bişmesi;

4. Plastik deformasiýanyň hasabyna bişmesi;

5. Himiýa reaksiýanyň hasabyna bişmesi.

Keramiki materiallaryny ýakma wagtynda materiallaryň düzümine we häsiýetlerine baglylykda bişme prosesiniň bir ýa-da bir näçe görnüşi bolýar.

6.5. Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully

Ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully iki tehnologiki prosesi ulanylýar

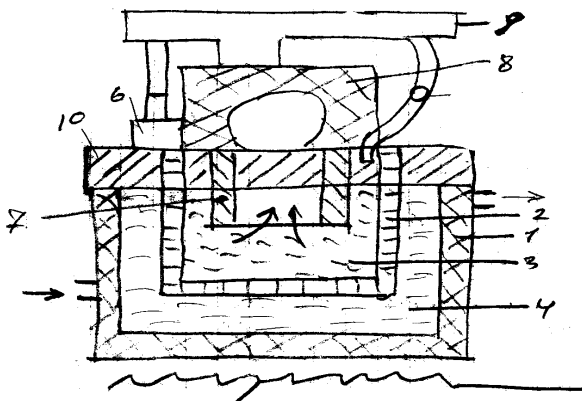
1. Termoplastik plastifikatorlar;
2. Termareaktiw plastifikatorlar.

Bu iki tehnologiýa biri – birinden ulanylýan plastifikatorlaryň görnüşi boýunça guýmak üçin ulanylýan maşynlaryň görnüşine plastifikatoryny tapawutlandyryýar. Bu tehnologiki prosesde şliker taýýarlamak iki usulda alnyp barylýar.

1. Adatça keramika tehnologiýasy boýunça poroşok, öl ýagdaýda maýdalanýar, filtr presde suwsyzlandyrylýar. Soňra 250-300⁰ C ýaklylýar.

2. Öňünden maýdalan we olardan taýýarlanan birikmeler gury ýagdaýda maýdalanýar. Daşky aktiw madda goşulýar we ýörite maşynlarda plastifikatorlar bilen garyşdyrlyýar. Bu iki usul bilen taýýarlanan madda plastifikatorlaryň ereme temperaturasyndan ýokary temperaturasynda gyzdyrylýar we şliker ýagdaýa geçýär. Bu şliker aşakdaky häsiýetlere eýe bolýar .

1. Ereme temperaturasy;
2. Süýgeşikligi;
3. Şlikeriň goýylygyna laýyklygy;
4. Sowadylanda belli derejede gysgarşy;
5. Ýarym önümiň düzmindäki mineral maddalaryň dykzlygy;
6. Sowuk ýagdaýdaky ýarym önümiň mehaniki gatylygy.



Surat 14. Termoplastik plastifikator

1. - Termostatly bak;
2. - Şliker üçin gap;
3. - Şliker;
4. - Suw;
5. - Elektrik ýyladyjy abzal;
6. - Termometr;
7. - Guýmak üçin niýetlenen;
8. - Galyp;
9. - Berkidiji abzal;
10. - Gapak.

Ýarym önümiň gatylygy 45 kg/cm^3 -dan az bolmaly dälär. Ýarym önümiň düzüminde plastifikatoryň mukdary 30-45% töweregi bolmalydyr.

Şlikere niýetlenen gap (2) ýyly ýagdaýdaky şliker (3) guýular. Termostatyň (1) içinde suw bolup (4) bu elektrik ýyladyş abzalynyň (5) kömeginde ýyladylýar. Termostat we ýylylyk suwunyň wezipesi gabyň içindäki şlikleriň temperaturasynyň birmeňzeşdigini saklap durýar. Gapak (10) ýapylyp guýulan trupkanyň üstüne galyp (2) ýerleşdirilýär.

Galyp (8) abzaly (9) berkleýjiniň kömeginde berkidilip goýulýar. Şlikeri termometriň kömeginde barlap durulýar. Galyp berk ýerleşenden soň gapakdaky trupka nasosa birikdirilen bolup nasosyň kömeginde 2-3 atmosferanyň kömeginde goýberilýär. Bu basyşyň netijesinde şlikeriň guýuş trupkasy arkaly ýokary göterilip galyp (8) içi doldurlyar. Bu ýylylyk şlikeriň temperaturasy hemişe 70°C bolýar.

6.6. Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi

Farfor we faýans önümlerini esasan iki gezek bişirilýär ýöne elektotenhika degişli bolan farfor önümlerini we sanfaýans önümlerini bir gezek termiki gaýtadan işlenilýär.

Birinji termik gaýtadan işlenen önümler berk bolmalydyr we gurdyjydan soň çykan wagtda olar obsolýut gury ýagdaýda bolmalydyr. (ýöne ikinji gezek gaýta işlenenok).

Birinji termiki gaýtadan ilenende temperaturasy 900°C-da pes bolmaly däl. Daşary ýurt zawodlarynda 980-1070°C-a çenli bolmalydyr. Munda termiki gaýtadan işlenende önümleriniň suw çekme ukyby 18-20%, egrelme berkliginiň araçägi 120-130 kg/m³, 12-13MPa deň. Faýansda birinji döwürde temperatura hereketi 1180-1280°C töwereginde bolýar. Faýans üçin bolsa ikinji döwürde 1020-1080°C töwereginde bolýar.

Farfor üçin ikinji döwürde Farfor önümleri üçin 1350-1450°C töwereginde bolýar. Düzümine seredip ýumşak förfor, birinji döwürde temperaturasy 1100-1250°C we ikinji döwürde bolsa 980-1050°C towereginde bolýar. Farfor we faýans önümlerini birinji termik gaýtadan işlenende utel ýakma diýip aýdylýar. Ikinji termiki gaýtadan işlenende poloteý (guýma) diýip aýdylýar.

Farforyň tertibi: 1. Gaty farfor - 50% kaolin bilen toýun, 25 % kwars, 25 % meýdan şaty.

2. Ýumşak farfor 35-40 %, kaolin bilen toýun 20-25%, kwars, 35-40% meýdan şpaty.

3. Süňkli farfor 35-40% kaolin bilen toýun, 20-40% haýwanlaryň süňki, galany kwars we meýdan şpaty - 10% töwereginde goşulýar.

Farfor önümlerini termik gaýtadan işlenýän wagtynda geçip barýan prosesler:

1. Absolýut gury farfor önümlerini olaryň görnüşine we hiline täsir etmedik ýagdaýda 600-700°C -çenli bir näçe minut dowamynda ýylatmak mümkin. Ýöne zawodlarda häzirki wagtda ulanylýan guradyjylardan önümler 2-3% çyglylykda alynýar. Şonuň üçin önümler peçlere düşenden soň 2 we 2,5 sagat dowamynda 250°C-çenli ýyladylýar. Temperatura 1000°C-a çenli tiz ýokarlamýar. Şu wagtyň içinde (550-850°C) Farfordan himiki baglanan suw çykyp gidýär (degidratasiýa). Bu proses 2-3 sagat dowam edýär. 200-400°C-dan başlap önümlere gazyň şöhlesi geçip başlaýar. 400°C-den soň ol ýanyp başlaýar. Şunuň bilen bile önümleriň düzümindäki organiki maddalar hem ýanýar. Bu döwürde ýagny ikinji döwürde sredasy oksidlenen bolýar. Şonuň üçin duş gelýän ýanma intensiw görnüşinde geçip barýar. Eger-de uglerod 1000°C çenli ýanyp aýrylmasa önümlerde "priş" deffekti emele gelýär. Bu döwürde CO₂ gazynyň mukdary takmynan 0,8-1%. Bu prosesden başga kwars α - kwarsa geçip barýar we karbonatlaryň dargama prosesi geçýär.

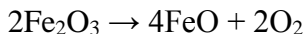
3-nji döwürde 1040°C temperaturany saklanýan döwri;

Bu döwürde 1040°C ä çenli dowam edýär oksidlenen sredadan geçip barýar. Saklama wagty 3-3,5 sagat saklanýar. Bu döwürde temperaturany bir tekiz paýlamak üçin geçirilýär.

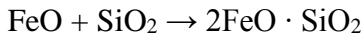
4-nji döwri gaýtarma ýany dikeldiş döwri hasarlanýar 100-1250°C çenli dowam edýar.

CO-nyň mukdary: 1000-1100°C çenli 3-4% bolýar we 1100-1250°C de 6-7% bolýar.

CO₂, CO - mukdary hem şeýle bolýar.



Fe - iň III walentli birikmeleri II- walentli birikmelerine geçýär



Faýalitiň reňki howa reňk ýa-da gök reňkli bolup ol farforyň aklygyny kopeldýär.

5-nji döwri temperaturany saklap durýan döwri: 1250°C bolup termiki gaýtadan işlemegiň soňki temperatura çenli dowam edip, şu temperaturada bir sagat saklap durýar we farfor sowadylýar. Peçleriň odaçydamlylygy termoizalýasion odaçydamlygy pes bolan materiallar ulanylýar. Odaçydamly materiallary saýlap alanda onuň mehaniki häsiýetine ýylylyga çydamlylygyna, himiki çydamlylygyna we ýokary temperaturada göwrümini näçe esse üýtgänligine ähemýet berilýär. Peçlerde ulanylýan odaçydamly materiallar hatarynda şamotly, dinasly, hrommagnezitly, ýokary glinazýomly korborundly we beýleki materiallar degişlidir. Iň köp ýaýran we köp ulamnylýan odaçydamly materiallaryň arasynda şamot odaçydamlydyr. Bular ýaly materiallar kislotaly sredada gowy ulanylýar we 1400°C çenli temperaturada ulanylýar.

Dinasly odaçydamly 1650°C çenli bolan temperatura çydaýar. Olar gorelkalary ýakmakda ulanylýar.

Magnezitli odaçydamlylar ereme temperaturasy 2000°C-dan ýokary temperatura çydamly bolýar.

Ýokary glinazýomly 1460-1800°C bolan temperatura çydamly bolýar. Bu materiallaryň ýylylyga çydamlylygy himiki çydamlylygy we mehaniki häsiýetleri ýokarydyr. Bu odaçydamly has köp çüýşe bişirmekde ulanylýar.

Ereme sredasy 1700°C çenli işledilip, himiki çydamlylygy ýokary ýöne ýylylyga çydamlylygy pes bolýar. Olary köpeltmek üçin sirkonyý birikmeleri goşulýar.

Sirkonyý sredada bu odaçydamlylary ýylylyk geçirijiligi we odaçydamlylygy ýokary bolýar.

7. Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler

7.1. Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary

Berkidiji materiallary işläp çykarmak prosesda olary ýokary temperaturada termiki gaýtadan işlemeginiň uly ähmiýeti bar.

1. Gipsden berkidiji maddalary almak prosesinde başlangyç çig mal CaSO_4 ýörite

gazanlarda bişirilýär we ýarym suwly ýa-da suwsyz gips emele gelýänçä dowam edilýär. Termiki gaýtadan işlemegiň temperaturasy 150-170°C.

2. Hek daşdan CaO -ni almak prosesini 900°C temperaturada geçirilip ony tizleşdirmek üçin temperaturany 1200-1300°C çenli ýokarlandyrmak mümkin. Emele gelen heki silikat kerpiçini işläp çykarmak prosesinde ulanylýar.

Portlantsementini öndürmegiň esasy iki usuly bolýar: öl we gury usullary.

Öl usulda başlangyç çig maldan gaýmak görnüşli suspenziýa taýýarlanylýar we onuň çyglylygy 32-50 % töwereginde bolýar. Gury usulda bolsa başlangyç çig mal gury ýagdaýda garyşdyrylýar. Şondan soň peçlere goýberilýär.

Klinker emele gelýän wagtda aşakdaky prosesler bolup geçýär.

a) 450°C soň kaolinit dargap başlaýar;

b) 750-950°C temperaturada karbonatlar dargaýar we 800°C başlap CaO kislotaly oksidler bilen reaksiýa girişýär. 950°C geçenden soň dürli minerallar emele gelýär: alýuminatlar, alýumoferritler we başgalar.

Bu reaksiýalar ekzotermik bolup geçýär. 1200°C-de başlap suwuk faza emele gelip başlaýar. Şu fazanyň mukdary klinkeriň umumy agramynda 20-30%

töwereginde bolýar. Öl usulda alynýan klinker aýlanma peçlerinde termiki gaýtadan işlenýär we peçiň uzynlygyny 1/3

bölegini suwy bugartmana niýetlenen. Suwy bugartmak üçin energiýanyň 35% harçlanýar .

Öl usulda toýunly, karbonatly komponentlerden we korrektirleýji goşundy-lardan durýan çig šihta taýýarlanylýar we gaýmak görnüşli massa (şlam) görnüşinde peçe iberilýär. Onuň çyglylygy $30 \div 50\%$ - i turbageçirijiler boýunça onuň transport ukyplylygy boýunça öňünden kesgitlenýär.

Öndürilişiniň gury usulynda çig materiallar we korrektirleýji goşuntgylar öňünden owradylýar, soňra bilelikde garyşdyrylýar we ykjam garyşdyrylandan, korrektirlenenden soňra peçe ýa-ha poroşok görnüşinde ýa – da berilmezden öň öňünden briketlenýär ýa – da granulirlenýär. Soňra peçiniň görnüşine bagly bolup durýar.

Gur we öl usuldan başga-da aýratyn zawodlarda sementi öndürmegiň kombinirlenen usuly diýip atlandyrylýan usul ulanylýar, haçanda öl usuly boýunça alynan şlam peçe berilmezden öň suwsyzlandyrylma, granulirleme ýa – da briketlemä sezewar edilýär. Öndüriliş usullarynyň saýlawyny kesgitleýän esasy faktorlar bolup, çig materialyň fiziki – himiki häsiýetleri, ýangyç we suw resurslarynyň bolmagy bolup durýar.

Çyglylygy 10% -den köp bolan tebigy çyglylykly çig mal, onuň dürli himiki düzümi, gowy disperleýji ukyby, disperleýji üçin suwuň bolmagy we ýangyçda ýetmezçiligiň bolmazlygy öndürilişiň, öl usulynyň saýlawyny dogry hasaplamaga mümkinçilik berýär.

Çig garyndyny taýýarlamagyň we peçlerde bişirmeginiň gury usuly suwyň we ýangyjyň çäklendirilen resurslarynda, birmeňzeş himiki düzümde çig materiallaryň pes tebigy çyglylygynda ykdysady taýdan amatly bolýar. Garyşdyrmagyň tehnikasynyň häzirki ýagdaýynda gury usul bilen šihta taýýarlanylanda öl usuldaky ýaly, düzümi almak mümkinçiligi bolýar, emma energiýa çykdaýjysy şlamy öl usulda garyşdyrandakydan 3 esse diýen ýaly köp bolýar. Öl usuly boýunça sementi öndürmegiň artykmaçlygyna shemanyň

ýönekeýligi, elektroenergiýanyň pes çykdaýjylary we önümiň ýokary derejede işlenişi, birmeňzeş çig şihmanyň alnyşy, taýýar önümiň hiliniň ýokarylygy, galybersede gury usul bilen deňeşdirilende has gowy zähmet şertleri degişlidirler.

Öl usulyň kemçiligi ýangyjyň harşlanyşynyň ýokarylygy we desganyň birnäçe uly agramy bolup durýar. Öndürilişiniň gury usuly ýylylygyň harçlanyşy boýunça, peçleriniň kiçi gabaritleriniň bolmagy we klinkeriň has uly alnyşynyň bolmagy has tygşytly bolup durýar, ýöne önüm birligine düşýän energiýa we zähmet çykdaýjylary boýunça öl usulyndan pesde durýar.

Dünýäde sement senagatynda işlenilip çykarylýan sementiň 2/3 bölegi öl usulda çykarylýar. Çig şihlalary bişirmek we olary sement ýarymfabrikata öwürmek üçin peç agregatlary köplenç üç dört böleklerden durýar: ýangyjy taýýarlaýjy ulgamdan, peçi gyzardyjylar ýa – da ýylylyk saklaýjylardan, klinker sowadyjylar, çekip çirşiriji we tozanlandyрмаýan ulgamdan.

Peç agregatlarynyň häsiýetlerini deňeşdirmek üçin olary indiki esasy talaplaryny klassara bölmek bolar:

1 Topar: öl usuly boýunça bişirmek üçin aýlanýan peçler:

- a) $\frac{L}{D} > 30$ (bu ýerde L – peçiň uzynlygy, D – diametri) gatnaşykda içki ýylylyk çalşyjy gurluşly;
- b) Şlamyň çyglylygyny ugardyjy (konsentratorlar) – gyzdrydyjy ýylylyk çalşyjy apparatlar;
- c) $\frac{L}{D} < 30$ gatnaşykda içki ýylylyk çalşyjy apparatly we olarsyz;
- d) Şlam filtrli;

2 topar: gury usuly boýunça bişirmek üçin aýlanýan peçler:

- a) Uzyn ýylylyk çalşyjy gurluşlar bilen oturdylan we olarsyz;
- b) Konweýerly kalsinatorlary bolan;

- c) Siklonly ýylylyk çalşyjysy bolan;
- d) Gazan – utilizatorly;

3 Topar: granulirlenen ýa – da brikitirlenen şihталary gatlakda bişirmek üçin peçler:

- a) Şahталы;
- b) Tigrçekli gözenekler; (Lurgi görnüşli)
- c) Gaýnaýan gatlakly;

4 topar: poroşok görnüşli materiallary (şihталary) asylan ýagdaýda bişirmek üçin peçler.

7.2. Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmasy

Klinker emele gelmäniň jemleýji ýylylyk effekti çig maly taýýar önüme öwürmegiň usulyndan, peçiň konstruksiýasyna bagly bolup durmaýar. Ol birlemji önümleriň agram gatnaşyklaryndan we olaryň ýylylyk fiziki häsiýetlerine baglylykda ýeterlik uly çäkke üýtgäp durýar. Täze emele gelmeleriň ekzotermiki reaksiýalary we endotermiki reaksiýalar bilen baglanyşykly şahsy ýylylyk effektiniň ähemýeti tablisada getirilendir.

1450°C suwuk fazanyň emele gelmeginiň endotermiki efektyň klinkeriň we üçkalsily silikatyň fiziki ýylylygynyň arasyndaky tapawut boýunça kesgitlenýär we ol takmynan 110 kJ/kg klinker ýa – da 26 kkal/kg klinker.

Gury çig maldan 1kg klinkeri (material we ýylylyk ýitgisi bolmadyk) almak üçin harçlanýan ýylylyk mukdaryna ýylylygyň nazary harçlanmasy diýilýär. Tebigy çig maldan klinkeri bişirmek üçin ýylylygyň nazary harçlanmasy köplenç 1650 ÷ 1750 kJ/kg klinker (400 ÷ 420 kkal/kg klinker). Çig mal komponent hökmünde donma şlagy ulanylanda ýylylygyň nazary harçlanmasy $q^T = 950$ kJ/kg çenli peselýär. Hasaplama

himiki öwrülmeleriň şahsy ýylylyk effektinde we materialy gyzdymagyň fiziki prosesiniň ýylylygyny kesgitlemeklige eltýär.

Klinker emele gelmäniň ýylylyk effekti

Tablisa 1.

Himiki reatsiýalar		Reaksi- ýanyň tempe- raturasy, grad	Ýylylyk netijesinde, kJ/kg ýa-da kkal/kg. (Ýylylygyň siňdirilmegi + bölünip çykmagy)
Birlenji önümler	Ahyrky önümler		
Endotermiki reaksiýalar			
Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·2H ₂ O	Al ₂ O ₃ +2SiO ₂ +2H ₂ O	450	-934(-223)
MgCO ₃	MgO+CO ₂	400÷900	-817(-195)
CaCO ₃	CaO+CO ₂	907	-1659(-396)
Ekzotermiki reaksiýalar			
Al ₂ O ₃ +2SiO ₂	Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂	960	+302(+72)
3CaO+SiO ₂	3CaO·SiO ₂	1300	+465(+111)
2CaO+SiO ₂	2CaO·SiO ₂	1300	+620(+148)
3CaO+Al ₂ O ₃	3CaO·Al ₂ O ₃	1300	+348)+83)
4CaO+Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	4CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃	1300	+109(+26)

Položitel we otrisatel efektleriň tapawudy ýylylygyň nazary harçlanmasy ýa – da klinker emele gelmegiň ýylylyk effekti hasaplanylýar.

Gury çig malyň teoretiki udel harçlanmasy $G_{\text{ç}}^T$ aşakdaky gatnaşykda kesgitlenýär:

$$G_c^y = \frac{100 - a G_T A^P}{100 - Y.Y.Y.} \quad (1)$$

Bu ýerde a – ýangyç külüniň massa mukdary (birlik üleşinde), ol peçde çökýär we klinkeriň düzümine girýär, has takyk maglumatlar bolman ýagdaýynda $\frac{L}{D} > 30$ otnositel uzynlykly aýlanan peçler üçin $0.8 \div 1.0$, $\frac{L}{D} < 30$ bolan peçler üçin bolsa $0.5 \div 1.0$ deň edilip kabul edilýär.
 A^i – işçi massanyň hasaplamasynda forsunkaly ýangyçda külleriň massada saklanyşy, %;
 $Y_a.Y_a.Y.$ – çig mal garyndysy köýdirlendäki ýitgi, %;
 G_y – forsunkaly ýangyjyň udel harçlanmasy, kg/kg klinker:

$$G_y = q / Q_p^p \quad (2)$$

Bu ýerde q – tejribe maglumatlarynyň esasynda kabul edilen ýylylygyň udel Harçlanmasy; kJ/kg klinker
 Q_p^p – forsunkaly ýangyjyň pes ýylylyk döredijilik ukyby. kJ/kg.

Maddalaryň himiki öwrülişmesinde ýylylyk harçlanmasy kesgitlenende kabul edilýär, ýagny kalsiý oksidi CaO çig malda CaCO_3 – içinde, magniý oksidi MgCO_3 düzüminde, alýuminiý oksidi Al_2O_3 kaolinitiň düzüminde ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), demir komňponenti demriň oksidy görnüşinde, artykmaç (kaoliniň düzümine girmeyär) kremniý oksidi baglanyşmadyk görnüşde saklanýar. Şeýle rugsat berilme-lerde çig mal komponentleriň udel harçlanmasy aşakdaky gatnaşykda kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} G_{\text{CaCO}_3}^g &= \frac{G_c^y \text{CaO}^g}{\text{CaO}^y} & G_{\text{MgCO}_3}^g &= \frac{G_c^y \text{MgO}^g}{\text{MgO}^y} & G_{\text{Al}_2\text{O}_3}^g &= \frac{G_c^y \text{Al}_2\text{O}_3^g}{\text{Al}_2\text{O}_3^y} \\ G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^g &= \frac{G_c^y \text{Fe}_2\text{O}_3^g}{\text{Fe}_2\text{O}_3^y} & G_{\text{SiO}_2}^g &= \frac{G_c^y \text{SiO}_2^g}{100} - \frac{G_{\text{Al}_2\text{O}_3}^g 120}{258} \end{aligned} \quad (3)$$

Bu ýerde

CaO^g , MgO^g , Al_2O_3^g , Fe_2O_3^g , SiO_2^g – çig malda oksidleriň % saklanyşy.

CaO^T , MgO^T , Al_2O_3^T - oksidleriň kömürturşy kalside, kömürturşy magniýde we kaolinitde teoretiki saklanyşy, degişlilikde 56.48 we 39.3 % deň (massa boýunça). Konstantalar 120 we 258 molekulýar massalar SiO_2 we $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ degişlilikde.

Eger-de şeýle kabul etsek, ýagny çig mal garyndysy bişirlende ýylylyk diňe komponentleriň bölekleyin eremesine we dargama prosesine harçlanýar, materialy gyzdurma harçlanýan ýylylyk bolsa onuň rekuperasiýa netijesinde gaýdyp gelýän degişli ýylylygynyň teoretiki harçlanmasy;

$$q^y = G_g^y \left(\frac{\text{Al}_2\text{O}_3^g}{\text{Al}_2\text{O}_3^y} 934 + \frac{\text{CaO}^g}{\text{CaO}^y} 1659 + \frac{\text{MgO}^g}{\text{MgO}^y} 817 \right) + (c_{kl} - c_{c_2s}) \times 1450 -$$

$$-\frac{1}{100}(C_3S465+C_2S620+C_3A348+C_4AF109)-G_c^y\left(\frac{M_{AS_2}Al_2O_3^y302}{M_A}\right)-G_g^y\left[\frac{M_{2H_2O}}{Al_2O_3^y100}Al_2O_3^g(2593+1,97\cdot500)\right] \quad (4)$$

bu ýerde CaO^T , MgO^T , $Al_2O_3^T$ - oksidleriň kaolinitde, kalsiý karbonatynda we magniý karbonatynda prosent mukdarynda saklanmasy. Olar deňşilikde 39.3, 56 we 48% deňdir; CaO^g , MgO^g , $Al_2O_3^g$ we beýlekiler – deňşli oksidleriň çig mal garynynda prosentde saklanyşy; M_A , M_{2H_2O} , M_{AS_2} - deňşilikde 102.0, 36.0 we 222.0 deň bolan molekulýar massalar; C_{kl} we C_{C_2S} – klinkeriň we üçkalsiý silikatyň ýylylyk sygymy, formulada sanalyp geçilen molekulýar massalaryň bahalaryny we köplenç 420 kJ/kg klinker ölçegde çig mal şihda (hekli we toýunly komponentlerden) üçin klinker minerallaryň emele gelmeginiň ekzotermiki netijesiniň ululygyny kabul edip formulany ýönekeýleşdirilen görnüşde alarys:

$$q^y = G_g^y(23,8Al_2O_3^g + 30,2CaO^g + 17,0MgO^g) - 285 - G_g^y6,54Al_2O_3^g - G_g^y12,3Al_2O_3^g \quad (5)$$

7.3. Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary

Aýlanýan peçleriň içinde ýerleşdirilýän has giňden ýaýran ýylylyk çalşygy gurluşlar hökmünde zynjyrlý perdeler, filtrler gyzdyryjylar, ýene-de dürli metalliki we keramiki ýylylyk saklaýjylar ulanylýar.

Zynjyrlý perdeler. Öl usulda bişirilýän peçlerde zynjyrlaryň bassyrmasy barabanyň ýüklenýän ahyrynda ýylylyk çalyşma üstüni ulanmak üçin ulanylýar, diýmek, şlamy suwsyzlandyрма prosesiniň intersifikasiýasy üçin.

Şunuň bilen bir hatarda şlam bilen ezilen zynjyrlar filtr ýaly hereket edip belli ölçegde içinden gaz geçýän tozansyzlandyryjynyň rolyny oýnaýar. Praktikada zynjyry bassyrmanyň iki usuly ulanylýar: 1) Boş uçlary bolan bassyrma; 2) iki tarap ujyna grilýanda goýulan bassyrma. Zynjyrlaryň bassyrmagyň birinji usulyna olary parallel hatarlar ýa – da şwelleriň üsti bilen korpusyň içki tarapyna süşürmek ýörite halkalar bilen berkidilýärler.

Her bir zynjyryň uzynlygy köplenç ýagdaýda peçiň diametrinden $0.6 \div 0.7$, zynjyryň aralaryndaky aralyk $200 \div 250$ mm düzýär. Boş asylygy uçly zynjyrlaryň bassyrmasy grilýandaly bassyrma bilen deňeşdirilende ýasalmagy we eksplatasiýasy ýönekeý, peçiň içki giňişliginiň 1m^3 düşýän zynjyryň uly dykzlygyna ýetmäge mümkinçilik berýär. Bassyrmanyň dykzlygynyň koeffisientiniň K_z ululygy $K_z=3 - 3.5$ araçäkde üýtgäp durýar.

Şlamyň başdaky çyg saklaýjylygy 40% ýokary bolanda käbir zawodlar $K_z \approx 5$ bahaly zynjyr örtüginini üstünlikli kabul etdiler we şlamyň gaýtadan guramasyna garamazdan (girişde çyglylyk $0 - 1\%$ aralykda) peçden tozan ýitgisi ýeterlik kiçi, granul emele getirme kanagatlanarly. Zynjyrlý örtükler (boş asylygy uçlary bolan) köp boldygyça materialyň hereket etmegini peseldýär, pes ýylylyk çalyşma intensiwligine eýe bolýar. Girlandaly zynjyrlar örtükler futerowkanyň we zynjyrlaryň sürtülmeden, zaýalanmazlygyny üpjün edýär, şlam halkalrynyň emele gelmeginiň önüni alýar, sebäbi futerowkanyň üstüne düşýän şlamlardan gowy arassalaýar, materiallaryň transportirlenmeginiň we granularalaryň emele gelmeginiň çaltlygyny üpjün edýär.

F. G. Bonitiň barlaglary esasynda girlandaly bassyrmada zynjyrlaryň üstüne degişli bolan ýylylyk beriş koeffisientiniň bahasy 35-den $58 \text{ wt/m}^2 \cdot \text{grad}$ çenli üýtgäp durýar ($30\text{-dan } 50 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{grad} \cdot \text{sag}$); onda erkin asylygy duran uçly zynjyrlar üçin hem $11.6 - 23.2 \text{ wt/m}^2 \cdot \text{grad}$ ($10 \div 20 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{sag} \cdot \text{grad}$) aralykda bolýar.

Bu şunuň bilen düşündirilýär, ýagny girlandaly bassyrmaly zynjyrlar gaz akymyny erkin bassyrma bilen deňeşdirilende köp wagtlap saklanýar.

Şu gözegçiliklerden görnüşi ýaly girlandaly bassyrmanyň zynjyrlarynyň agramy islendik birmeňzeş şertlerde $1.5 \div 2.5$ esse erkin uçly goýulan zynjyrlaryň agramyndan pes bolýar.

Aýlanýan peçlerdäki zynjyrlaryň uzynlygy peçň ýylylyk tehniki hasaplama-synda tutuş hasaplanylýar we aşakdaky formula bilen aňladylýar:

$$L_z = \frac{GQ_m}{\alpha_z F_z t_z} \text{ m}, \quad (6)$$

Bu ýerde: G – peçň öndüriligi, kg/sag;
 Q_m – zynjyrly zonada gaz akymyndan materiala berilýän ýylylyk mukdary, kkal/m²*sag*grad;
 α_z – ýylylyk beriş koeffisienti, Wt/m² (kkal/m²*sag*grad).

Süýünmek şekilli halkalary bolan girlandaly bassyrmanyň zynjyrlary üçin ýylylyk beriş koeffisientleri deňlemeden kesgitlemek bolar:

$$N_u = 0.45 \varepsilon_p Re^{0.5} \quad (7)$$

tegelek halkaly zynjyrlar üçin bolsa $N_u = 0.45 Re^{0.5}$ deňlemeden kesgitlemek bolar.

Bu ýerde ε_p – halkanyň gaptal tarapyňyň otnositel egriligidin d/d_δ bagly bolup düzediş koeffisienti;

F_z – 1m uzynlykly peçň uçastogynda futerowkanyň we zynjyrlaryň jemi we üsti:

$$F_z = \pi D(1 + K_z) m^2/m \quad (8)$$

Δt – zynjyrlý zonada materialyň we gazyň arasyndaky tempturalaryň ortaça logorifmiki tapawudy. °C.

Zynjyrlaryň girlandalar bilen bassyrmasyny praktiki maglumatlaryň, modellerdäki barlaglaryň we teoretiki hasaplamlaryň esasynda geçirýärler.

S. M. Arutyánowyň görkezijisi boýunça girlandanyň ujunyň merkezi öwrülme burçy $\theta - 120^\circ$ düzýär, bu nokatlaryň arasyndaky aralyk 1,208R deň boldy, zynjyryň uzynlygy bolsa, zyrjyryň berkitme nokadyny birleşdirýän wintly liniýanyň kesiginiň uzynlygy ýaly kesgitlendi.

I. I. Holiniň we A. F. Meşikiň maglumatlary boýunça zynjyrlý örtükde girlandanyň kadaly işi şeýle ýagdaýda üpjün ediler ýagny girlandanyň aşaky ýagdaýy çekdirilen bolsa we futerowka galtaşyp hereket etse. “Ters wintli” zynjyrlaryň bassyrmasy ýokarda aýdylan şertde materialyň has ýokary transport mümkinçiligini üpjün edýär.

Zynjyrlaryň bassyrmalarynyň dykyzlygy, dik aralygyň bahasyny, bu awtorlaryň görkezişi boýunça futerowkalara galtaşyp zynjyrlaryň hereketini üpjün edýän şert üçin zynjyrlaryň uzynlygy we burçlaryň gozganmany kesgitlemegiň usuly indikilere degişli bolýar.

Zynjyrlaryň futerowkany ýerleşdirilmeginiň dykyzlygy aşakdaky formula bounça hasaplanýar:

$$P = K_z \frac{b}{f_{\Pi M}} \quad (9)$$

Bu ýerde K_z – ýylylyk tehniki hasaplamanyň esasynda kesgitlenýän bassyrmanyň dykyzlygynyň koeffisienti;
 b - zynjyryň halkasynyň uzynlygy; m;
 $f_{\Pi M}$ - zynjyryň kowlan metrinin uzynlygy. m^2/m .

Aralygy zynjyrlaryň berkitme hatarlarynyň süýşme okunyň ýarysyna deň bolan töwereklerde birikdirme nokatlary ýerleşdirilen girlandaly zynjyrly örtükde iki goňşy hatarlaryň arasynda kesişýän girlandalaryň ýa – da orta ýokarky ýagdaýda ýerleşýän bir hataryň girlandalaryň arasyndaky zynjyrlarda gapjama bolmagy mümkin.

Bir hataryň girlandalarynyň gapjamazlyk şerti zynjyrlaryň ölçegsiz ini Δ bilen kesgitlenýär:

$$\square = \frac{b}{s} \leq \frac{\cos \frac{\theta}{2}}{\sqrt{1 + \frac{4 \sin^2 \frac{\theta}{2} R^2}{t^2}}} \quad (10)$$

Bu ýerde b – zynjyryň ini; S – töwerek boýunça zynjyryň birikdirme nokadynyň arasyndaky aralyk; t – zynjyrlaryň birikdirme nokatlarynyň uzaboýuna aralygy (peçň oky boýunça); θ - girlandanyň uçlarynyň süýşme burçy.

Goňşy hatarlaryň girlandalarynyň gapjama şerti zynjyrlary futerowkany ýerleşdirmegiň maksimal rugsat edilýän dykzlygy boýunça hasaplanylýar:

$$P_{\text{maks}} \leq \frac{L_{\text{um}} b}{f_F} \leq \sqrt{\left(\cos^2 \frac{\theta}{2} + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\theta}{2}\right) \left[1 + \left(\frac{\theta}{T}\right)^2\right]} \quad (11)$$

Bu ýerde: L_{umumy} – örtülen zonadaky zynjyrlaryň uzynlygy, m ; f_f – zynjyryň örtükli zonasynda futerowkanyň üsti; m T – girlandanyň birikdirme nokadynyň arasyndaky uzaboýuna aralygyň peçň radiusyna bolan gatnaşygy.

Zynjyrlaryň bassyrmasynyň parametrleri T we θ grafik we Δ we P hasaplanan bahalary boýunça kesgitlenýär. Girlandalaryň uzynlygy zynjyrly örtügiň modeli barlalda alynan empiriki formula boýunça kesgitlenýär:

$$L_g = 0,97\sqrt{t^2 + (\theta R)^2} \quad (12)$$

Hasaplanan uzynlyga diwara ýa – da halka gapjalan girlandanyň uçlaryndaky halkalaryň uzynlygyny goşmaly.

Aýlanýan peçden tozanyň minimal şeýle ýagdaýda alynýar, eger-de zynjyrlaryň zonasyndan çykýan materialyň çyglylygy 6÷12% geçýän ýagdaýynda.

Zynjyrly örtükden çykýan gazlaryň tozanlamasyny peseltmek üçin zynjyrlaryň bassyrmasynyň dykzlygyny K_z we θ peseldende zynjyrlaryň aralygyny peseltmek ýoly bilen zynjyrly örtügiň gyzygyn böleginden tozan tutujylar ukybyny peseltmek maslahat berilýär.

Şu uçaşka üçin zynjyrlaryň ýerleşdirme dykzlygynyň P ululygyny birden sähelçe uly edip almak maslahat berilýär. $P=1$; $K_z=f\Pi M/b$ bolanda.

Zynjyr örtüginin L_{gu} gyzygyn ucastogynyň uzynlygy (ýylylyk çalşygynyň gerekli üstinde) indiki formula boýunça kesgitlenýär:

$$L_{gu} = \frac{f_{gu}}{(K_z + 1)2\pi R} \text{ m}, \quad (13)$$

Bassyrmanyň ähli usullary üçin standart süýünmek şekilli zynjyrlara (siminiň diametry 16-dan 26mm-e çenli) ulanylýar. Aýlanýan peçlerde zynjyrlaryň umumy uzynlygy şlamyň fiziki häsiýetlerine bagly bolup durýar (çyglylygy, akyjylygy we beýleki) we 6÷8 km ýetýär, olaryň netijeli üsti bolsa 1500 – 3000m² bolýar.

Tegelek halkaly zynjyrlary ulanmak halkalaryň has deň ölçegli iýilmegi we süýnmek şekilli zynjyrlar bilen deňeşdirilende has rasional bolup durýar. Süýünmek görnüşli we tegelek görnüşli halkalaryň häsiýetnamasy berilýär.

Filtirler we gyzdyryjylar: Bu gurluşlar esasan peçiň içindäki gazlaryň (onuň suwuk ahyryndaky)

tozansyzlandyrmasy üçin niýetlenen. Ol peçiň daşyndaky tozan çökdürijileriň işini ýeterlik ýenilleşdirýär. Ol bolsa gaz akymynyň ýylylygynyň peýdaly ulanylmagyny gowylaşdyrýar. Filtrelr gyzdryjylar peçiň içinde onuň sowuk uýjndan D ($1.0 \div 1.5$) aralykda ýerleşdirilýär. Şol ýerde olar düzülende köplenç peçden şlamyň uçmasy ýa – da şaýbanyň üstünden tozan kamerasyna täzedan guýulmasy bolup geçýär, ýöne şlamyň filtr gyzdryja doldyrylmagy üçin olary döredilýär.

Filtr gyzdryjylaryň esasy görnüşleri:

- 1) Gözenekleri kese ýerleşdirilen gönü akyma esaslanan;
- 2) Gözenekleri dikligine ýerleşdirilen göni akyma esaslanan;
- 3) Zynjyrlý (ýa – da haly nagyşly) filtr gyzdryjylar.

Göni akyma esaslanan filtr, gyzdryjylar bir – birinden $0,5 \div 0,7$ m aralykda peçe kese edip ýerleşdirilen iki sany metaliki gözenekler 1 görnüşinde bolýar. Gözenekleriň arasyndaky giňişlik radial görnüşli ýapyk germewleriň iki köki bilen birnäçe (köplenç alty) bölümlere bölünýär. Peçiň korpusynyň daşynda her bir bölümçede jisimleriň erkin garylmany, dolandyrylmagy, ýüklenmegi we düşürilmegi üçin niýetlenen jübi 3 bolmaly. Filtrelýji goýumlar hökmünde apparada metaliki figuraly halkalar ýa – da turbalaryň bölekleri (kesikleri) ýüklenýär. Olar bilen her bir bölümçäniň $50 \div 80$ % doldyrylýar. Peçe barýan şlam gözenegiň aşaky deşiginden geçip goýumyň bir bölegini ezyýär we filtriň aşaky jübüsine guýulýar. Peçleriň aýlanmagynyň netijesinde şlam ýokarky jübülerden metal halkalary köp ezip filtriň merkezi bölegine guýulýar. Şeýle ýagdaýda tozanlanan gazlar ezilen nasatkanyň üstünde filtrlenýär we tozanyň bir bölegi onuň üstünde çökýär. Gazlaryň şlamlar bilen gür galtaşmasy netijesinde onuň temperaturasy $40 - 70$ °C-e çenli ýokarlanýar.

Dik ýerleşdirilen gözenegi bolan filtr gyzdryjylarda peçiň kese – kesigi A – A we B – B dört bölümçä bölünýär we 12 sany öýjükden (atanak görnüşde doldurlan) durýar. Gyzgyn gazlar A – A seksiyanyň gyzgyn ahyrky tarapyňyň açyk

üstünden girýär (we ýapyklar sowuk tarapyndan). Gurluşyk içinde gazlar ugruny 90° üýtgedip; 1 – 2 dik gözenekleriň üstünden geçip goýumyň şlam bilen ezilen gatlagynda filtrlenýär, soňra bolsa 3 – 4 dik gözenekleriň we B – B bölümçäniň üsti bilen gurluşdan çykýar.

Şlam gazlaryň garşysyna hereket edýär: B – B bölümçäniň sowuk ahyrynyň aýyk tarapyndan barýar; goýumyň gatlagynyň üsti bilen geçýär we gurluşdan A – A bölümçäniň üsti bilen çykýar. Dik ýerleşen gözenekleri bolan filtr – gyzdyryjylaryň uzynlygy $2,5 \div 3,0$ m. Onuň filtrleýji we ýylylyk çalşyýjy üsti bolup peçiniň korpusynyň giňeldilen böleginde erkin asylygy uçlarda asylan berk zynjyr örtügi durýar.

$4,5 \times 170$ m aýlanan peçler üçin filtrde zynjyrlaryň umumy üsti 2000 m^2 düzýär, zynjyrlaryň agramy bolsa 49 tonna. Zynjyrlaryň bassarmasynyň dykzlygynyň koeffisienti $K_z = 65$. Geçiji konusda filtrden çykan ýerinde, filtrden peçe şlamyň geçişini ýeňilleşdirmek üçin on sany per goýulýar.

Şlam filtr, gyzdyryjylary arzan tozan aýyryjy gurluş bolup, has pes güýçlendirmelerde, peçiniň yzky böleginde gazlaryň pes temperaturasynda we ätiýaçlyk çekiş güjiniň bolmagynda amatly bolýar.

Ýokary temperaturalar, tizlikler we gaz akymynyň tozanlanmasy bilen bag-lylykda peçleriň güýçlendirilen görnüşde işlände filtr gyzdyryjylar tozan bilen dykylma we goýumyň üstünde şlamyň guramagy netijesinde ýaramaz işleýär. Şeýle ýagdaýda, olaryň kadaly işi material zynjyrlý zonadan $8 \div 12\%$ çyglylykda çykanda çig malyň granularalarynyň emele gelmeginde ýetmek bolar. Şlamly filtr, gyzdyryjylar konstririlenende esasy talaplar edip konstruksiýanyň berkligini, gözenegiň simlariniň boş berkitmelerini (gaty däl) we gözenekleriň uly ýitilginiň ($50 \div 70\%$) bolmagyny hasap etmek gerek.

Tozan çökdürme boýunça, filtr gyzdyryjylaryň peýdaly täsir koeffisienti 0.5-den 0.7-ä çenli aralykda üýtgäp durýar.

Daşary ýurt edebiýatlarynyň maglumatlary boýunça gazlary şlamly filtr gyzdyryjylarda arassalanandan soňra tüsseli gazlaryň tozanlygyny çig malyň harçlanmasynyň 1%-e laýyk gelýär. Gazlar elektrofiltlerde ikinji gezek arassalanan ýagdaýynda çig malyň ýitgisi onuň klinkerde bişirilme harçlanmasyndan 0.1 – 0.2 %-e çenli peselýär.

Gözenekli we halkaly metaliki ýylylyk çalşyjyly:

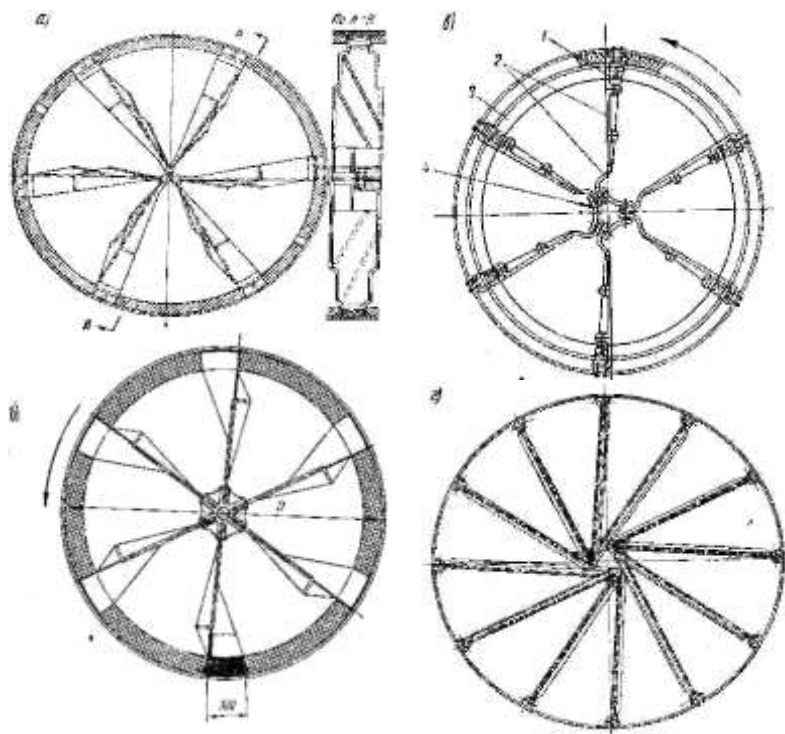
Zynjyrlaryň bassyrma zonasynyň gyzgyn ujy bilen araçäkleşýän aýlanýan peçleriň uzynlygy boýunça uly bolmadyk uçastogynnda gözenekli ýa-da halkaly ýylylyk çalşyjylar goýulýar. Tejribeler görkezýär, ýagny olaryň desgasy şeýle ýagdaýda öwezini dolýar, haçanda bişirilýän material bu gurluşlaryň dargatma uçastogynnda 10% çyglylygy bolan granula görnüşe baranda. Ýylylyk çalşyjylaryň içinde materilal täzeden guradylanda gaz akymynyň tozanlanmagyny ýüze çykarýan granulalaryň sürtülip ownalmagy bolup geçýär. Ol ownadylma bolsa proses üçin gerekmejek iş bolup durýar. Gazlaryň ýokary temperaturasynda (100°C-den ýokary) ýylylyk çalşyjylaryň eksplatasuýasy şonuň bilen birlikde köp wagtylap bolup bilmeýär, sebäbi şeýle režimde olar ýeterlik çalt ýanyp gutarýar. Gözenekli ýylylyk çalşyjylar bölümçelerde, peçin kese kesiginde bolýar.

Peçlerde diametr 2:3 m bolan guratmadan öňki zonada ýylylyk çalşyjy köplenç baş öýjükdən, diametri 4 m bolanda sekiz we ondan hem köp öýjüklere durýar. Her bir ýylylyk çalşyjynyň ini 250:400mm, uçastogynyň umumy uzynlygy 4,0 – den 12,0 m- ä çenli bolýar. Giprosementniň şarnirli, öýjüklü ýylylyk çalşyjysy peçniň uzaboýuna materialyň garyşmagyna ýardam edýän ugrukdyryjy gapyrgalary bolan odaçydamly metalliki poloklardan (bug kabul edilýän beýik ýassy seki) durýar. Poloklar peçniň içki tarapyna kebşirlenen başmaklar bilen şarhire birikdirilen. Her bir buguň ahyrynda poloklar öz aralarynda ýylylyk giňelmesiniň kompensasiýasy üçin birikdirilýär. Poloklar mohtaž edilende peçniň uçastogynyň uzynlygy boýunça bir - birine otnositellikde göni çyzyk

boýunça däl - de, käbir burç astynda goýulýar. Bu gaz akymynyň material bilen has ýakyn kontaktlaşmagyna ýardam edýän onuň towlanyp aýlanmagyny döretmäge mümkinçilik berýär. Öýjükli ýylylykçalşygy käbir konstruksiýalarda poloklara erkin girýän merkezi şaýba bolýar. “Smidt” firmanyň ýylylyk çalşyjlarynyň konstruksiýasy beýlekilerden şunuň bilen tapawutlanýar, ýagny her bir polok üç bölekden ýygnanýar: direglerden 1, kronşteýn 2, granularyň pes dargamasy bolan deň ölçegli hereketi üçin niýetlenen wintli 3, gönükdiriji gurluşdan ybaratdyr. Peçiniň oky boýunça poloklar metalliki kompensatorlar 4 bilen birleşdirilýär.

Konstruksiýanyň ýylylyk çalşyjlary 12 öýjükden durýar, 5 m diametri bolan peçler üçin niýetlenendir. Poloklaryň her dört synasy merkezde şarhirlil birikdirilen; peç aýlanýan wagty şarhirlil ýerlerini çalyşýarlar, netijede poloklar esasy hem şarhire birleşdirilýär. Telman adyndaky zawodyň ýylylyk çalşyjlarynyň işiniň tapawutly aýratynlygy bolup granullaryň sepelenmegi ýokarky polokdan aşaka dökülmesi bolup durýar. Onda granullar ýyllyk çalşygydan ähli kesikler boýunça däl-de, diňe aşakdan çykýar. Ol bolsa tozanyň ýitgisini peseltmäge mümkinçilik döredýär.

Metalliki ýylylyk çalşyjlaryň ýurdumyzdaky konstruksiýasy “NIISEMENT” institutynda işlenilip düzüldi we halkaly ýylylyk çalşyjlary diýip atlandyryldy. Halkaly ýylylyk çalşyjlaryň düzümine guýlan detallarynyň üç görnüşli girýär: esasy halkalar, ýyldyzjyklar we utgaşdyrma halkalar. Detallar atanak görnüşinde (boltsyz) şarhirlil birikdirilýär. Olaryň uçlary peçiniň korpusyna oklaryň we plankalaryň üsti bilen berkidilýär. Peçiniň uzynlygy boýunça atanaklaryň mukdary 2,5:5,0 m uzynlykly bölüme 12-den 24-e çenli goýulýar. Emele gelýän peçiniň korpusynyň silindri boýunça bir-biriniň yzyndan gelýän atanaklar takmynan 15°C burç boýunça gatnaşdyrylýar. Halka materialy kesgitli beýiklige göterýän (galdyrýan) susak görnüşinde bolýar.



Surat 15. Halkaly ýylylyk çalşyjy

a) Şarnire birikdirilen polok halkaly ýylylyk çalyşma; b) Merkezi şaýbaly halkaly ýylylyk çalyşma; b) Halkaly ýylylyk çalyşma; g) Telman adyndaky halkaly ýylylyk çalyşma

Halkaly ýylylyk çalşyjynyň işi material gatlagyny pil bilen garmakdan we gyzdyrylýan gazlaryň material bilen galtaşma üstüniň ulaltmakdan durýar. Metallik ýylylyk çalşyjylaryň beýleki konsturksiýasy D.Ýa.Mazurow we N.S.Kulykow tarapyndan işlenip düzülen we ekranlaşdyryjy ýylylyk çalşyjylar diýip atlandyrylýar. Olar işçi böleginiň piramida görnüşli formasy bolan ownuk guýulan detallar görnüşinde bolýar Berkidiji detallar bolup odaýçdamly salmada pahna görnüşinde doldudylýan aýajyklar 1 bolup durýar.

Netijede **futerowkanyň** dişli (metallar bilen daşky täsirlerden goralan) üsti alynýar.

Daşky täsirlerden goraýan ýylylyk çalşyjylaryň ýerine ýetirýän işi – material bilen galtaşýan diwarlaryň ýylylyk geçirijiligini ýokarlandyrmagyň we diwaryň ýylylyk beriş üstüni ulaltmagyň hasabyna gaz akymynda materiala ýylylygy çalt bermekden durýar. Olar peçiň material eýýäm guradylan (çyglylygy 2 % - den köp däl) bölümünde gurulýar. Bu ýylylyk çalşyjylary çygly material bolan bölümünde ýerleşdirmek maslahat berilmeyär, netijede çig malyň daşky täsirlerden goraýjynyň üstüne ýapyşmagy (ýelmeşmegi) mümkin.

Metalliki ýylylyk çalşyjylary modifisirlenen çoýundan, gyzgyna çydamly çoýundan, gyzgyna çydamly polatdan we beýlekilerden taýýarlanylýar. Metalda marganesiň, hromyň we titanyň saklanyşynyň ýokarlanmagy bilen edilen önümleri 1000 - 1100° C temperaturada ulanýarlar.

Gaz akymynyň temperaturasy 1000° C ýokarda bolan aýlanýan peçiň zonalarynda arka görnüşli keramiki ýylylyk çalşyjylar ulanylýar. Arkalar peçiň kesgini iki ýa – da üç bölüme bölýär. Ýylylyk çalşyjynyň kese-kesigini meýdany takmynan peçiň kese-kesiginiň meýdany 35 % -e deň. Uly aýlanýan peçlerde ($D > 4$ mm) ýylylyk çalşyjynyň her biriniň uzynlygy 6-dan 9m-e çenli bolan aralygy bir-birinden takmynan 5 m bolan üç sany arka görnüşli ýylylyk çalşyjy ýerleşdirilýär.

Arka görnüşli ýylylyk çalşyjylar toýuny köp saklaýan ($Al_2O_3 > 62$ %) görnüşdäki, odaçydamlylygy 1800° C pes bolmadyk we başlangyç ýumşama temperaturasy 2 kg/cm² agramda 1500° C pes bolmadyk kerpiçlerden doldurýar. Metalliki we keramiki öýjükli ýylylyk çalşyjylar, aýratyn ýagdaýlarda zynjyrlar hem öl usulda bişirýän peçlerden başga-da gury bişirýän uzyn aýlanýan peçlerde hem ulanylyp bilner. Emma diňe gury usulda bişirýän aýlanýan peçlerde ulanylmaga berlen ýylylyk çalşyjylar hem belli. Olara “Smidta” firmanyň ulgamynyň dört ýa-da baş öýjükli ýylylyk çalşyjylary,

“Wikers” firmanyň konstruksiýalarynyň turbaly ýylylyk çalşyjylary we beýlekiler degişlidir.

“Smidt” firmanyň öýjükli ýylylyk çalşyjylary 20:25 m uzynlykdaky gyzdurma zonasynnda ýerleşdirilýär. Peçlerden gidýän gazlaryň temperaturasy (şeýle ýylylyk çalşyjylar bilen enjamlaşdyrylan) 500 - 650°C düzýär. Ol bolsa gazlary arassalama ulgamyny çylşyrymlaşdyrýar.

Holder bank firmanyň (Şweýsariýa) metalliki ýylylyk çalşyjylary radial ýerleşdirilen perleri bolan birnäçe ganatlardan durýar. Olaryň düzülişi peçiň uzynlygy boýunça poloklar bilen çalyşýarlar.

Olar peç gazynyň akymalaryny towlap aýlanýarlar we şol wagtda olaryň çig mal garyndysy bilen kontaktlaşma syny gowlaşdyrýar. Wikers firmanyň turbaly ýylylyk çalşyjylary aýlanýan peçiň barabanyň dowamy bolup durýan slindr görnüşli polat kožuhdan durýar.

Kožuhnyň içinde okuw diwarynyň ýanynda peçiň okuna parallel ýerleşdirilen umumy merkezli polat turbalar goýlan. Çig mal ony merkezden uzakda işleýän ýükleýjiniň çöýün susaklarynyň kömegi bilen ýüklenýän ujundan merkezi kamera girizilýär. Kameradan spirally gurluşlar çig mal garyndysyny turbalara berýär. Turbalardan geçip peçiň korpusynyň giňeldilen bölegi bilen kožuhy birleşdirýän geçiş konus görnüşli böleklerden ýerleşdirilýän çöýün ýük düşürüji ternawa (jelob) berilýär. Ýük düşürüji ternawalardan geçiş bölege düşürmegi ýeňilleşdirmek üçin spiral gurluşy göteriji enjamlara seredilen.

.Birleşmegiň gury usuly boýunça işleýän peçlerde ýylylyk çalşyjylaryň gurulmagy öndürilijiligi 10-15 % artdyrmaga we ýylylygyň harçlanmasyny 15-20 % peseltmäge ýardam berýär. Emma şular bilen birlikde peçden materialyň ýitgisi artýar. Mysal üçin, ýylylyk çalşyjylarynyň gurulmagy bilen materialyň ýitgisi 30 % bişirmegiň gury usulyndaky $3,65 \times 10^6$ m ölçegdäki peçlerde boş usuly zynjyrlaryň gurulmagy bilen bolsa tozanyň ýitgisi 75-80 % artdy.

Bişirmegiň gury usuly üçin has kämilleşen peç agregatlary bolup ýylylyk çalşyjy çykarylan gurluşy aýlanma peçleri durýar.

Şeýle agregatlara konweýerli kalsinatory bolan peçlere siklonly, bir ýylylyk çalşyjysy bolan peçler we beýlekiler degişlidir.

7.4. Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler

Bu peçleriň gurnamalary O.Leplep tarapyndan ýasaldy we şoňa görä-de olara Lepol diýip atlandyrylýar. Peçiň desgalary nemes firmasy “Polizius” tarapyndan ulanylandan soňra şu asyryň 30-njy ýyllaryndan başlap ýüze çykdy. Kiçräk bu peçiň desgasy amerikan firmasy “Allis –Garmers” (SŞA) peçleri AGL ulagamlary ady bilen goýberip başlady. Häzirki wagtda dünýäde sement senagatlarynda konweýerli kalsinatory bolan aýlanýan peçleriň 130 sanysyndan köprägi işleýär. Biziň ýurdumyzda şunuň ýaly görnüşli peçleriň birnäçesi işleýär we ýene-de birnäçe peçleriň gurluşygy bellendir.

Her bir peç desgasy çig maly granulirleýji, konweýerli kalsinatorly, aýlanýan peç we sowadyjy bilen komplektlenýär. Çig mal peçe barmazdan ozal kalsinatoryň hereketlenýän gözeneginde ýerleşdirilen materialyň gatlagynyň üstünden (ýokardan aşaklygyna) sorulýan gazlaryň peçden çykýan wagtyndaky ýylylygyny ulanmagyň hasabyna çig mal garyndysyny guratmak, degidratasiýa etmek we bölekleyin dekarbohizasiýalaşdyrmak amala aşyrylýar.

30 ýylyň içinde konweýerli kalsinatorlaryň ösüşi (ýylylyk tehniki kämilleşmegi barada aýdanda) materialyň gatlagynyň üstünden gazlaryň bir gezek sorulmasy bolan shemadan ikinji sorulma bolan shema geçişinden ybarat bolup durýar.

Beýleki deň şertlerde soňky ýagdaýda gaz akymynyň ýylylygyny doly utilleşdirilýär we konweýerli kalsinatoryň işi has netijeli bolýar. Emma shemalaryň ikisi üçin hem

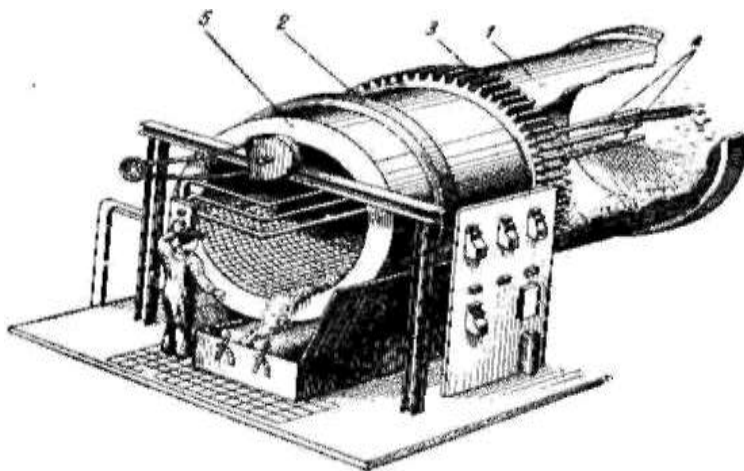
kalsinatorlaryň işiniň netijeligi esasynda çig mal granulararynyň berkligine we ölçeglerine bagly bolup durýar. Şonuň üçin çig maly granulirlenmegiň hili ýylylyk çalyşmanyň intensiwligine, peçiň öndürjiliginde, ýylylygyň udel harçlanmasyna, tozanyň gaz akymy bilen ýetişiginiň ölçeglerine, çig malyň harçlanmasyna, gatlagyň gidrawaliki garşylygyna, (başgaça aýdanda energiýa çykdaýjylara) bişirmegiň deň ölçegine we beýleki görkezijilere güýçli täsirini bildirýär.

Gury çig mal uny inçe suw akymy bilen ölçenende we bir wagtda öllenen massany togalanda granullalaryň emele gelmegi we berkemegi bolup geçýär. Olar gerekli mehaniki berklige eýe bolýar. Çig malyň häsiýetlerine baglylykda suwuň haçlanmasy granulararyň agramyndan 10-15 % araçäginde üýtgäp durýar. Granulararyň iň gowy ululygy 7-15 mm. Plastik hek-toýun çig mal garyndysy we mergel gowy granulirlenýär. Plastigiň kesgitlenişi kesgitli derejä çenli çyglyndyrylan materialdan taýýarlanan şarlarda mehaniki agram täsir edende emele gelýän jaýryklaryň emele gelmegine we olaryň diametriniň üýtgemesine esaslanan “şar” usuly boýunça geçirilýär.

Çig mal kyn granulirlenende granulararyň berkliginiň ýokarlanmagy çig mala dürli plastifikatorlar goşmak bilen alynýar: toýunlar (3-5 %) , sulfit- spirt bardalar (0,5 – 2%), nahar duzy 1,0 %, kömürturşy natriý (1,0 %) we beýlekiler. Çig mal granularlar iki görnüşli granulýatorlarda barabanly we okaraly alnyp biler.

Barabanly granulýator dört tigrçekde we iki sany bandajdan gurlan metallik slindirden durýar. Tigrçekler 3-4⁰ burç astynda ýerleşdirilýär. Reduktoryň üsti bilen granulýatora birleşdirilen elektrik hereketlendiriji, şesterna we herekete getiriji dişli tigr, granulýatory 8:12 aý/min tizlikde aýlanmagyna getirýär. Barabanyň aşaky açyk gyraňyna uzynlygy boýunça deşilen deşigiň uzynlygy 2:3mm bolan birnäçe turbalar goýlan (suw bermek üçin), çig mal garyndysy

granulýatoryň ýokarky ujynyň granynyň aşagyna birikdirilen deşiğiň üsti bilen ýüklenýär, emele gelyän granulalar söýeg şaýba bilen üpjün edilen gurluşukly, aşaky ujyndan çykarylýar.



Surat 16. Barabanly granulýator

1-korpus; 2-bandaj; 3-dişli koles; 4- orositel truba; 5- saýlanan şaýba

Barabanly granulýatorlarda köplenç granulalaryň deň ölçegli däne düzümlü görnüşini almak başartmaýar. Emele gelen massada ýeterlik mukdarda ownuk we hatda tozan görnüşli massa hem saklanýar. Şonuň üçin granulalary ownukdan ýörite eleklerde eleýär, mehanizimleriň kömegi bilen üznüksiz aýryp durmaly.

Çig maly granulirlemegiň has ýokary hilli okaraly granulýatorlarda alynýar. Okaraly granulýatoryň esasy detaly bolup gyşarnyklygy $35 - 60^{\circ}$ burça çenli üýtgeýän aýlanýan disk 1 bolup durýar. Disk reduktoryň üsti bilen birikdirilen elektrik hereketlendirijiniň kömegi bilen (diametre baglylykda) we ok walyna oturdylyan herekete getiriji şesternaly dişli getirijiniň 4 üsti bilen 6-30 aý/min tizlik bilen aýlanýar. Berlen ölçegdäki granulalary almak üçin apparadyň düzülişi diskiň bir gyşarmasyny üýtgetmek, periferiýaly bortuň beýikligini we

materialyň we suwuň berilýän ýerini saýlamak bilen amala aşyrylýar. Aparatyň işçi üstüne materialyň dökülmegini önüni almak üçin bortda ýerleşdirilýän päki we diskiň işçi üstüni arassalamak üçin garyşdyrylýan pyçak bilen üpjün edilýär.

Okaraly granulýatorlarda baraban bilen deňeşdirilende has berk gerekli öýjüklü deň ölçegli depgilenen granular alynýar.

Bu granular termiki işlenme prosesde bozulmaga garşy ýeterlik durnukly alyp bolýar. Okaraly granulýator işçi organlary gabaritleriniň we materialyň granulirlenmesine gidýän energiýa çykdaýjylarynyň hasaplamasy indiki empiriki formula boýunça geçirilýär:

Granulýatoryň öndüriligi::

$$G=0,35 D^4P \text{ kg/sag}; \quad (14)$$

Periferiýaly bortuň beýikligi:

$$H=0,1D^2m; \quad (15)$$

Elektrik hereketlendirijiniň kuwwaty:

$$N=8 \cdot 10^{-6} D^5 \rho n \sin \alpha \quad \text{kwt} \quad (16)$$

Bu ýerde

D - diskiň diametri; m

ρ = granularyň dykzlygy; kg/m^3 ; $\rho=1000$: 1200 kg/m^3

n - granulýatoryň aýlawlarynyň sany, göw/min;

α – granulýatoryň gyşarma burçy, grad.

Getirlen baglanyşyklar we ondan alynan ululyklar ýakynlaşan bahalar bolup durýar. Mysal üçin, bortuň beýikligi H, käwagt konstruktirleme we beýlekiler boýunça üýtgeýär.

Okaraly granulýatorlaryň esasy görkezijileri, çig mal garyndysynyň granulirlenmeginiň netijrsi barada hemmesinden

öň olary guratma prosesinde granulalaryň saklanylşy boýunça başgaça aýdanda ýylyly bilen işlemegiň täsirinde işlenmäniň biriniji basgançagynda baha berýärler. Guratmanyň başlangyjynda her bir granula gyzgyn gazlaryň täsirine sezewar bolup şeýle şertde gyzýar, haçanda onuň ähli giňişlik nokatlarynda ýuwaş-ýuwaşdan çygy bugardyp ýokarlanýar. Ýöne tizden gutarmagyň hemişelik tizlikli periody gelýär. Ol çyg saklaýjylygynyň üýtgeýşiniň göni çyzykly kanuna boýun bolmagy bilen tapawutlanýar: granularynyň ähli nokatlaryndaky temperaturalar ol termometriň temperaturasyna deň, şonuň üçin içki temperatura gradiýenti nola deň ($dt/d\tau = 0$) daşky hemişelik bolýar. Ol period granularlarda temperatura gradiýenti ýüze çykýan ($dt/d\tau > 0$) wagtyna çenli dowam edýär.

Guratmanyň ikinji periody granulary saklamak üçin has kyn, çünki olaryň dargamagynyň esasy sebäbi bolup itekleýji güýçler we gysyjy täsirler bilen şertlendirilen galtaşma güýjenmäni ýüze çykarýan çyg saklaýan meýdanlaryň we temperaturalaryň ýeterlik üýtgäp durmaklygy bolup durýar.

Granular göwrüm gűjeme ýagdaýyna eýe bolýar, we şoňa göräde islendik maýyşgak däl jisimiň bozulmagy mümkin eger-de gataşma güýjenme olaryň berklik çäginde ýokaryk galsa her niçikde bolsa granularynyň bozulmagynyň öňüni alyp bolýar: Birinjiden temperatura gradientini gysgaltmak we degişlilikde radusiň ugruna çyg saklaýjylygynyň üýtgäp durmagyny uzaltmak (“ýumşak guratma”), ikinjiden bolsa mehaniki berkligi saklananda zeper ýetmeýän granularynyň başlangyç keskitli öýjüklü bolmagy mümkindir. Şu şertlerde granularynyň ýygrylmasy peselýär, diýmek, gozganmagyň güýjemesi hem has peselýär.

Bellemek gerek ýagny görkezilen şertleri döretmäge ugrukdyrylan tehnologiýa barlaglar häli gutarylmadyk we praktiki taýdan giň ulanylmaga hödürlenip bolmaýar.

Gatlagyň üsti bilen gazlary bir gezek sorýan konweýerler kalsinatorlar köp zawodlarda gazlary iki gezek

sorýan görnüşe geçmek maksady bilen rekonstruktirlenýär. Ol ýylylyk ulanmagy gowlaşdyrýar.

Gazlary bir gezek sorýan gurluşly köp uly ýerli kalsinatorlaryň içinde kolosnikli gözenekler odaçydamly kerpiçler bilen futerirlenen metallik kamera görnüşinde bolýar. Onuň esasy bolup aralarynda şarnirli çoýun plitalar (kolosnikler) asylan üznüksiz zynjyrlar bolup durýar. Zynjyrlar walda ýerleşdirilen ýyldyzjyklar bilen dartylandyr. Gözenegiň ýokarky bölegi materialyň gatlagynyň galyňlygyndaky gözenege çenli barmaýan kese germew bilen iki bölege bölünen şuna meňzeş germew göznegiň boş we içki şahalarynyň arasynda goýulandyr.

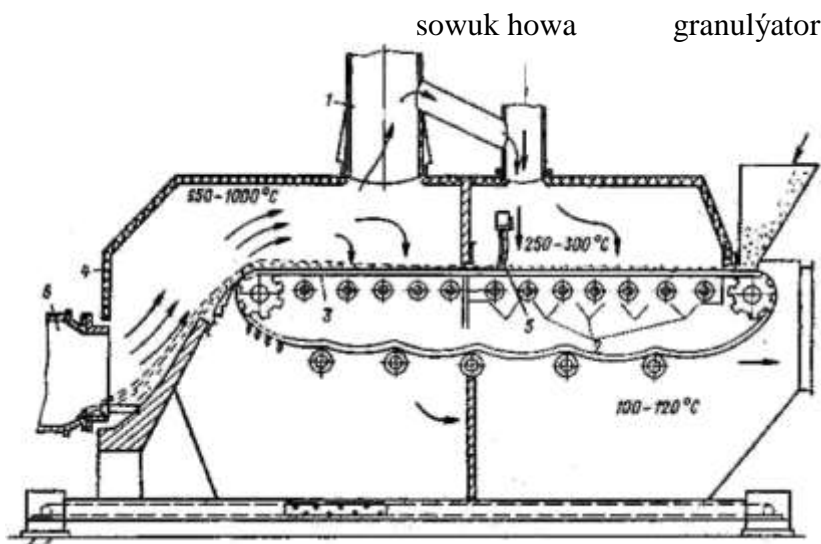
Çig mal uny bunkerden granulýatora berilýär, soňra granularlar ýükleýji güýjüniň üsti bilen hereket edýän kolosnikli gözenege barýar. Gatlagyň galyňlygy materialyň guýguçdan çykýan ýerinde goýlan şiwiller bilen sazlanýar. Birinji “sowuk” kamerada gabyň ýeterlik pes temperaturalarynda (250 - 300° C), granularlaryň bo-zulmazlygy üçin “ýumşak” guradylmasy bolup geçýär. Ikinjide “gyzgyn” kamerada materialyň soňraky gyzdrylmasy ondan başgada materialyň bölekleyin dekarbohizasiýsy bolup geçýär. (10-15 %) .

Gyzgyn gazlar aýlanýan peçden 900 - 1000° C temperatura bilen ýokardan aşaklygyna gözenegiň “gyzgyn” kamerasynda bolan materialyň gatlagynyň üstünde sorulýar, soňra bolsa tússe sorujy bilen döredilýän selçenletmäniň hasabyna gözenegiň dykysy tarapa ugradylýar. Gyzgyn gazlaryň bir bölegi peçi ýakmak üçin hyzmat edýän tússe turbasynyň üstünden goýberilýär, soňra howa gaz garyşdyryjydan daşky howa bilen garyşdyrlyar we 250 - 300° C temperaturada birinji “sowuk” kamera barýar.

Birinji kamerada material gatlagyndan geçýän gazlar umumy akyma goşulýar we atmosfera ugradylýar. Granulary guratmaga barýan gazlaryň temperaturasy daşky howadaky goşuntgylaryň paýlarynyň üýtgeýişi sorulýan gazlaryň mukdary bilen sazlanýar. Gazlary iki gezek sorýan

konweýerleri kalsinatory bolan häzirki zaman peçli desganyň shemasy görkezilen .

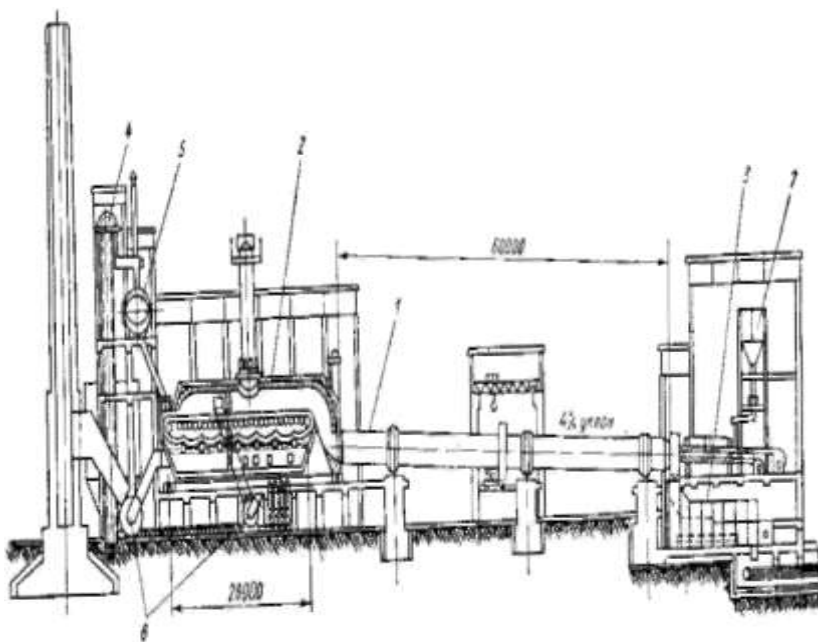
Çig mal galyndysy okaraly granulýatorlarda granulirlenýär. Konweýerli gözenegiň konstruksiýasy esasan öňde aýdylýp geçilişi ýaly, bu ýerde ähli gyzdyrylýan gazlar, gyzgyn kamera gözeneginde ýerleşýän materialyň gatlagyndan geçýär. Şonda gazlar gatlagyň filtrleýji ukybynyň we kalsinatoryň gyzgyn we sowuk kameralarynyň arasynda goýulan diplomalaryň kömeginiň hasabyna tozansyzlandyryýar.



Surat 17. Konweýerli kalsinatoryň shemasy

1-ýakylma turbasy, 2-gazyň gapagy, 3-konweýer, 4-odaçydamly kerpiç bilen futirlenen gabyk (kožuh), 5- döwüji, 6-aýlanýan peç.

Siklonlarda çökyän tozan, şnegin we elewatoryň üsti bilen täzeden gönükdirilmegine gaýdyp gelýär. Tozansyzlandyrylan gazlar kollektorlarda umumy akyma birleşýär, soňra bolsa iki aralykda tússe sorujylar arkaly turba geçirijiler boýunça “sowuk” kamera berilýär.



Surat 18. Konweýer kalsinatorly aýlanma peçi

1- peç; 2- konweýerli kalsinator; 3- kolosnikli sowadyjy; 4-elewator; 5-granulýator; 6-tüsse çekiji; 7- kömür külli bunker

Gazlar iki gezek sorulanda olaryň granulalary guradylýan kameradan, öň howa bilen garyşdyrmagyň geregi ýok. Çünki gazlar siklonlardan we gyzgyn kameradan geçenden soňra onuň temperturasy $250-350^{\circ}\text{C}$ temperatura çenli peselýär. Ol bolsa “ýumşak” guratmagy amala aşyrmak üçin kabul ederliklidir. $100-150^{\circ}\text{C}$ temperaturaly işlenilen gazlar tüsse sorujy bilen atmosfera çykarylýar, käwagt olar ikilenji gezek tozansyzlandyrylýar. (tüsse sorujynyň önünde pes tozan çödüriji bilen).

Kalsinatoryň gyzgyn uýynda material kepje bilen gözenekden alnýar we peçe ugradylýar. Galany peçe transporter we elewator bilen peçiň giriş deşigine berilýar. Materialyň çöken bölek-bölekleri granulýatora berlen bolsa onda granulirlleme prosesi ýaramazlaşardy. Şonuň üçin häzirki zaman desgalarda köplenç edilmeýär

7.5. Siklonly ýylylyk çalşyjyly aýlanýan peçler

Siklonly ýylylyk çalşyjysy bolan aýlanýan peçler F.Miýuller tarapyndan goýulan we “Gambold” firmasy ilkinji gezek 1950-nji ýylda gurýar.

Konweýerli kalsinator we siklonly ýylylyk çalşyjysy bolan peçleriň netijeliligi deňeşdirilende ikinji desga ýokary tutulýar. Siklonly ýylylyk çalşyjysy bolan pes desgasy konstruksiýasy boýunça ýönekeý we konweýerler kolsinatorlylara garanda ekspulatasiýasy yktybarlyrak bolýar. Siklonly ýylylyk çalşyjylarda porosok gönüşi gury çig mal garyndysy ulanylýar. (Granulirlenmesiz we çyglylandyrylmasyz).

Ýylygyň umumy harçlanmasyny şunuň bilen baglylykda 3000-3500 kJ/kg klinkre ýa-da 720-830 kal/kg klinkere çenli peseltmek bolar. Siklonly ýylylyk çalşyjysy bolan peçleriň agzalan artykmaçlyklary olaryň özüne ünsüni çekdirdi we 10 ýylyň içinde dünýä praktikasynda şeýle desgalaryň 100-den gowragy guruldy.

Biziň ýurdumyzda siklonly ýylylyk çalşyjysy bolan peçler hem ulanyşa başlady. Siklonly ýylylyk çalşyjylaryň kemçiligi gatlagynyň beýikligi 50-60 m çenli, gazlary tozansyzlandyрма ulgamynyň çylşyrymlylygy we konweýerli konsenatory bolan peçlere garanda elektroenergiýanyň ýokay udel harçlanmasy degişli bolup durýar.

Siklonly ýylylyk çalşyjylaryň shemasynda görkezlişi boýunça çig mal garyndysy (0,5:1,0 % çyglylygy bolan) pnemmatiki nasosyň kömegi bilen kabul ediji bunkera 1 berilýär, ol ýerden wintli transformatoryň 2 we sektor iýmitlendirijiniň 3 kömegi bilen siklonlaryň birinji we ikinji basgançaklaryny (materialyň akymy boýunça) birleşdirilýän gaz geçirijä 4 ugradylýar siklonyň 2-nji basgançagyndan çykýan gazlar çig mal garyndysyny tutup alýar we sikloniň birinji basgançagyna eltýär. Soňra çig mal garyndysy bunkerde 5 çöküp, klapon – signal ponusynyň üstünden II we III

basgançakly siklonlary birikdirilýän gaz geçirijä 6 barýar we gaz akymy bilen II basgançakly siklona girizilýär. Şeýle ýagdaýda çig mal garyndysy birinjiden başlap (sowuk) we soňka çenli (gyzgyn) siklonlaryň ählisi basgançaklaryň üsti bilen yzygiderlilikde geçip aşak düşýär. Gazlaryň we materialyň ugurdaş hereketi her bir siklonyň girelgesinde bolýar. Umuman, siklonly ýylyk çalşyjylary shemasy göni akymly ýylylyk shemalara deňişli bolýar.

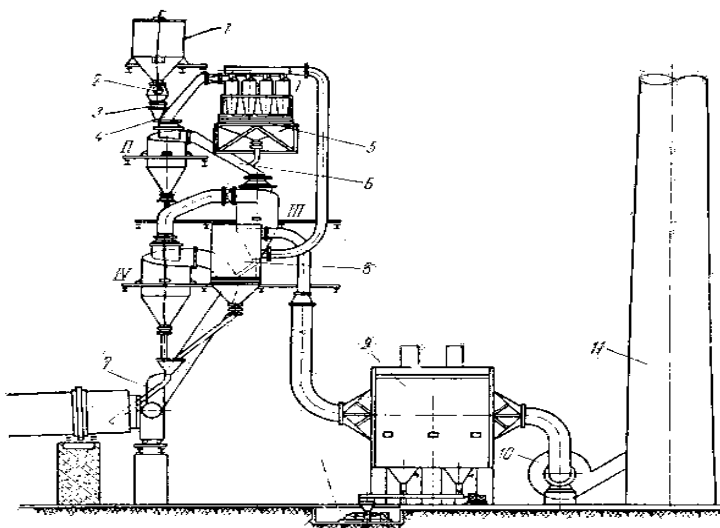
15-20 sek dowamynda 700:800°C temperatura çenli gyzdyrylan we ähli siklonlardan geçen çig mal garyndysy aýlanýan peçin iýmitlendiriji deşigine 7 barýar. Peçlerde dekarbonizasiýa posesi gutarýar we klinker minerallary emele gelýär.

Gyzgyn gazlar peçde 800-950° C temperaturada çykýar we siklonly ýylylyk çalşyjylarda ýylylygyň utileşmegi netijesinde gazlaryň temperaturasy 200-300°C çenli peselýär. Siklonyň I basgançagyndan çykýan gazlaryň tozansyzlandyrylmasy mehaniki tozan tutujyda 8 soňra elektrofilterde 9 ýa-da beýleki tozan çökündiriji gurluşlarda amala aşyrylýar.

Siklonly ýylylyk çalşyjylardan soňra ahyrky basgançakda tozandan arassalaýjy hökmünde elektrofilteriň kynlygy, gaz elektro filtere berilmezden öň ol çyglandyrylýandygyndan durýar, sebäbi beýleki ýagdaýda gury gazlaryň ujypsyzja ionlaşmagy netijesinde elektrofilterlerde tozanlaryň çöküşi örän pes bolýar. Arassalanan gazlar tússe sorujynyň 10 kömegi bilen tússe turbanyň 11 üstünden atmosfera zyňylýar. Siklonly ýylylyk çalşyjylaryň üstünden gazyň we materialyň transportirlenmeginiň üpjün etmek üçin tússe sorujynyň önünde ýeterlik ýokary basyş 500-800 mm.suw.sút bolmaly.

Siklonly ýylylyk çalşyjylaryň 1 ýa-da 2 paralel hereket edýän şahasy bolan peçleriň desgalar bolýar. Olaryň her biri 3-4 siklonlar bilen komplektlenýär. Bir şahaly shemalar pes öndürijiligi bolan aýlanýan peçlerde, iki şahaly bolsa ýokary

kuwwatly peçlerde ulanylýar. Ahyrky ýagdaýda peçden çykyan gazlar yzky peç kamerasyndan iki sany özbaşdak hereket edýär. Gaz ýollary boýunça gapdal penjiräniň üsti bilen siklonly ýylylyk çalşyjylara ugradylýar.



Surat 19. Siklonly ýylylyk çalşyjy

Beýikligi boýunça siklonly ýylylyk çalşyjylary üçin kadalar siklon tozan tutujylaryň kadalaryndan peseldilen otnositel beýikligi boýunça tapawutlanýar. Siklon ýylylyk çalşyjylarynyň dik ölçegleriniň gatnaşyklary takmynan deňdir: $h_s=0,6 D_s$; $h^{II}_s=0,6 D_s$; we $H_s=1,6 D_s$, başgaça aýdylanda olaryň otnositel beýikligi tozan çökdüriji siklonlara garanda 1,5 esse bolýar.

Siklonly ýylylyk çalşyjylaryň kadalarynyň üýtgemesi bolup düzedilen görnüşü durýar, çünki olar gazda ýokary tozanlykda ýerleşýär, poroşok görnüşli materialyň köp gezekli resirkulýarkasynda tozanyň çökdürilmesi boýunça peýdaly täsir koeffisientiň käbir ýagdaýda peselmegi ýylylyk çalşmanyň gowlaşmagyna ýardam edýär. Şonuň netijesinde siklonyň beýikliginiň peselmegi desganyň umumy beýikliginiň

peselmeginde düýpli netije bermeýär. Siklonly ýylylyk çalşygy desgalarynyň täze shemalary hödürlenen.

Materialyň yzygiderli garyşdyrylmagy aýratyn ýerleşdirilen gaz ýollarynyň üstünden gaz akymy bilen amala aşyrylýar.

“Smidt” firmanyň filýaly ABŞ-da 1959-njy ýylda patent alýar we peçe barmazdan, ozal yzygiderlilikde sihtany gyzdyrylýan iki siklon (içki we daşky) görnüşde ýerine ýetirilýän gyzdyryjylary göýberip başlaýar. Begar” firmasy (FRG) “WulnakAýron Uorks” zawodyň konstruksiýasynyň siklonly desgasyňy gurýar. Ol gysgaldylan ýylylyk çalşyjylarynyň desgalarynyň bir şahaly we iki şahaly ulgamlarynyň birleşdirilen görnüşini bilen tapawutlanýar. “Polizuýe” firmasy (FRG) umumy şahaly towlap aýlandyryja iki şahaly gysgaldylan ýylylyk çalşyjylardan durýan siklonly desgany teklipt etdi. Wertikal 4 basganjakly siklonly ýylylyk çalşygy Fiw-Zil firma tarapyndan hödüdürlendi (Fransiýa). Ol işiniň bug shemasy boýunça we birlenji siklonly konstruktiv aýratynlyklary bilen tapawutlanýar. Täze konstruksiýanyň köp kanally ýylylyk çalşyjylary I.Rossa we W.Petro tarapyndan hödürlenen (ÇRS). Ol aýlanýan peçlerden çykyp gidýän gazlaryň ýylylygynyň utilleşmeginiň hasabyna poroşok görnüşli material gyzdyrlanda tozanyň çökdürilişi we ýylylyk çalyşma boýunça ýokary netijelili we ykjamlylygy bilen tapawutlanýar.

Siklonly ýylylyk çalşyjsy bolan peçleriň beýleki peç agregatlary bilen deňeşdirilende esasy artykmaçlyklary aşakdakylardan ybarat:

1.Ýylylyk çalşyjylarda hereket edýän mehaniki bölejikleriň ýoklugy (Lepol gözenegi bilen deňeşdirilende);

2. 95 % ýetýän wagtyň geçmegi bilen peçli agregaryň ulanylyşynyň ýokary koeffisiýenti;

3.Granulirlemeginiň zerurlygy bolanda.Bu ýerden bolsa plastik däl çig malyň ulanylmak (slansler, döмна slaklary)we

çygyň bugarmagyna harçlanýan ýylylygynyň peselmek mümkinçiligi;

4.Çig mal şihany has gödek üweme üçin ulanmak mümkinçiligi (gözenekdäki galyndy 0085-den 20%-e çenli).

5.Ýylylygyň has pes harçlanmasy (980 :730kkal/kg klenkere çenli we has uly peýdaly ýylylyk koeffisiýenti 55:60% ;

6. Peçň giňişlik birliginde bişirme önümleriň ýokary udel alnyşy;

7. Çig malyň önünden gowy taýýarlanmagynyň hasabyna taýýar önümiň ýokary . hili.

Şonuň birlikde siklonyň ulanylyşy ýokarda görkezilen ulgamlaryň ählisi üçin esasy hökümünde önüm birleşiginiň alynmagyna peç giňişliginiň ýokary göwrümleriniň harçlanşynyň zerurlygyna getirýär. Diýmek, siklony ýylylyk peç desgasy ýönekeý aýlanýan peçler bilen deňeşdirilende peç giňişliginiň göwrüm birligine düşýän önümiň udel alnyşyny 50 % golaý galdyrmaga mümkinçilik berdi. Peçli ýylylyk çalşyjylarynyň soňky kämilleşmegi çökdüriji ýylylyk çalşyjynyň birlik elementiniň ölçeginiň gysgalma ýoly boýunça gitmeli. Şol gatnaşykda silikat öndürijiligi ýylylyk tehnikasy, köp basgançakly peçli ýylylyk çalşygyň ünsini özüne çekdirýär. Çökdürme we ýylylyk çalyşma üçin element hökmünde çökdürijilik ukyplylygy we gury görnüşdäki işiniň modellerinde barlanan halkaly ýylylyk çalşygy kabul edilýär.

Köp basgançakly halka görnüşli ýylylyk çalşyjynyň prinsipial shemasy getirilen. Tüsseli gazlar 900-1000⁰ C temperatura bilen aýlanýan peçde 1 çykyp hereketsiz kameranyň 2 we gaz geçişiniň üsti bilen ýylylyk çalşyjynyň dördünji basgançagyna ugradylýar. Her bir basgançagyň iş prinsipi meňzeş we onuň işi indiki ýagdaýa geçýär. Gyzgyn gaz akymy (gaz ýoly 3 boýunça hereket edýän) deşigiň 4 üsti bilen 3 basgançakdan gelýän poroşok görnüşdäki material bilen IV basgançagyň halkaly elementine ugradylýar.

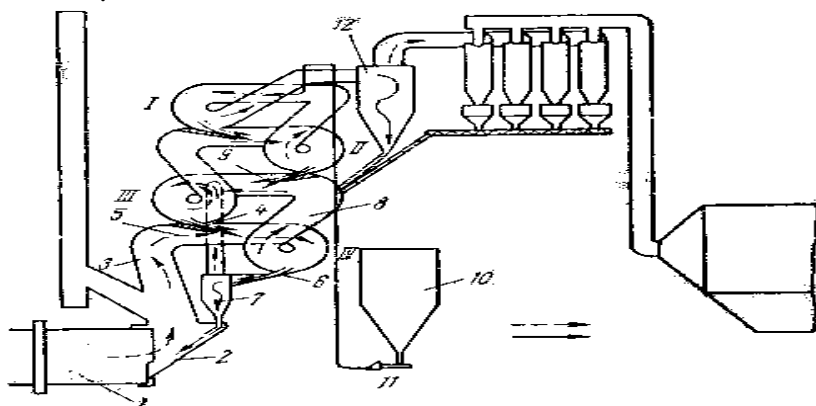
Diwarda bölejikleriň bölmegine esasan halkanyň 5 göni gorizont al güýçlendirilen inersion güýçler we töwerek boýunça gaz akymynyň aýlanmagynda emele gelýän merkezden daşlaşýan güýçleri ýardam berýär. Tozan gatlagynyň ýokary derejede emele gelmegi halkanyň daşky diwarynyň elementiň içine tarap oýukly süýnmek şekilli bejerilmegi ýardam berýär. Hereket edýän tozan akymy geçiş tizliginde 6 bölünýär we tozan siklonyna 7 ugradylýar.

Tozansyzlandyrylan gaz bolsa gaz geçiş ýoly 8 boýunça ýerleşen ýylylyk çalşyjynyň III basgançagyna ugradylmak bilen sorulýar. Uçastokda 9 gaz akymy ýokarda ýerleşen elementiň II basgançagynda tutulan tozany alyp galýar, ýylylygyny berýär we material bilen bilelikde III basgançaga ugradylýar. Soňra tozan çökdürme we gyzdurma prosesi gaýtalanýar. Tozan görnüşli şihla bunkerden 10 iýmitlendirijiniň 11 kömegi bilen ýylylyk çalşyjylaryň birinji basgançagyna berilýär, ýagny onda çökmedik tozan siklonda 12 tutulup galarýar. Soňra tozansyzlandyrylan gazlar arassalanmaga ugradylýar. Hereket edýän tozan akymynyň ýokarky hatardan aşaky halka geçişi ýa-da gyşarlyşy diwarly oblata material gatlagynyň peseltme täsiri we gaz akymy bilen döredilýän položitel statiki basyşyň emele gelmegi netijesinde bolup geçýär. Ondan başgada aşakda ýerleşen gaz geçiş ýolunda (çykyş deşigiň garşysynda) konfuzor (daraltma) goýulýar. Ol çykýan tozany tutmak üçin gerek bolan dyklyzlygy peseltmäge üpjün edýär.

Peçe ýylylyk çalşyjylary hödürleýär, shemalarynyň artykmaçlyklaryna aşakdakylary görkezmek bolar: ýylylyk çalşyjynyň kiçi agramy we gabaritleri, eksplutasiýanyň we gurluşyň ýönekeýligi ýylylyk çalyşmanyň we tozan çökdürmegiň ýeterlik netijeligi; bilen tapawutlanýar

Halkaly ýylylyk çalşyjylar siklonlardan tapawutlylykda tozanlaryň agyrlık güýjüniň täsirinde olaryň toplanmagy üçin konus görnüşli bölegiň we içki slindri bölünýär, yzyna aýlanmanyň emele gelmeginiň ýoklugyndan bolsa gazy 25:30

m/sek goýbermäge mümkinçilik berýär. Bu halkaly çökdürjileriniň gabaritleriniň kiçelmegine düýpli ýardam berýär.



Surat 20. Petleli ýylylyk çalşyjynyň prinsipial shemasy

Çökýän tozan görnüşli şyhtalari toplamak üçin konslaryň we klapalaryň ýoklugy halkaly ýylylyk çalşyjylarda gyzdymagy $800-850^{\circ}\text{C}$ ýokary temperatura çenli amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Bu materialyň ýeterlik dekarbonizasiýasynyň we peçli ýylylyk çalşyjylarynyň birlenji materiallarynyň bölekleýin emele gelmeginiň amala aşmagyna getirmegi mümkin. Ol aýlanýan peçleriň uzynlygynyň kiçelmegine ýardam berýär.

Dört halkaly ýylylyk çalşyjylary bolan peçli desganyň ýakynlaşan ýylylyk hasaplamalary 10-13 tablisanyň soňky kalonkasynda getirilýär.

Siklonly ýylylyk çalşyjylary bolan aýlanýan peçler Lepol ulgamynyň peçleri bilen bir hatarda peçniň işçi giňişligi bilen klinkeriň alnyşy boýunça has ýokary görkezijiler bolýar, ýöne Lepol peçleri bilen deňeşdirilende ýokarda agzalan käbir artykmaçlyklary bardyr.

Şeýle käbir ýagny, bişme tehnikaýyň ösüşi gury usulyňyň ugruna tarap ýörelýär. Häzirki wagtda has

perspektiwaly bolup siklonyň çalşyjylary bolan peçler durýar. Ýylylyk tehniki nukdaý nazardan bu agregat tygşytly bolar. Bu peçlerde ýylylygyň udel harçlanşy eýýäm 786 kkl/ kg·s çenli peseldilen siklonlaryň izolýasiýasyny gowlandyrmagyň sowuk howanyň sorujylygynyň peselmeginiň, sowadyjyda ýitginiň peselmeginiň we gidýän gazlaryň ýylylygyň utilleşmeginiň hasabyna ýylylygyň harçlanmasyny 730 kkal/kg klinker çenli peseldilmek mümkinçiligi tehniki taýdan hasaplanylýar. Siklonly ýylylyk çalşyjylary bolan peçleriň (ýylylygyň pes harçlanmasynda işleýän) ýylylyk balanslarynyň strukturasy tablisada getirilen.

Bölümlerde harçlanmanyň bölünişi (tehniki mümkin bolan).

Ýylylyk harçlanmasynyň bölümleri	Tablisa 2.		
	I	II	III
Klinker emele gelmäniň ýylylyk effekti	420	420	420
Sowadyjynyň üsti bilen ýitýän ýylylyk	100	90	70
Daşky sreda ýitýän ýylylyk	140	110	110
Çykýan gazlar bilen ýitýän ýylylyk	160	140	130
Jemi	820	760	730

7.6. Aýlanma peçi

Sement klinkerni ýörite termiki abzallardan alynýar. Şu abzalaryň esasy bölegi aýlanma peçidir. Ondan başga-da abzalyň sowadyjy bölümi bar. Ýangyç ýakylýan abzaly bar. Mor we işlenen gazlary arassalaýan abzallar, aýlanma peçiniň esasy elementleri silindir görnüşli korpusdan, şestrna görnüşli lentadan, ýylylygy çalyşyp berýän turbadan ybaratdyr. Peçiň

korpusy metaldan ýasalan we agyr halkalar ýerleşdirilen (bandaž).

Adatça peçiň diametri 4 metrden az bolsa halkalar (bandažlar) guýup ýasalýar. Eger diametri 4 metrden köp bolsa onda bandaž iki bölekden ýasalýar. Kewşirleme arkaly birikdirilýär. Ol usulda işleýän peçiň şisternasy peçiň ortasynda ýerleşdirilýär.

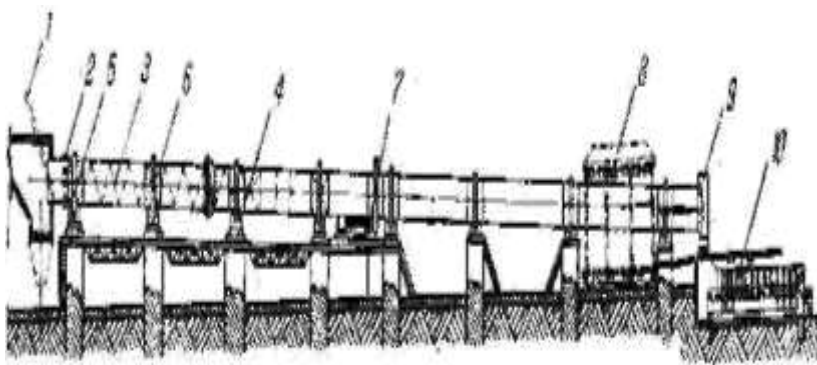
Gury usulda bolsa şesterna peçiň sowuk tarapyna ýakynrak ýerleşdirilýär. Bandažlar rolige meňzeş birikdiriji metaldan ýasalan ramada ýerleşdirilen. Rama demir-beton fundamentinden ýasalan.

Aýlanma peçiniň tehniki häsiýetleri.

Içki diýametri 7 metr, uzynlygy 230 metr, klinkeri 1 gije—gündizde 300 müň tonna. Birikdirijileň sany 8 sany

Ýylylyk çalyşma prosesini sazlamak üçin peçiň içinde dürli ýylylyk çalyşdyryjy gurallar ulanylýar. Meselem: şlak guradyjy zonasynnda zynjyrdan perde ýasalýar.

Şular ýaly wagtda gaz bilen şlakdan kontaktyny gowylap buglandyrmany tizleşdirýär. Klinkeriň bişiş temperaturasy 1400-1450°C deňdir.



Surat 21. Aýlanýan peç.

1-akym; 2-filtr-gyzdyryjy; 3-zynjyr tutysy; 4-ýylylyk çalşyjylar; 5-bandažlar; 6-bandažyň aşagyndaky obeçaykalar, 7-peçi herekete getirji, 8-suwlandyryjy gurluş 9-peçiň başy, 10-sowadyjy.

Aýlanýan peçiň korpusy biri-birleri bilen berçirip, çüýleriniň kömegi bilen birikdirip ýa-da kebşirläp bolýan standart polat listlerinden ýasalýar. Peçiň berçiklenen korpusy bilen deňeşdirlende onuň barabanyň kebşirlenen konstruksiýasyna 30% az metal harçlanan we onuň germetikligi (jebis ýapylanlygy) ýokarlanýar. Korpusyň galyňlygy oňa täsir edýän ýüklenmeler bilen şertlendirilýär we dürli ölçegleri bolan peçler we bir peçiň temperatura laýyk zonalary üçin dürli galyňlykda bolup bilerler. Peçleriň diametri 3 m-den 5 m-e çenli bolanda pejiň gyzdyrlyp tutdyrlan zonasyna korpussyň galyňlygy, meselem, 40-46 mm-e deň, şeýle ýagdaýda esasy korpusyň gübürçek tabaklarynyň galyňlygy 22-24 mm bolýar. Korpussyň gatylygyny ýokarlandyrmak üçin onda peçiň korpussyňa kebşirlenip berkidilen listleýin poladyň zolaklarynda ybarat bolan gatylyk halkalary gurnalypdyr. Zolagyň beýikligi takmynan 150 mm, ini bolsa, 20-30 mm. Halka peçiň korpussyň jebis gysyp saklaýar we futerlemiden hem-de materialdan düşýän ýüklenmeleriň kanagatlanarsyz paýlanylmagynda onuň deformasiýasyna ýol bermeyär. Peçiň uzynlygynyň her 15-20 m-de bir ýa-da iki sany gatylyk halkasy goýulýar. Peçiň iň gyzgyn böleginde (1 we 2 daýançlaryň arasynda) gatylyk halkalarynyň sany dörde çenli köpeliýär.

Peçiň sowuk uýynda ýagtylykda (ýagta tutylanda) peçiňkä garanda kiçi diametri bolanda direk halkasy gurnalýar. Halka peçe tozanly kamera berilýän çig mal garyndysynyň daşyna dökülmeginiň ýa-da aşýan sepilmeginiň önini alýar. Peçiň korpussynda futerleýji kerpiji alyp bermek üçin lükalaryň hatary bar, peçiň sowuk böleginde bolsa, materialyň nusgasyny almak üçin birnäçe lükalar goýlupdyr. Pejiň aýratyn obeçäýkalardan (gübürçek tabaklardan) ýasalan korpussyň montažyny (gurnalýşyny) gönüden-göni sement zawodynda amala aşyrylýar.

Peçiň korpussynda her biri iki sany rolige daýanýan polat halkalar-Bandažlar, berkidilýär. Bandažlaryň sany we olaryň

öçegleri peçiň diametri we uzynlygy bilen kesgitlenilýär. Ölçeği 5*185m bolan peçde daýançlaryň sany 8,45*170m ölçegli peçde bolsa -7. Diametri 4,5m bolan pejiň bandažynyň ini 800mm we onuň sowuk zonalardaky diametri 5,4m, gyzgyn zonalaryň diametri bolsa 5,5m barabardyr. Bandažyň ini daýanç rolikleriniň ininden 40-80mm kiçi bolmaly.

Her bir bandaž peçiň korpusyna boltlar arkaly birikdirilen 24 sany guýlan çöýün başmaktarda (penjelerde) erkin ýatýar. Peçiň korpusynyň ýylylygynyň täsiri netijesinde giňelýändigini sebäpli başmaktaryň we bandažyň arasynda 2mm çenli ölçegli yş goýulýar. Oka görä süşmegiň önüni almak üçin iki tarapyndan hem inedördil (kwadrat) kese-kesigi bolan halkalar goýulýar.

Bandažlaryň ýörite plastinalaryň kömegi bilen gatadylan berkidilmesini hem amala aşyrsa bolýar. Bu plastinalar bandažyň korpus bilen galtaşma çyzygy boýunça gataldylan baglanşygy we radual (okdan daşyna bolan) ugurda bolsa elastiki (maýyşgak) baglanşygy üpjün edýär. Erkin asylan ýagdaýdaky bandažlaryň temperaturalaryň üýtgeşme durmagy zerarly pejiň korpusynyň geometriki ölçegleriniň üýtgemegini has ýeňil kabul edýändigini iş tejribesi görkezdi. Peçiň korpusynyň bandažlary arkaly berkidilen ýerleri has köp kesiji güýçleriň täsirini başdan geçirýärler we aşa gyzyrlar. Şonuň üçin hem diametri uly bolan peçlerde bandažyň arasyndaky (gübürçek tabaklaryň) obeçäýkalaryň diýseň uly-125mm çenli ýetýär.

Bandažyň peçiň korpusynda gyzdyrlyp tutluşdyrylma zonynda gurnalyp goýulmagy futerlemesine oňaýsyz täsir edýär, şol sebäpli hem maksada laýyk hasap edilýär.

Bandaž asty daýanç rolikleri umumy ramada taýma podşipnikleriň üstünde durýar. Rolikleriň merkezleriniň aralygy çekiji boltlar arkaly regulirlenýär (sazlanylýar). Rolikleriň podşipnikleri suw bilen sowadylýar we awtomatiki ýagdaýda ýag çalynýar. Bandaž rolikden sallananda bandaž

halkasynyň deň ölçegsiz iýlip könelmezligi üçin rolikleriň ini bandažyňka garanda uly inli bolýar.

Peçiň korpusynyň dürs ýerleşýändigini gözegçilik etmek üçin onuň bir daýanjynda-bandažyň sag we çep tarapyndan iki sany gözegçilik rolikleri gurnaýar. Rolik bilen oňa ýakyn duran bandažyň üst yüzüniň gyrasynyň (bandaž rolikleriň ikisinden hem daşlaşandaky) arasynyň yşy 20-60mm bolýar. Iş boýunça göz önünde tutylan çäklerde bandažyň peçiň korpusy bilen bilelikde süýşmegi howply däl. Peçiň ondan soňraky süýşmegi bandažyň degişli gözegçilik roligi bilen galtaşmagyna getirýär we ony aýlaýar. Roligiň aýlanmagy peçiň korpusynyň maksimal ýol bererli süýşmäniň bardygy barada duýdurýş bolyp durýar. Gözegçilik rolikleri süýşýän peçiň korpusynyň basyşynyň garşysyna uzak wagtlap durup bilmeýär, yöne olar soňraky süýşmäniň wagtlaýyn öňini alar ýaly ýeterlik derejede berk bolmaly. Köp we uzak wagtlaýyn ýüklenmelerde gözegçilik rolikleri dargap bilerler we peçiň bandažlary daýanç roliklerinden taýyp düşmekleri mümkin.

Munuň öňüni almak üçin peçiň daýançlarynyň birinden öňüni alyp goraýjy direg gurluşlary (diregler) otyrdylýar. Olar bandažyň iki tarapynda hem goýylýar we hereketsiz ýagdaýda durýarlar. Bu diregler fundament bilen we öz aralarynda berk baglanyşdyrylýar. Peçiň bandažlary hereketsiz duran direg bilen galtaşanda, sürtülmäniň artmagy bilen peçiň elektrik hereketlendirijisine bolan ýüklenme ýokarlanýar we ol öçýär. Peçleriň täze konstruksiýalarynda direglerde herekete getiriji elektrik hereketlendiriji barýan toguň arasyny kesýän ahyrky öçirijiler goýulýar.

Direg bilen oňa golaý duran bandažyň normal aralygy gözegçilik roligi bilen bandažyň arasyndaky yşyň ulylygyndan 30-50mm ulu bolmaly. Peç iki sany dişli şesternanyň, reduktoryň we elektrik hereketlendirijiniň kömegi bilen herekete getirilýär. Peçiň aýlaw tizligi minutda 0,5-1,5 aýlaw bolup durýar.

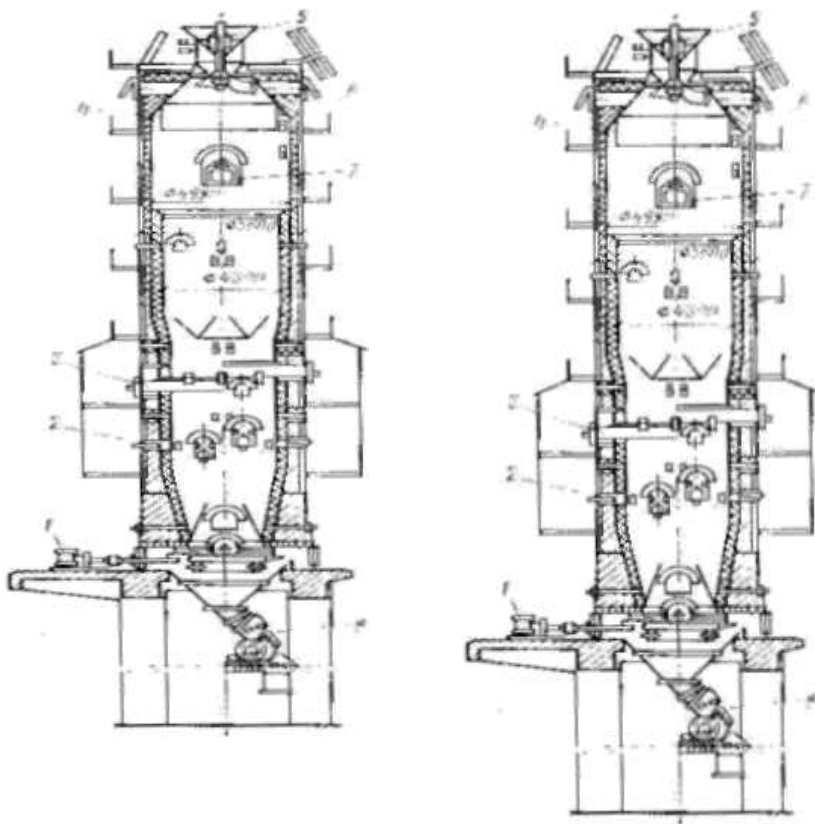
7.7. Şahta peçi

Bu peçlerde şahta ýangyç bilen garyşan ýagdaýda peçiň ýokarsyndan salynýar. Ýangyç hökmünde koks we antrasit, kömür ulanylýar. Peçiň aşaky böleginden nasos arkaly howa berilýär. Bu howa termiki gaýtadan işleme wagtyny geçip bolan soň önümi sowadýar we peçiň ýokarky gatlagynda ýerleşen şahta guradylýar. Bu peçler hem üznükli we üznüksiz işleýär Bu peçiň beýikligi 8-12 m, $d=2,4-3$ m. Bu peçlerde ýylylygynyň harçlanyşy 3,78-5,46 kJ. Öndüriligi 5-12 t/sag.

Hek önümçiliginde şahta peçleriniň giňden ulanylmagynyň sebäbi onuň beýleki hek ýakyjy agregatlarda tapawutlydyr. Ulanylyşda amatly, ýerli ýangyçdan peýdalanmak we beýleki peçlere garanynda ýangyjy az harçlaýar. Şahta peçi tegelek ýa-da gönüburçly kese-kesilen aýlawly taraply gury peçdir. Şahta silindirik görnüşli bolýar, kesilen konus görnüşli, ýa-da çylşyrymly esasly iki sany kesilen konus şekilli. Hek ýakýan şahta peçler üznüksiz işleýär; belli bir wagt aralygynda her wagt şahtaň ýokarky bölegine hek salynýar, aşaky böleginden bolsa şahta peçlerinde gymyldaman ýatmaýar, ol ýuwaş-ýuwaşdan şahta boýunça aşak düşýär. Material başda gyzdýrylýar soňra ýakylýar ahyrynda sahtanyň aşaky bölümünde sowadylýar. Ýakma gerek bolýan howa heki sowadyp aşakdan gelýär we ýakma zona gyzdýrylyp äberilýär. Ýanma netijesinde emele gelýän tüsse gazlary şahtaňýokarky böleginde sorulmagynyň netijesinde, aşaky bölümünde üflenmeginde ýa-da bolmasa bilelikde üflenip sorulsa ýokarky göterilip tüsseli turba düşýärler.

Ýolda öz ýylylygyny peçdäki heke berip onuň düzümindäki çyglylygy bugardýar. Şeýlelik-de şahta peçlerde üç zonasy bar: guratma we gyzdyrma, ýakma, sowatma Şahta peçiň esasy elementleri şahta ýa-da peçiň işçi kamerasy ýükleyji desga, düşürji desga, howa getiriji apparatlar, gaz aýryjy apparatlar.Şahta peçler we gyzgyn saklaýjy bölüm gyzyk kerpiçden salynýar, iç ýüzünden şamot kerpiçi bilen goralýar.

Daş ýüzi we iç ýüzüniň arasynda deşik ýerleşdirilýär. Onuň içini şlak bilen doldurulýar. Peçniň futerowkasynyň örülişi şamot massadan ýasalýar. Peçlerde goraýjy metal daş gabygy bolup biler, olar peçniň diwarlaryndan gaz görnüşli önümleriniň süzülip geçmeginiň önüni alýar. Şahtaň umumy beýikligi 10-25 m aralykda, işçi beýikligi 8-20m bolýar. Şahtaň diametri 4m ýetýär.



Surat 22. Şahta peçi

1.Ýükleýjy gurnama 4 2-tüsse gazy sorýan balka; 3-düşürýän enjam; 4-ayrofontan ýangyç; 5-şahta peçiniň körükleme (howa berme); 6- penjire; 7-ýokary göteriji

Şahta peçlerinde heki ýakmak üçin döwüji saýlaýjy desgasynda taýýarlanylýar, ol ýaňakly owradyjy bilen üpjün edilendir. Hazirki zaman zawodlaryndaky owradyjylaryň kabul ediji 600x900 mm –den az bolmaly däl we düşüriji gözeneginiň ininiň 100-200mm aralykdaky çäklerde sazlanmalydyr. Şular ýaly owradyjy 500 mm çenli ölçegde owratmak üçin bölekleri kabul edip bilýär, öndürjiligi 75 t/sag. Köp ýagdaýlarda iki basgançakly owratmany ulanmaly bolýar.

8. Aýna önümçiligindäki peçler

8.1. Gorşokly wanna peçleri

Aýna gaýnadýan peçde aýna gaýnadylanda bolup geçýän umumy proseslere serediliň. Aýna gaýnadyjy peçleri 5 sany bölüme bölmek mümkin:

1. Silikat emele gelme;
2. Aýna emele gelme;
3. Ýagtylandyрма (oswetleniýe);
4. Gomogenizasiýa;
5. Studka.

Real ýagdaýlarda senagatda aýna gaýnadýan peçlerde anyk bir gaýnadýan bölümleri ýok. Aýnany gaýnatmakda aşakdaky prosesler bolup geçýär.

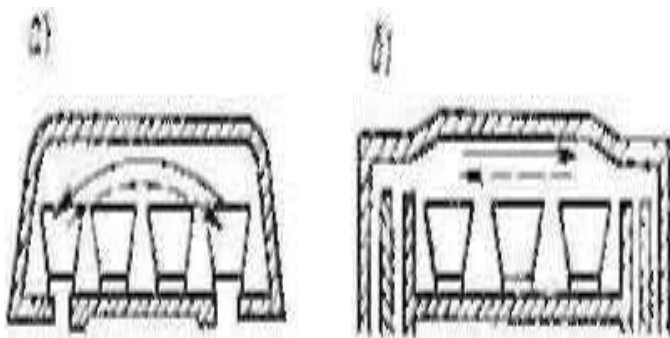
Suwuk şihda gyzdyrlan gorşokly ýa-da basseýine aýratyn bölek-bölek bolup üznüksiz gelýär. Bu ýerde iri ýa-da ownuk bölekler emele gelýär. Aýna massasy üst ýüzünde ýüzüp ýöreyär.

Ýokarky gatlakdaky şihda gyzgyn gazyň täsirinde ýokary temperaturada çalt gyžýar. Orta gatlagyndaky şihda haýal gyžýar. Görşimiz ýaly poroşok emele getirýän şihanyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti az bolýar. Aşaky gatlakda şihda gyžgyn aýna massasyny emele getirýär. Reaksiýanyň geçiş dowamynda hemme gatlakda birmeňzeş däl. Ýokarky gatlagynda bugarma netijesinde karbonat we sulfat bölünip çykýar, kwarsa öwrülýä we silikata öwrülme prosesi bir wagtyň özünde bolup geçýär. Alnan ergin silikatda doly eremesi kyn komponentler aşaky şihda goşulýar. Orta gatlakdaky şihda hem çyglylygyň bugarmasy emele gelip sodanyň dekarbonizasiýasy, mel we beýlekiler bolup geçýär. Himiki reaksiýada orta gatlakdaky gaty komponentler şihanyň arasynda köp bolsa orta gatlakda şihda köp gaýnadylýar.

Aşaky gatlagynda şihda reagirleşýär. Şihadan alnan ergin ýokary temperaturanyň täsirinde ýagtylanma wagty (gorşokly

peçi) ýa-da ýagtylanma zonasy (wana peçi). Bu ýerde gomogenizasiýa bolup geçýär we şol bir wagtyň özünde sowadylýar.

Gorşokly peçler tygşytsyz we ondürijiligi pes çylşyrymly hojalyk önümleri üçin gorşokly peçler niýetlenen. Şonuň üçin hem önümçilikde gorşokly peçleriň deregine üznüksiz işleýän wana peçleri bilen çalyşylandyr. Gorşokly peçlerde gaýnatma prossosini barlamak oňaýly, wana peçlerine garanyňda. Gorşokly peçlerde 16-21 sag. dowamynda gaýnadylýar, wana peçlerinde birnäçe gije-gündüz dowam etdirilýär.



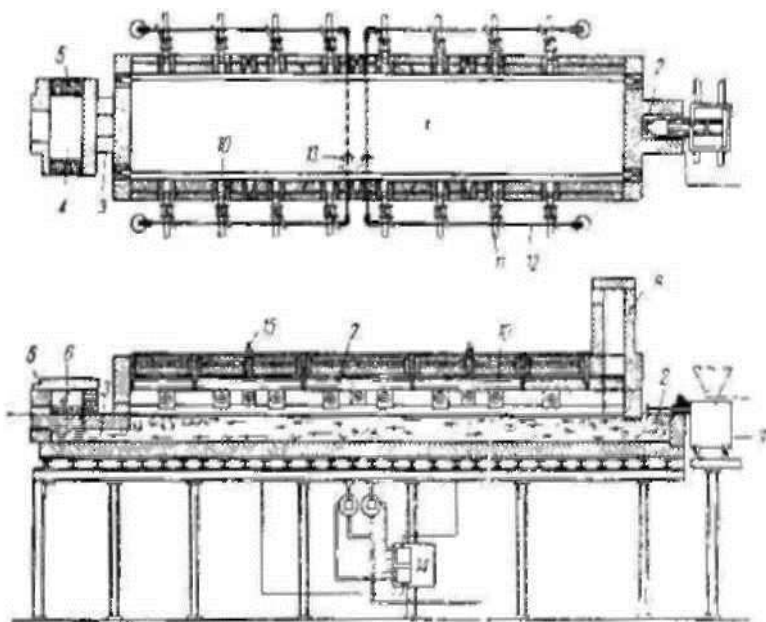
Surat 23. Gorşokly peç

- a) gorşokly peçlerdäki ýalynyň aşakdaky hereketi;
- b) Gorşokly peçlerdäki ýalynyň ýokarky hereketi.

Esasan, optiki aýnalary ondürmekde uly ähmiýeti bardyr. Şonuň üçin gorşokly peçler häzirk wagta çenli saklanypdyr. Olar diňe kristal, optiki, reňkli we ýokary hilli aýnalar üçin niýetlenen. Hrustal we reňkli aýnalar adaty gorşoklarda gaýnadylýar, optiki ýa-da beýleki ýörite aýnalar bir ýa-da iki gorşokda gaýnadylýar. Ondürijiligi 3-6 tonna gije-gündüzde, peýdaly täsir koeffisiýenti pes 8-10 % deňdir.

Bu gorşoklarda uly bolmadyk mukdardaky hrustallary, reňkli we beýleki aýna sortlaryny gaýnatmak üçin niýetlen. Gorşokly peçlere odaçydamly materiallaryň 100-1000 litrini

ýerleşdirip bolýar. Seýrek owal formada alynýar. Ýörgünli gorşoklaryň göwrümi 200-300 litr. Aýna massasynyň agramy 300-450 kg. Umumy gorşogyň göwrümi 65%.



Surat 24. Göni akym boýunça işleýän

1- basseýin; 2- ýüklenýän jübi; 3-göni akym; 4-kamera; 5- kamerany gyzdýrmak üçin forsunka; 6- kameradan gazlary çykarmak üçin deşijek; 7-peçň gazly giňişligi; 8-tüsse çekiji truba; 8- tüsse çekiji truba; 9-şihta ýüklemek; 10- forsunka; 11- howageçirji; 12- mazut geçirji; 13- pneumatiki motor; 14- temperaturany sazlaýjy; 15- pirometr

İşleýş prinsipi:

Peçň ýanynda gorelka ýerleşdirilýär. Çüýşe alnanda şihta gury ýagdaýda bolýar. Çüýşe işläp çykarmak prsesinde aýlanma peçleri hem ulanylýar. Olar emal we çyrça almakda ulanylýar. Wanna peçiniň uzynlygy 4-14 m çenli, ini 1,5-2,5 m çenli bolýar. Ýangyç hökmünde mazut ýa-da tebigy gaz ulanylýar. Peçň çuňlugy 0,6 m

Zonalarda temperaturanyň paýlanylyşy:

Ýagtylandyrma zonasy - 1520°C
Ereme zonasy -1370 °C
Ýükleýji zonasy -1220 °C
Tüsse çykarma zonasy -1175 °C

8.2. Peçiň görnüşlerini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek

Aýnagaýnadyjy peçleriň hasaplalarynyň usullary hasaplanýan peçiň niýetlenşine we görnüşine baglylykda üýtgäp durmagy mümkin.

Gorşok (küýze görnüşli) görnüşli peçlerde we periodiki wannaly peçlerde olaryň gyzydyrylmagynda we sowadylmagynda gyzydyrma periodynda toplanyp goýlan ýylylyk mukdary örän uly ähmiýete eýe bolýar.

Üznüksiz işleýän wannaly peçlerde material berilmeginiň temperaturasy hemişelik galýar, ýöne peçiň ereme we sowatma böleklerinde dürli temperaturaly zonalaryň bolmagynda eredip aýna taýýarlamakda we ýylylyk çalyşmada esasy rol oýnaýan aýna massalarynyň konweksion akymalaryň ýüze çykmagy üçin şert döreýär. Häzirki wagtda küýze we periodiki wannaly peçler has kämilleşen üznüksiz işleýän wannaly peçlere çalyşyandygy üçin has uly praktiki gyzyklanma döredýän list aýna öndürýän wannaly peçiň hasaplamasynda saklanýarys.

Eredip aýna taýýarlaýan peçleriň hasaplanmasy täze peçiň projektirlenende ýa-da işleýän peçleriň işini barlamak üçin geçirilýär. Birinji ýagdaýda peçiň ählisi ölçegleri we ýangyjyň harçlanmasy peçiň ähli ölçegleri, ýangyjyň harçlanmasy peçiň berlen öndürijiligi boýunça kesgitlenýär. Ikinji ýagdaýda peçiň berlen konstruksiýalary we ölçegleri boýunça peçiň önümçilik kemçiligi we onuň mümkin bolan öndürijiligi we netijeliligi kesgitlenip bilner.

Hasaplamanýň pirnsipleri iki ýagdaý üçin hem praktiki taýdan üýtgemeyär, diňe gözlenip tapylmaly we berlen

ululyklar ýerlerini çalyşýar. Şonuň üçin diňe bir ýagdaýa-täze peçň hasaplamasyna seretmek ýeterlikdir.

List görnüşindäki aýnanyň önümçiligi üçin päsgel beriji gönü görnüşdäki aýna massasy boýunça basseýni gaz zonasy boýunça ekran bilen bölünen ýangyjyň kese ugry ulanylýar.

Aýnamassasy boýunça peçň öndürilijiligi:

$$P_{ay} = \frac{P\rho}{z\eta} = \frac{5 \cdot 10^6 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^3}{330 \cdot 0,74} = 112 \cdot 10^3 \text{ kg / g.g.} \quad (1)$$

ýa-da 4700 kg/sag ýa-da 1,3 kg/sek.

P – peçň berlen ýyllyk öndürilijiligi; $m^2/\text{ýyl}$

δ – şertli aýnanyň galyňlygy; m-de, P – aýnanyň dyklyzlygy; kg/m^3 , z – peçleriň ýylda

işleýän günleriniň sany – 310-dan 330-a çenli;

η – taýýar önümiň çykymy.

Peçň gyzdurylýan böleginiň meýdany köplenç praktiki maglumatlar boýunça kesgitlenilýär:

$$F_{ere.} = \frac{P_{ay}}{m} = \frac{112000}{900} = 125 m^2 \quad (2)$$

bu ýerde m – aýna massasynyň udel alnyşy.

Erediji bölegiň meýdany (doldurylýan jübüden perdä çenli).

$$F_{gay.} = 1,2 F_{ere.} = 1,2 \cdot 125 = 150 m^2 \quad (3)$$

Käwagt erediji böleginiň meýdany erediji zonanyň şertleýin meýdany boýunça kesgitlenilýär:

$$F^{\cdot} = \frac{Q_{gay}(1-\eta)}{Q_1\eta_1}; \quad (4)$$

Ýagtylandyrma zonasynyň meýdany boýunça:

$$F_{\text{yag.}} = \frac{G_a + G_{\text{gay.}} + G'_c}{\rho S}, \quad (5)$$

bu ýerde Q_w – aýnany eretmek üçin gerek bolan ýylylyk mukdary (kJ/sag);

η_1 – şihpanyň ýokarky üstüniň F' üste bolan gatnaşygy;

G_a , $G_{\text{gay.}}$, G'_c – erediji zonadan we sowadyjy zonadan gelip işlenilýän aýna massasynyň mukdary; (kg/sag)

ρ – aýna massasynyň dykzlygy; (kg/m³)

S – şihpa gatlagynyň galyňlygy (m).

8.3. Şihtanatyň hasaplamasy

Goý, şihpa çägäniň x bölegini, y -dolomitiň bölegini, z -sodanyň bölegini, m -sulfatyň bölegini, n -hekiň bölegini, d -kaoliniň bölegini saklasyn.

Çig materialyň kabul edilen himiki düzüminden ugur alyp aşakdaky deňlemäni ýazyp bolýar:

$$1) 71,6 - 99,11x + 0,83n + 2,38y + 0,050z + 0,46m + 47,26d;$$

$$2) 1,95 - 0,184x + 0,25n + 0,60y + 38,28d$$

$$3) 7,05 - 0,38x + 55,28n + 30,39y + 1,22m + 0,47d$$

$$4) 3,95 - 0,07x + 0,16n + 20,42y + 1,22m + 0,47d$$

$$5) 15 - 58,1z + 41,64m$$

6)

$$\frac{58,1z}{41,64m} = \frac{90}{10} (\text{buýerde } Na_2O \text{ sodadan} = 97,94 \frac{62}{106} = 58,1; Na_2O \text{ sulfatdan} = 95,17 \frac{62}{142} = 41,64)$$

Şu 6 näbellili 6 deňlemäni çözüp alarys:

Çäge $X = 0,6953$ ýa-da 69,53 kg/100kg aýanamassasy;

Dolomit $Y = 0,1903$ ýa-da 19,03;

Soda $Z = 0,2325$ ýa-da 23,25 (+5% ýitgi=24,4 kg/100kg);

Sulfat $m = 0,036$ ýa-da $3,60$ (+5% ýitgi= $3,79\text{kg}/100\text{kg}$);
 Hekdaşy $n = 0,017$ ýa-da $1,70$
 Kaolin $d = 0,045$ ýa-da $4,50$
 Şihta $121,6 \text{ kg}/100\text{kg}$ (ýitgi bilen $122,25\text{kg}$ bilen 100
 kg aýnamassasy

Koks (uglerodyň bölekleyin ýanmasyny hasaba almak bilen sulfatyň dikeldilmegine we dargamagyna gidýän koks) $\sim 0,272/100 \text{ kg}$.

100 kg aýnanyň eredilmegine gury şihmanyň harçlanmasy $G_s = 121,87 \text{ kg}$.

Şihmanyň we döwürleriň garyndysyndan 100 kg aýna eredilende gidýän gury şihmanyň mukdary;

$$G'_s = \frac{SG_s}{S + 0,01BG_s} = \frac{75 \cdot 121,87}{75 + 0,01 \cdot 25 \cdot 121,87} = 86,6 \text{ kg} \quad (6)$$

G'_s kg şihmadan alynýan aýnanyň mukdary;

$$G_{ay.} = \frac{100G_s}{G_s} = \frac{86,6 \cdot 100}{121,87} = 71,2 \text{ kg} \quad (7)$$

100 kg aýnada aýna döwürleriniň mukdary;

$$G_B = 100 = G_{ayna} = 100 - 71,2 = 28,8 \text{ kg} \quad (8)$$

100 kg aýnada şihmanyň we döwürleriň garyndysynda çygyň mukdary;

$$W_{S+B} = W_{s+b} = \frac{(G_s + G_b)W_{s+b}}{100 + W_{s+b}} = \frac{(86,6 + 28,8)^3}{100} = 3,58 \text{ kg} \quad (9)$$

8.4. Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak

Aýna gaýnatmak gazly ýa-da elektriki gyzdyrmaklyk bilen dürli konstruksiýaly peçlerde amala aşyrylýar. Gazly (ýalynly) peçlere gorşokly we wannaly peçler, elektriki peçlere ýokary ýygyllykly we garşylyk peçleri degişlidir. Başga-da, kombinirlenen gaz elektriki peçler ulanylýar.

Iş režimi boýunça peçler, periodiki (gorşokly) we üznüksiz (wannaly) peçlere bölünýärler (üznüksizden başga periodiki wannaly peçler hem ulanylýar).

Dürli tipli peçleriň işi öndürjiligi, peýdaly täsir koeffisiýentini we aýnagaýnatmaga ýylylyga sarp edilişi bilen häsiýetlenýär. Peçleriň peýdaly täsir koeffisienti örän uly çäklerdir, %: gorşokly 6-8, periodiki wannaly 15, üznüksiz wannaly 17-28, elektriki ~ 60.

Häzirki zaman wannaly peçleriň öndürjiligi sutkada 400 t we ondan hem köpdür. Elektriki peçleriň öndürjiligi sutkada 80 t. Peçleriň gyzdyrylýan böleginiň sutkadaky udel öndürjiligi gorşokly peçler üçin 2000 kg/m^2 çenli, akýan wanna peçleri 2700 kg/m^2 gowrak, akmaýan wanna peçleri (takmynan bölünmeýän basseýinli) – $1000\text{-}2000 \text{ kg/m}^2$.

Aýna gaýnatmaga sarp edilýän ýylylyk energiýasy (kJ/kg aýna) boýunça peçler tapawutlanýarlar: gorşokly peçler 40000 kJ/kg, akymly wanna peçleri 7200-8000 kJ/kg, akymсыз wanna peçleri 9600-1400 kJ/kg.

Ýokardaky netijelere görä aýna gaýnatma peýdaly ýitirilen ýylylyk paýy boýunça elektriki peçler has effektiwdir. Ýöne olaryň senagatda giňden ýaýramagyny elektroenergiýanyň gymmatynyň tebigy gazyň we ýangyjyň beýleki görnüşleriniň gymmatyndan otnositel ýokarydygy saklaýar. Iň tygşytsyz (ykdysady taýdan peýdasyz) gorşokly aýnagaýnatma peçleridir we olaryň ulanylyşy aýnaň häsiýetlerine edilýän aýratyn talaplar (optiki aýnalar, ýörite niýetlenen aýnalar) bilen düşündirilýär.

Her bir peçiň işi ýylylyk ýitgiden, basyşdan we gazlaryň düzüminden baglylykdaky kesgitli režimi bilen häsiýetlenýär. Peçiň aýry-aýry zonalarynyň temperaturasyna baglylykda ýangyjyň ýitgisini (sarp edilişini) hasaplaýarlar. Temperaturanyň derejesini ýylylygyň geliş sarp ediliş tapawudy bilen kesgitlenýär: bu tapawut näçe uly bolsa, şonça-da peçiň temperaturasy ýokary bolýar .

Peçiň ýylylyk naprýaženiýesi dürli sebäplere bagly: ýangyjyň mukdary, onuň ýylylyk döredijilik ukuby, ýanyş dolulygy, ýangyn üçin ulanylýan howanyň temperaturasy we mukdary. Önümleriň dykzysyzlygyndan gidýän gazlaryň we artykmaç howadan gidýän ýylylyk ýitgileri näçe köp bolsa, peçde şol bir temperaturany saklamak üçin sarp edilýän ýylylyk şonça köpdür. Bu ýitgi şihlaň düzümine (natriý sulfatynyň konsentrasiýasy we başgalar), çyglygyna, döwügiň mukdaryna we başgalara baglydyr.

Peçdäki gazlaryň düzümi we basyşy peçde ýanýan ýangyjyň we howanyň mukdary, çekişiň intensiwligi hem-de şihlanyň düzümi we ýangyjyň görnüşi bilen kesgitlenýär. Beýiklik boşlugy boýunça peçiň basyşy ulalýar, ol tüsse turbasynyň döredýän seýreklenmesinden, howa ýangyç gatnaşykdan, howa sorumdan we regeneratorlaryň goýumlaryň hapalanmasýndan, umuman gazyň çykyşyndaky garşylyklaryň derejesine baglydyr.

Ýanma şertine baglylykda peçdäki gazlaryň düzümi üýtgäp biler. Ýangyç önümlerinde CO_2 , CO , H_2O , SO_2 we beýlekiler ýüze çykarylýarlar.

Gaz atmosferasynyň häsiýeti CO we O_2 konsentrasiýasy bilen kesgitlenýär: okisleji – $\text{O}_2 > 2\%$, dikeldiji $\text{CO} = 0,3 \div 0,4\%$, neýtral $\text{CO} = 0\%$

Peçde gazlaryň himiki düzümi şihladaky reaksiýalaryň gidişine täsir edýärler. Bu täsiri göz önünde tutmaly we peçiň aýratyn zonalarynda gerekli atmosferany saklamaly.

Gorşokly peçlerde gaýnatmak: Gorşok peçleri optiki, birnäçe tehniki, çeperçilikli, reňkli we beýleki ýöriteleşdirilen

aýnalary gaýnatmak üçin ulanylýar. Bu peçleri ulanmaklyk az mukdarda, ýokary hilli, anyk düzümlü we berilen häsiýetli aýnalary gaýnatmak üçin amatlydyr. Gorşokly peçler 6-10 gorşogy özüne syzdyryp bilýär. Gorşoklar konus, owal, kähalatda silindrik formada sygymlylygy 100-1000 kg bolan odaçydamly gaplardyr. Gorşokly peçlerde aýna gaýnatmak aşakdaky operasiýalardan durýar: gorşoklary taýýarlamak, şihanyň guýmak we ony gaýnatmak, ýagtylandyрма, garyşdyрма, işläp çykarmak.

Gorşoklary ýörite peçlerde 1000-1200⁰ C-a çenli temperaturada ýakýarlar. Soňra olary gyrgyzlygyna gorşok peçlerine geçirýärler. Ol ýerde gorşoklaryň işçi maksimum temperaturasyndan 30-50⁰ C köp temperatura çenli ahyrky ýakylmasy bolup geçýär. Täze gorşoklaryň aýna durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin, gorşoklary şol gorşokda aýna döwügiň azajyk mukdaryndan alnan aýna ergini bilen örtýärler.

Şihany konus görnüşinde gorşoga guýýarlar, eränden we çökenden soň guýmaga gaýtalaýarlar. Şihany azajyk porsiyalar bilen guýmaly däl, sebäbi bu peçiň sowamagyna getirýär. Konusa guýmagy 2-3 gezek gaýtalaýrlar. Optiki aýna gaýnadylanda ahyrky goýulmaly aýna döwürlerini goşýarlar. Gaýnatma temperaturasyny aýnaň düzümine baglylykda saýlaýarlar. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ulalýan gorşoklaryň iýijilik intensiwligi hem göz önünde tutmaly.

Aýnamassa gaýnandan soň goşundylaryň köp mukdaryny özünde saklaýar, olardan arassalamak üçin peçiň temperaturasyny 30-40⁰C-a çenli galdyrmaly. Ýagtylandyrmany tizleşdirmek aýnamassanyň bilen gazanylýar. Onuň üçin aýnamassa trubka bilen goşulýan gysylýan howa ulanylýar ýa-da suw siňdirilen agaç bölegi ulanylýar.

Bölünip çykýan gazlar (howa, suw bugy) aýnamassada uly düwmeleri emele getirýärler. Olar aýnamassaň üstüne tarap hereketlenende ergindäki düwmeleri hem eýeleýärler we

şeylelikde ýagtylandyrma kömek edýärler. Ýagtylandyrmadan soň aýnamassa formirmek üçin gerekli süýgeşikligi almaga ýuwaşdan sowadylýar.

Optiki we birnäçe tehniki aýnalar öndürlende aýnamassany ýagtylandyrmak üçin mehaniki garyjylary ulanylýar. Garmaklyk metal turbaly enjamlaryň kömegi bilen aýlanma herekete getirýän odaçydamly wintli garyjylar bilen amala aşyrylýar. Turbaly geçirijileri suw bilen sowadyrlar we aýlanma ýylylygyny üýtgemäge mümkinçilik berýän reduktorly elektromotoryň kömegi bilen herekete getirilýär.

Propeller garyja aýnamassanyň çetki gatlaklary aşak düşer ýaly, merkezi gatlaklar bolsa ýokary galyp gaz goşulmalarynyň çykarylmagyna goltgy berer ýaly aýlanma ugry berilýär. Aýnamassany ýagtylandyrma we studka wagtynda, optiki aýnalar gaýnadylanda bolsa şihanyň gaýnan wagtynda-da garyşdyrýarlar. Aýnamassany mehaniki garyşdyrmak optiki aýnalar öndürmeklikde has hem häsiýetli we öň onuň tehnologiýasynyň ýörüte aýratynlyklarynyň esaslary hasap edilýärdi. Ýöne, häzirki wagtda aýnaň birmeňzeşligini ýokarlandyran bu usul üznüksiz hereketdäki wana peçlerinde listleýin aýna öndürlende hem ulanylýar.

Garyşdyrmak tizligini aýnaň düzümine degişlilikde her aýratyn ýagdaý üçin kesgitlenýär. Aýnamassadan düwmeler we köpükler bölünip çykar ýaly garyjylary periodiki duruzýarlar, soňra aýlanma dowam edýär. Ýagtylandyrmada garyjylaryň aýlaw tizligi 20-den 60 aýlaw/minuta çenli ulalýar, studkada bolsa, tersine 8-10 aýlaw/minuta çenli peselýär.

Ýagtylandyrma aýnamassaň studkasy sowatma režimine örän ünsiligi talap edýär. Bu prosedura ondaky gorşoklaryň hem haýal we deň ölçegli sowamagyny üpjün etmeli. Bu düzgüni bozmaklyk aýnamassaň zaýalanmagyna getirýär. Işçi penjireleriň açylmagy we gazyň öçürilmegi bilen birden sowatmaklyk bolmaýar, sebäbi, gorşoklaryň beýikligi boýunça 200⁰ C-a çenli temperatura gradiýentiniň döremegi, peç gazlarynyň basyşynyň peselmegi mümkin. Bularyň

hemmesi düwmeli aýnamassa gatlagyna üstüne çykarýan çuň konweksion akymlary emele getirmäge ukuply, hem-de basyşyň peselmeginde ikilenji düwmeleriniň döremegi mümkin.

Gorşoklary gaz berilişini azaldyp (doly kesmän) we ýangynyň ugrunyň geçiriş interwalyny 10-15 min. çenli gysgaldyp, ullakan temperatura üýtgemelerini göýbermän ünsli sowatmaly. Gorşoklardan sowadylan aýnamassaň gaýta işlenip aýna üfleýän trubkalaryň kömegi bilen geçirilýär, eger-de presformalarda ýa-da merkeze ymtylyş guýluş usuly bilen önüm taýýarlanylýan bolsa guýgyç bilen. gorşokdan ähli aýnamassany stola döküp listleýin görnüşinde taýýarlanmagy mümkindir.

Wanna peçlerinde gaýnatmak: Periodiki wanna peçleri kadasy boýunça gorşoklardan tapawutlananoklar, sebäbi periodiki wanna peçlerinde-de aýna gaýnatma prosesi, gorşokly peçlerdäki aýnagaýnatma prosesini doly gaýtalaýar. Yöne gaýnama giňişligini has effektiw ulanmaklyk, periodiki wanna peçlerini gorşoklara garanda ykdysady taýdan amatly edýär. Üznüksiz hereketli wanna peçleri, gorşokly we periodiki wanna peçlerine garaňda has kämilleşen ýylylyk agregatlary sebäpli olar aýnatehnikada giňden ýaýrandyrlar. Şonuň üçin aşakda üznüksiz wanna peçlerinde aýnaň gaýnatma aýratynlyklary serediljekdir.

Üznüksiz hereketli wanna peçlerinde aýna gaýnadylanda, şihanyň ýagtylandyрма we gomogenizirlenen aýnamassanyň öwrülişi ähli prosesleri peçiň basseýnini doldurýan aýna ergininiň üstünde geçýär. Bu prosesleriniň geçişi erginiň üstki gatlaklaryny üznüksiz şertlerinde amala aşyrylýar. Aýnamassanyň wanna peçinde hereketiniň esasy sebäbi, aýnamassany alyş şertlerinde peçiň, soňunda döreýän derejileriň tapawudydyr. Şu sebäbe görä wanna peçlerinde aýnamassa öwrülýän şihanyň täze porsiyalarynyň hasabyna işlenilýän akym bolýar. Şu esasy işçi akymdan başga, galan aýnamassaň hemmesi, peçiň basseýniň zonalary boýunça

temperaturalaryň tapawudy sebäpli konweksion herekete girişýär. Ýylylyk akymlyary wanna peçlerinde ýylylyk we massa geçirijilik proseslerini dolandyrmagy kynlaşdyrýan örän çylşyrymly trassalar boýunça hereket edýärler.

Ýükleýiş jübüsinden işläp çykarmak tarap, wanna peçiniň ugurdaş oky boýunça temperaturanyň üýtgemesi maksimum üstünden geçýär. Bu maksimum gaýnadyş zonalý ýagtylandyрма zonasýndan bölýän serhet çyzygy döredýär..

Ýylylyk päsgelçiligi temperatura maksimum çyzygy boýunça wanna peçinde aýnamassaň akymlyarynyň bölüniş çäginii döredýär. Bu çäkden has gyzgyn aýnamassa wanna peçiniň iki gyrasyna akýar, ol ýerde aşak düşüp sowaýar wa aşaky oblastyndan yzyna öwrümli akymlyary döredip, hereket edýär. Temperatura gradiýenti diňe ugurdaş tarapda döremän eýsem, kesişýän tarapdada döreýär (квельпункт –wanna peçiň soňy), sebäbi basseýniň diwarlaryň we wanna peçiň ugurdaş ok böleginden temperaturalaryň elmydama käbir tapawudy bar. Şonuň üçin ugurdaş (göni) ýylylyk akymlyaryndan başga-da kese aýlaw akymlyary bar. Gönileri iki siklden durýar: (сыпочный we выработычный). Sikl peçiň guýma, soňunda aýnamassanyň sowaýan akymy bilen döredilýär. Aýnamassa aşak düşüp, квельпункт çyzygyna çenli peçiň aşaky oblastyndan akýar, soň ýokary galýar we şihda dökülýän ýerine soňuna dolanyp gelyär. İşläp çykarma sikl bir bölegi şeklendirmek üçin ulanylýan, bir bölegi sowap, aşaky gatlaklary çöküp we квельпункт oblastynda töweregi birikdirip yzyna gaýdyp gelyän aýnamassanyň işçi akymy bilen döredilýär.

Akymlyaryň kuwwaty wanna peçiň dürli uçastoklarynyň temeperatura tapawudynda-da, işlenilýän aýnamassanyň mukdaryna, basseýniň çuňlugyna we beýleki sebäplere bagly. Mundan başga-da akymyň intensiwligine birnäçe beýleki faktorlar täsir edýär: aýnamassaň ýylylyk ýalpyldawukly şihpanyň guýluş usuly, peçiň gyzdyrylyş režimi, gaýnadylýan we sowadylýan zonalaryň bölünişi we beýlekiler.

Akymlaryň tizligi peçiň konstruksiýasyna we olaryň sirkulirlenýän ýerine baglydyr we m/sag aşakdykalyra deňdir: göni (8-15, göni 5-7, burunda we akysda 20-25, işläp çykarma kanalynda üstki 1-3, diwarlardaky kese ~ 1.

Aýnamassaň çuň gatlaklaryna ýylylyk geçirip we termiki ýagtylandyрма kömek edip akymlar peýda getirýärler diýip hasaplaýarlar. Ýöne akymlar aýnagaýnatma prosesine otrisatel hem täsir edip bilerler, sebäbi aýnaň deffekt gatlaklarynyň zonasyna süýşmegi mümkin, sowadyş zonasyna artykmaç ýylylygy geçirmegi we wertikal hem gorizonta boýunça akymyň hereketi üýtgände işçi akyma termiki bir meňzeş däl aýnany getirmegi mümkin.

A.A.Sokolowyň hasaplamalaryna görä uly wanna peçlerinde üstki akymyň galyňlygy 0,4 m töweregi, beýleki hasaplar boýunça ol basseýniň çuňlygynyň 1/3-den 1/4-e çenli. akymyň galyňlygyny, tizligini we sarp edilişini kesgitlemek üçin birnäçe ýakynlaşan formulalary hödürlenilýär. Meselem, ýokarky akymyň galyňlygy aşakdaky formula bilen hasaplanyp bilner:

$$h \approx H : \left[1 + \sqrt{\frac{5\mu''(t_1 - t_2)'}{\mu'(t_1 - t_2)'}} \right], \quad (10)$$

H – basseýndäki aýnamassaň gatlagynyň galyňlygy

μ - aýnamassaň süýgeşikligi

t_1, t_2 – beýik we pes temperaturaly zonalaryň deňşililikdäki temperaturalary (indeksler: bir ştrih ýokary akym, iki ştrih aşaky akym).

D.B. Ginzburg akym koeffisiýentini ýylylyk balansynyň netijeleri boýunça takmynan kesgitlemegi maslahat berýär

Işläp çykarylma bölegiň ýylylyk balansa aşakdaky deňleme bilen ýazylýar:

$$Q_1 - Q_2 = Gc[(t_1 - t_2)n + (t_2 - t_3)] \quad (11)$$

Bu ýerde, $G=KF$ – işläp çykarylýan aýna massaň mukdary, K – aýnamassaň udel göwrümi; $\text{kg/m}^2 \cdot \text{sag}$, F – peçň meýdany; m^2 , c – işläp çykarylýan aýnamassaň; $t_1 - t_2$ temperaturalar interwalynda udel ýylylyk sygymy; $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, t_1 – işläp çykarylýan bölege düşýän aýnamassaň ortaça temperaturasy; $^\circ\text{C}$, t_2 – yzyna gidýän akymyň orta temeperaturasy; t_3 – işläp çykarma aýnamassaň temperaturasy; $^\circ\text{C}$, Q_1 – peçň işläp çykarma böleginiň daşky sreda ýitirýän ýylylyk mukdary; kJ/sag , Q_2 – peçň gaýnatma ýa-da sowatma böleginde işläp çykarma bölegine şöhlenme we gaz akymlyary bilen geçirilýän ýylylyk mukdary; kJ/sag , n – akym koeffisiýenti; $t_2=t_3$ ýagdaýda:

$$n = \frac{Q - Q_2}{Gc(t_1 - t_2)} = \frac{Q_1 - Q_2}{KFc(t_1 - t_2)} \quad (12)$$

Gazyň akymyny regulirlmek üçin dürli gurallary ulanmaklyk akym koeffisiýentini üýtgemäge we peçň dürli bölekleriniň arasynda aýnamassa çalşygyny korrektirlemäge mümkinçilik berýär. Wanna peçiniň dogry (işlemegi üçin açyk bölünen temperatura maksimumyny hemişelik derejede saklamaklyk zerurdyr. Bu bolsa şihata gaýnama şertini gowulaşdyrýan sikli aktiwizirlemäge mümkinçilik berýär.

Wanna peçiniň gowy işlemeginiň esasy şerti ýylylyk peçiniň hemişiliginiň berk ýerine ýetirilmegi we şonda aýnamassa deňagramlylygy saklaýar, we olaryň intensiwligi we trassalary üýtgemän galýar. Aýnagaýnatma prosesi wanna peçine guýlan şihata we aýna döwürleri aýnamassaň üstünde oňa çalaja çümdirilen 150-200 mm galyňlykdaky gatlagy emele getirilýär. Şihata aşakdan aýna ergini bilen, ýokardan ýangynyň şöhlenenmesiniň hasabyna gyzdyrylýar. Gyzdyrylmagyň täsirinde şihanyň üsti bişýär, soňra şihata täze üstüni ýalaňaçlap akýan erginiň köpürjikleýän ýuka gatlagy

döredýär. Bişme, ereme we şihpanyň üstünden ergini aýyrmak prosesleri, gaýtalanyp tä gaýnatma köpürjigi bilen örtülen şihpanyň ahyrky gatlagy ergine öwrülýänçä dowam edýär.

Gaýnadylyp köpürjik bilen örtülen şihpanyň gatlagy izomerlenen uçastoklara dagaýarlar, soňra doly ereýär we diňe köpürjik galýar

Şihpanyň gatlamy bilen örtülen wana peçiniň bölegi şihpanyň çäginde döredýär: köpürjik bilen örtülen indiki bölek, köpürjigiň çäginde döredýär. Bu iki bölege bilelikde gaýnatma zonasy diýilýär we olar wana peçiniň guýma soňy bilen kwelpunktyň arasynda ýerleşýärler. Kwelpunkdan soňky peçiniň bölegine zonasy diýilýär, bu zona üçin gaz düwmeleriniň bölünip çykmagy mahsysdyr, netijede aýnamassaň üstki düwmelikleri bilen örtülýär we "jabyr" bolup görünýär. Ýagtylandyрма zonasyna studka (sowatma) zonasy degip durýar. Bu zonanň üsti aýna ýaly bolmalydyr, sebäbi normal şertlerde gazlaryň çykyşy öňki zonada tamamlanýar.

Degenizasiýanyň dowam etmekligi ýagtylandyrmanyň gutarylmadygyny ýa-da ikilenji düwmeleriň dörandigi görkezýär. Iki ýagdaýda hem gaýnatmanyň dogry gidisiniň bozulandygyny (ýagtylandyрма çäginin süýşmesi, aýnamassaň artyk gyzdyrylmasy we başg.) görkezýär.

Şihpany we köpügiň çäginde hemişe kontrollykda saklamaly, sebäbi bu çäkleriň üýtgemezligi aýna gaýnatmaň şertleriniň stabildigine şaýatlyk edýär. Şihpany bilen köpügiň çäkleriniň ýagdaýynyň hemişelik bolmagy peçiniň iş režiminiň kontrol parametriniň berk ýerine ýetirilmegi bilen üpjün edilýär: maksimal temperatura, ýangyjyň umumy sarp edilişi, peçiniň gaýnatma böleginiň uzynlygy boýunça ýokarky gurluşyň temperaturasy, studka temperaturasy, aýnamassany sygyrdyrmak boýunça peçiniň öndürilijligi. Açyk aýna zonada peçiniň ýokarky gurluşynyň temperaturasynyň üýtgemesi $\pm 5^{\circ}\text{C}$ -dan, gaýnatma zonada- $\pm 10^{\circ}\text{C}$ -dan, studkada- $\pm 1^{\circ}\text{C}$ -dan geçmeli däl. Şu şertler bozulanda tehnologi, ýylylyk we gaz režimleriniň deffektlerini derrew ýüze çykarmak we aýyrmak hökmanydyr.

Şihta we köpük gaýnatma zonada aýnamassaň aýnasyny berk ýapmalydyr. Dogry gaýnatmaň şaýady bolup, şihtañ ýokarysyna uly düwmeleriň bölünip çykması şaýatlyk edýär. Gaýnatma köpüginäň çägi aýyk bellenen, köpügiň özi bolsa jaýryk bolmalydyr. Şihta we köpük bilen örtülen aýnaň meýdany peçäň gyzdýrylýan böleginiň 40-50% töweregi, gaýnatma köpüginäň zonasy bolsa şihtanyň zonasýndan gysga bolmalydyr. Gaýnatma zonalarynyň çäkleriniň üýtgemegi çuň gatlaklary gyzdýrmagynyň režimini bozar, bu bolsa işläp çykarma akyma termiki we himiki birmeňzeşligi boýunça deffektli aýnamassanyň goşulmagyna getirmegi mümkin. Şihtany we aýna döwügi guýmak üçin stolly ýa-da rotorly mehaniki ýükleýjiler ulanylýar.

Rotor tipli ýükleýjiler wana peçe şihtanyň we döwügiň aýratyn berilişini üpjün edýär. Aýnadöwügiň gatlagyna şihta guýulýar. Aýna döwügiň bölekleriniň ölçegi 30-60 mm. Döwügiň şihtadaky mukdary 15-20% (üýtgeşe $\pm 2,5\%$). Käbir ýagdaýlarda döwügiň mukdary 30% çenli köpeldilip bilner. Rotorly ýükleýjileriň bunkerlerindäki şihtanyň temperaturasy 35°C pes bolmaly däl, çyglylygy 4-5% bolmaly. Stolly ýükleýjiler şihtañ bunkeriniň aşagynda ýerleşen ýüzgüjiň dolanyş başlangyç hereketi bilen şihtanyň kesgitli porsiyalaryny iteklemek kadasy boýunça işleýärler. Stolly ýüklenişde şihta bilen aýna döwürme özünden garyşdyrýarlar.

Ýükleýiş fronty şihtanyň berilişini basseýniň takmynan tutuş ini (iniň 80%-den az däl) boýunça üpjün etmelidir. Munuň üçin birnäçe (3-5-çenli) ýükleýjiler oturdylýar. Guýluşyň beýle işinde şihtanyň deň ölçegli berlişi, onuň hereketiniň pes tizligi we gatlagyň uly bolmadyk galyňlygy üpjün edilýär. ± 2 mm takyklykda aýnamassaň üýtgeşsiz derejesini saklamak üçin ýükleýjiler derejesini saklamak üçin ýükleýjiler awtomatiki režimde işleýärler we peçäň sowadys böleginde oturdalynan dereje ölçejiler bilen baglanşdyrlar. Bu bolsa aýnaň işläp çykarmak üçin şertleri döretmäge we odaçydaýjylaryň korroziýasyny azaltmaga mümkinçilik berýär

8.5. Ýylylyk režimi

Tebigy gaz bilen gyzdyrylýan uly wanna peçleriniň temperatura maksimumy 1580 ± 10 °C, suwuk ýangyç bilen bolsa gyzdyrylýanlaryňky 1550 ± 10 °C deň. Peçiň öndürijiligine baglylykda howanyň we ýangyjy sarp edýärler. Regulirleýji sistema ýangyjyň we howanyň berlişini 30% ýokarlandyrmaga mümkinçilik bermelidir.

Wanna peçlerinde ýylylygyň köp mukdary gaýnatma zonasynda sarp edilýär. Zonalar we gorelkalar boýunça gazyň sarp edilişini awtomatiki regulirleýän sistemalaryň kömegi bilen kontrolyk edýärler we üýtgeşsiz saklaýarlar. Birinji iki jübüt gorelka ýangyjyň umumy sarp edilişi 30%-den az bolmaly däl, tutuş gaýnatma zonasynda bolsa temperaturanyň maksimum oblastyny hem goşanda ýangyjyň ähli sarp edilişiniň 75-85% töwereginde bolýar. Maksimum temperaturanyň üpjün edýän gorelkalar ýangyjy has köp sarp edýärler. Ýangyjyň sarp edilişi 1-nji gorelkadan kwelpunkt gorelkasyna çenli artýar, soňra yzygiderli azalýar.

Gaýnatma zonaň kontrol nokady hökmünde guýulyş jübüsindäki aýnamassaň temperaturasy kabul edilýär. Bu temperatura 1200°C -dan pes bolmaly däl. Ikinji nokat edip birinji we ikinji gorelkalar jübütiniň arasyndaky diwarlaryň temperaturasy alynýar we ol 1440°C -dan pes bolmaly däl.

Gaz režiminiň esasy – peçiň ýangyn giňişliginde gazly sredanyň düzüminiň we basyşynyň hemişeligi. Aýnamassaň aýna derejesinde gowşak položitel basyşy peçiň özünde, maşyn kanalynda-da saklamak zerurdyr.

Peç boşlugynda basyşyň hemişeligi tüsse turbanynyň şiberiniň üýtgemeginde difmanometriň signaly boýunça awtomatiki bellenilýär. Sowatma zonada basyş derejesiniň üýtgemesi $\pm 0,5$ Pa-dan geçmeli däl.

Maşyn kanallarynyň we peç örümleleriniň germitizirlenen ýagdaýynda basyş hemişeligini awtomatiki saklamaklygy herekete girizip bolýar.

Peçdäki gazlaryň himiki düzümi her gorelkadaky gidýän gazlaryň we howanyň artykmaçlygy bilen häsiýetlenýär. Ýangyn üçin howa wentilýator bilen berilýär, we onuň artyklygy temperatura şertlerine baglylykda dozirlenýär. Tebigy gaz aşadaky artykmaçlyk koeffisiýenti bilen ýakylýar: ilkinji iki gorelka $\alpha=1,03-1,05$, gaýnatma zonaň beýleki gorelkalarynda $\alpha=1,08-1,1$, arassa aýna zonanyň gorelkalarynda $\alpha=1,15-1,25$. α -nyň gyşarmasy $\pm 0,01 - 0,05$ çäklerde bolýar.

Ýangyn önümleriniň çykarylyşy esasan garşydaş gorelkalarda, ýylylyk naprýaženiýalary üýtgemez ýaly goňşy gorelkalara sorulmazadan amala aşyrylýar.

Turbadan çykýan tüsse reňksiz bolmaly. Gorelkalaryň ýangyny garşydaky gorelkalara geçmeli dälidir we sütüniň aşagynda köwlenen, şihtaň zonasynda bolsa çalarak meňzeş bolmalydyr.

Aýnagaýnatma prosesiniň bozulmalary we olaryň önüniň alnyşy. Şihta bilen köpügiň çäkleriniň ýagdaýlarynyň hemişeligi aýnagaýnatma peçiň normal işiniň esasy görkezijisidir. Gaýnatma zonasy wanna peçiň göni okuna otnositel simmetriki bolmalydyr. Bu oka görä gaýnatma zonanyň ol ýa-da beýleki tarapa süýşmesi (“перекос”) peçiň normal işleýşiniň bozulmasyny görkezijidir.

Gaýnatma zonanyň süýşmesi esasan peçiň taraplaryna ýangyjyň deň ölçegsiz sarp edilmegi peçiň sag we çep taraplarynyň deň bolmadyk soruş şertleri we ýükleýiş fronty boýunça şihta we döwür bilen iýmitlenmegiň dogry regulirlenmeginiň bozulmasy sebäpli ýüze çykýar. Şeýle bozulmalaryň netijesi перекосы oblastynda temperaturanyň peselmegidir. Перекосы аýyrmak üçin şihtanyň berilişini azaltmak we peselen temperatura tarapa aýna döwügiň berilişini köpeltmäge rugsat berilýär.

Gaýnatma zonada erän aşgaryň (natriý sulfaty) yzynyň ýüze çykmagyna ýa-da köp köpürjiklemäge ýol berilmeli dälidir, sebäbi ol temperatura we gaz režimleriniň

bozulmasynyň barlygyna, sulfat bilen kömrüň erbet garyşdyrylandygyna ýa-da nädogry gatnaşygyny şaýatlyk edýär.

Gaýnatma zonanyň serhet ýagdaýlaryna kontrollyk etmek üçin, şekilli dolandyryş pultyna gaçyrýan telewizion kameralar oturdylýar. Bu usul gaýnatmanyň gidişine tutuş (зеркалан ýagdaýy, aýnanyň häsiýeti we b.) gözegçilik etmäge mümkinçilik berýär. Perekoslar bolmaz ýaly peçň çep we sag tarapyndaky maşynlaryň deň öndürijiligi (aýnanyň massasy boýunça) regulirlenen bolmalydyr.

Gaýnatma serhediniň ýagdaýy peç planynyň kartogrammasynda her smenada 4 gezek wanno-maşyn sehiň iş žurnalynda fiksirlenilýär.

Şihtanyň gaýnadylmasy haýallanda ýa-da maksimum temperaturasy 30°C - dan köp peselende ýokary mukdarly aýna döwürli şihda guýmaklyga geçirilýär, temperaturanyň has peselmeginde (1450°C -a çenli diňe aýna döwürli guýýarlar.

Aýnadöwürli ýetmezçiliginde aýnamassanyň üýtgemeyän derejesini saklamak üçin 1 ýa-da birnäçe maşyny duruzýarlar.

Arassa aýnaň probasynda we ahyrky jübüt gorelkalaryň yzyndan düwmeler ýüze çykan ýagdaýynda- aýnamassaň alnyşy şihda bilen köpügiň serhedini, peçň zonalary boýunça howanyň we peçň sarp edişini, gaz sredanyň basyşyny, şihada dikeldiji bilen sulfatyň gatnaşygyny normallaşdyrmak boýunça çäreler görülýär. Ondan başgada temperaturanyň ölçenişiniň dogrylygyny barlamaly we aýrylýan gazlary analiz etmeli.

Odaçydamlylaryň dargamagy netijesinde döreyän ýerli düwmeleriň çykmasyny sowadyjylaryň oturylmasy bilen düzedýärler, peçň dürli yerindäki odaçydamlylardan çykýan düwmeleriň uly mukdary ýüze çykanda ýylylyk we gaz retimlerini normallaşdyrýarlar.

Aýnamassaň reňklenmesi şihada dikeldijiniň artykmaçlygynyň we ýalynyň dikeldiji häsiýetiniň netijesi bolup biler. Bu ýagdaýda artykmaç dikeldiji şertleri-dikeldijiniň ýokary mukdaryny saklaýan şihany bermekligi

wagtlaýynça saklamak we gaz howa normal gatnaşygyny dikeltmek ýoly bilen aýyrýarlar. Aýnada birmeňzeş däl daşlaryň ýüze çykmasynda ýa-da durgun uçastoklarynyň emele gelmegini maşyn kanallarynyň we wanna peçleriniň jübüleri we letkileri bilen aýnamassanyň hapalnan üstki gatlaklaryny aýyrýarlar.

Bu şertleriň ýerine ýetirilmegi üçin şihpanyň düzümi, döwür şihpa gatnaşygy, peçniň öndürilijligi we beýleki parametrlər üýtgeşsiz bolmalydyr. Demir oksidiniň FeO - Fe_2O_3 saklanyşy durnukly ýagdaýda bomaly, sebäbi şonda aýnamassaň kesgitli ýagtylyk we ýylylyk durlygy üýtgeşsiz saklanylýar. Demir oksidiniň 25-30% peseltmeklik aýnamassaň artyk gyzmagyna we kiçi akyma aýnamassaň deffektli (döwmeler, swiller we b.) aşaky gatlaklaryň goşulmagyna getirýär.

Peçniň şu prosesinde ýylylyk režimi korrrektirmek zerurlygy ýüze çyksa, gazyň sarp edilmeginiň deňişli üýtgemesi 5-6 sutganyň dowamynda az dozalar bilen geçirilýär. Režimiň nobatdaky üýtgedilmesinden soň 1 sutkanyň dowamynda aýnaň hiliniň we prosesiniň haýsy ugra üýtgeýändigine gözegçilik etmeli.

Listleýin aýna öndürilýän zawodlarda aýnamassaň hiline gözegçilik etmek üçin we ol ýa-da beýleki sebäpleri, kemçilikleri ýüze çykarmak üçin PTE boýunça aýnaň hilini kontrollyk etmek aşakdaky tertipde alnyp barylýar. Aýnaň düzüleni az bolanda 7 günde bir gezek her BÇM sistemada barlag edýärler; günde bir gezek: 1m^2 -da aýnaň porogynyň mukdaryny maşynlar boýunça, düzümiň hemişeligi we aýnamassaň birmeňzeşligi fiziki metodlar bilen, aýnaň taplama hili, aýna lentasynyň hili, gaty goşulmalaryň we swilleriň tebigaty, aýnaň ýagtylyk geçirijiligi, demir oksidiniň mukdary kontrollyk edilýär. Gaz goşulmalaryň tebigaty we mukdary zerurlyk ýüze çykanda barlag edilýär.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny) Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň „Obalaryň, şäherleriň, etraddaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin“ Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry“ Milli maksatnamasy. „Türkmenistan“ gazeti 2003-nji ýylyň 27-nji awgusty.
9. „Türkmenistanyň nebit-gaz senagatyny ösdürmegiň 2030-nji ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy“. Aşgabat, 2006.

- 10.. Булавин И.А., Макаров Н.А. и др. «Тепловые процессы в технологии силикатных материалов» 1982 г.
11. Мазуров Д.Я. «Техническое оборудование заводов ваяющих материалов» 1982 г.
12. Васкакова А.П. «Теплотехника» 1982 г.
Левченко П.В. «Расчет печей и сушил силикатной промышленности» 1996 г.
13. Матвеев Г.А. Теплотехника 1968г.

Mazmuny

Giriş	7
1. Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1. Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2. Termodinamiki sistema we parametrlr	10
1.3. Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema) Mazmuny	12
Giriş	7
1. Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1. Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2. Termodinamiki sistema we parametrlr	10
1.3. Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4. Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5. Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6. Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2. Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1. Akymyň aýrodinamikasy	
2.2. Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3. Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3. Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1. Ýangyjç we onuň ýakylyşy	
3.2. Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3. Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4. Ýylylyk çalyşmanyň şöhlelenmesi	33
3.5. Gazlaryň şöhlelenemesi	35
4. Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	

4.2.	Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşünje	40
4.3.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4.	Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşünje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg materiallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81
7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma aparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104

7.5.	Siklonly ýylylyk çalşylyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3.	Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4.	Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5.	Ýylylyk režimi	144
	Edebiýat	148
	Mazmuny	150

Mazmuny

	Giriş	7
1.	Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1.	Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2.	Termodinamiki sistema we parametrlar	10
1.3.	Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4.	Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5.	Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6.	Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2.	Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1.	Akymyň aýrokinamikasy	
2.2.	Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3.	Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3.	Ýangyç barada umumy maglumat	27

3.1.	Ýangyjç we onuň ýakylyşy	
3.2.	Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3.	Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4.	Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5.	Gazlaryň şöhlenenmesi	35
4.	Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2.	Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşüňje	40
4.3.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4.	Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşüňje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalyşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81

7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşygyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3.	Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4.	Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5.	Ýylylyk režimi	144
	Edebiýat	148
	Mazmuny	150

Mazmuny

	Giriş	7
1.	Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1.	Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2.	Termodinamiki sistema we parametrlar	10
1.3.	Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4.	Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14

1.5.	Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6.	Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (aýyk sistema)	16
2.	Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1.	Akymyň aýrodinamikasy	
2.2.	Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3.	Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3.	Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1.	Ýangyç we onuň ýakylyşy	
3.2.	Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3.	Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4.	Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5.	Gazlaryň şöhlenenmesi	35
4.	Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2.	Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşüňje	40
4.3.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4.	Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşüňje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalyşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65

6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81
7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşygyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3.	Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4.	Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5.	Ýylylyk režimi	144
	Edebiýat	148
	Mazmuny	150

Mazmuny

Giriş	7
1. Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1. Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2. Termodinamiki sistema we parametrler	10
1.3. Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4. Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5. Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6. Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2. Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1. Akymyň aýrokinamikasy	
2.2. Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3. Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3. Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1. Ýangyjç we onuň ýakylyşy	
3.2. Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3. Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4. Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5. Gazlaryň şöhlenenmesi	35
4. Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2. Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşüňje	40
4.3. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4. Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5. Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1. Peçler we guradyjylar barada düşüňje	

5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81
7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma aparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşyjyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3.	Şihtanatyň hasaplamasy	132

8.4.	Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5.	Ýylylyk režimi	144
	Edebiýat	148
	Mazmuny	150

Mazmuny

	Giriş	7
1.	Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1.	Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2.	Termodinamiki sistema we parametrler	10
1.3.	Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4.	Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5.	Ideal we Real gazyň termodinamiki prosesleri	15
1.6.	Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2.	Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1.	Akymyň aýrokinamikasy	
2.2.	Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3.	Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3.	Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1.	Ýangyç we onuň ýakylyşy	
3.2.	Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3.	Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4.	Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5.	Gazlaryň şöhlenenmesi	35
4.	Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň	

	aýratynlyklary	
4.2.	Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşünje	40
4.3.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4.	Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşünje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81
7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşyjy gurluşlary	91

7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşylyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3.	Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4.	Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5.	Ýylylyk režimi	144
	Edebiýat	148
	Mazmuny	150

Mazmuny

	Giriş	7
1.	Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1.	Ýangyýyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2.	Termodinamiki sistema we parametrler	10
1.3.	Işçi jisim üçin termodinamikanyň I-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4.	Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5.	Ideal we Real gazyň termodinamiki prosesi	15
1.6.	Akym üçin termodinamikanyň I-nji kanuny (açyk sistema)	16
2.	Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1.	Akymyň aýrokinamikasy	
2.2.	Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3.	Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23

3.	Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1.	Ýangyç we onuň ýakylyşy	
3.2.	Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşünjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3.	Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4.	Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5.	Gazlaryň şöhlenenemesi	35
4.	Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2.	Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşünje	40
4.3.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4.	Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşünje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan	81

işlemek prosesi

7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşygyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3.	Şihtanatnyň hasaplamasy	132
8.4.	Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5.	Ýylylyk režimi	144
	Edebiýat	148
	Mazmuny	150

Mazmuny

	Giriş	7
1.	Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1.	Ýangyýyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2.	Termodinamiki sistema we parametrlar	10
1.3.	Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12

1.4.	Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5.	Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6.	Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2.	Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1.	Akymyň aýrokinamikasy	
2.2.	Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşünje	21
2.3.	Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3.	Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1.	Ýangyjç we onuň ýakylyşy	
3.2.	Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşünjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3.	Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4.	Ýylylyk çalyşmanyň şöhlelenmesi	33
3.5.	Gazlaryň şöhlelenemesi	35
4.	Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2.	Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşünje	40
4.3.	Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4.	Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşünje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62

5.8. Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6. Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1. Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2. Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3. Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4. Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5. Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6. Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81
7. Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1. Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary	
7.2. Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3. Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4. Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5. Siklonly ýylylyk çalşygyly aýlanýan peçler	112
7.6. Aýlanma peçi	119
7.7. Şahta peçi	124
8. Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1. Gorşokly .wanna peçleri	
8.2. Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130
8.3. Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4. Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5. Ýylylyk režimi	144
Edebiýat	148
Mazmuny	150

Mazmuny

Giriş	7
1. Ýylylyk tehnikasynyň nazary esaslary	9
1.1. Ýangyjyň görnüşleri we onuň häsiýetleri	
1.2. Termodinamiki sistema we parametrlr	10
1.3. Işçi jisim üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny, otnositel dynçlyk ýagdaýy (ýapyk sistema)	12
1.4. Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5. Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6. Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2. Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1. Akymyň aýrokinamikasy	
2.2. Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3. Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3. Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1. Ýangyjç we onuň ýakylyşy	
3.2. Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3. Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4. Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5. Gazlaryň şöhlenenemesi	35
4. Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2. Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşüňje	40
4.3. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4. Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45
5. Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47

5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşünje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg materiallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýalanan şlikerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtadan işlemek prosesi	81
7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalşygy apparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşygyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wana peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy ölçeglerini kesgitlemek	130

8.3. Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4. Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5. Ýylylyk režimi	144
Edebiýat	148
Mazmuny	150
1.4. Ýylylyk mukdary we ýylylyk sygymy	14
1.5. Ideal we Real gazyň termodinamiki prossesi	15
1.6. Akym üçin termodinamikanyň 1-nji kanuny (açyk sistema)	16
2. Gazlaryň hereketi barada esasy düşüňjeler	19
2.1. Akymyň aýrokinamikasy	
2.2. Termodinamikanyň II kanuny. Entropiýa barada umumy düşüňje	21
2.3. Karnonyň göni we ters gaýtalanmasy	23
3. Ýangyç barada umumy maglumat	27
3.1. Ýangyç we onuň ýakylyşy	
3.2. Ýylylyk çalyşmanyň esasy düşüňjesi. Ýylylyk geçirijilik	28
3.3. Ýylylyk çalyşmanyň konweksiýasy	31
3.4. Ýylylyk çalyşmanyň şöhlenenmesi	33
3.5. Gazlaryň şöhlenenemesi	35
4. Ýylylyk we massa çalyşmanyň esaslary	37
4.1. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşmanyň aýratynlyklary	
4.2. Ýylylyk enjamlarynyň material we ýylylyk balanslary barada düşüňje	40
4.3. Ýylylyk agregatyndaky ýylylyk çalyşma we gaz akymynyň hereketi	43
4.4. Gazlaryň hereketiniň görnüşleri	45

5.	Ýangyjy ýakmak üçin niýetlenen enjamlar	47
5.1.	Peçler we guradyjylar barada düşünje	
5.2.	Silikat materiallaryny we önümleri guratma prosesi	49
5.3.	Material bilen çyglylygyň baglanyşygy	52
5.4.	Materiallary guratmagyň kinetikasy	54
5.5.	Guradyjy agentyň çygly materiallar bilen ýylylyk we massa çalşygy	56
5.6.	Guratma prosesinde materiallaryň kiçelmegi	60
5.7.	Çygly gazyň we howanyň fiziki häsiýetleri	62
5.8.	Çyg gazyň we howanyň ýylylyk saklaýjylygy	65
6.	Keramika önümçilikdäki guradyjylar we peçler	67
6.1.	Çyg mataeriallar üçin guradyjylar	
6.2.	Keramiki önümlerini ýakmak üçin peçler	70
6.3.	Presporoşogyň umumy häsiýetnamasy	76
6.4.	Diffuzion bişme (ýanma) prosesi	78
6.5.	Plastifikasiýаланan şliklerden ýokary temperaturada basyş astynda guýma usully	79
6.6.	Farfor we faýans önümlerini termiki gaýtdan işlemek prosesi	81
7.	Berkidiji materiallaryň önümçiligindäki peçler	84
7.1.	Sement klinkerini bişirmek üçin peçler we ýylylyk çalyşma apparatlary	
7.2.	Ýylylyk effekti we ýylylygyň nazary harçlanmas	87
7.3.	Aýlanýan peçleriň içki ýylylyk çalşygy gurluşlary	91
7.4.	Konweýerli kalsinatorly aýlanýan peçler	104
7.5.	Siklonly ýylylyk çalşygyly aýlanýan peçler	112
7.6.	Aýlanma peçi	119
7.7.	Şahta peçi	124
8.	Aýna önümçiligindäki peçler	127
8.1.	Gorşokly .wanna peçleri	
8.2.	Peçiň görnüşini saýlamak we onuň esasy	130

ölçeğerlerini kesgitlemek	
8.3. Şihtanatyň hasaplamasy	132
8.4. Gorşokly we wanna peçlerinde aýna gaýnatmak	134
8.5. Ýylylyk režimi	144
Edebiýat	148
Mazmuny	150