

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

Ş. A. Kličowa

AÝNANYŇ TEHNOLOGIÝASY

Hünär: Eremesi kyn metal däl we silikat materiallaryň himiki tehnologiýasy

AŞGABAT – 2010

Giriş

Hormatly Prezidentimiz Döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylyma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi. Täze Galkynyş we Beýik özgertmeler zamanasynda ýokary bilimli hünärmenleri taýýarlamaklyga bildirilýän talaplar esasynda iş alyp barylýar.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň “Türkmenistanda durmuş ykdysady özgertmeleriniň 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 önümleriniň görnüşleriniň giňelmegi öndebaryjy tehnologiýalaryň ornaşdyrylmagyny kesgitleýär.

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.

Galkynyş döwründe ýurdumyzda ýüzlerçe täze häzirki zaman zawod-fabrikleri, nebit-gaz we himiýa kärhanalary gurulýar. Täze desgalary gurmakda we işlemekde ilki bilen ýerli çig mal serişdeleri aňryçäk ulanylmaga aýratyn üns bermek zerurdyr. Şonuň üçin Türkmenistanyň ösüp barýan ykdysadyýetiniň gurluşyk materiallary senagatynda nebit-gaz himiýa we beýleki kärhanalarda giňden ulanylýan keramiki we odaçydamly önümleri ýerli çig mallardan öndürmek örän wajyp meselä öwrülýär.

Odaçydamlylar häzirki zaman senagatynyň dürli pudaklarynda himiýa kärhanalarynda gurluşyk materiallary senagatynda, sement, hek, aýna gaýnadyjy keramiki we beýleki tehniki peçleri üçin giňden ulanylýar. Kaolin diwar bezelýän plitalarynyň we magdan däl materiallarynyň öndürilişini artdyrmak göz önünde tutulýar. Öndebaryjy tehnologiýanyň ornaşdyrylmagy önümleriniň täze görnüşleriniň sanitar-faýans önümleriniň, elektrodларыň, aýna örtükleriniň, keramiki plitalaryň, keramiki çerepisalaryň, kartonlar, gipsokarton listleriniň çykarylmagy üpjün eder. Bu bolsa ýurduň

ykdysadyýetiniň şu önümleriň daşary ýurtlardan iberilmegine garaşlylygyny ep-esli peseltmäge mümkinçilik berer.

Azbestsement, üçeklik materiallar ekologiýa taýdan arassa çerepisa bilen doly çalşyrylýar.Çaklanylýan döwürde gurluşyk önümlerini esasan ýerli çig malyň doly peýdalanylmagynyň hasabyna öndürmek göz önünde tutulýar. Hususy ýaşayyş jaýlary gurulanda sarp edijileriň islegini kanagatlandyrmak maksady bilen diwar materiallar, gurluşyk kerpiçini öndürmek boýunça kuwwatlyklary täze tehnologiýalary peýdalanmak bilen kerpiç öndürýän täze zawodlaryň gurulmagynyň hasabyna 2020 ýyla çenli alty esseden gowrak ýokarlanylýar.

Float - proses usuly bilen bütewi (listleýin) aýna önümçiliginiň tehnologiiki liniýasynyň durkynyň täzelenmegi ýokary hilli bolan termiki ýylmanak aýnany almagyň häzirki zaman ýokary öndürijilik usulyna geçmäge we şeýlelikde ony eksport etmegi gowylandyrmaga mümkinçilik berer.

Tebigy daşdan bezeg-timarlaýyş plitalaryny öndürmek üçin "Garly" hem-de "düzmergen" kánlerini senagat taýdan özleşdirmek we Daşoguz welaýatynyň "Kernaý" káninde magdan däl gurluşyk materiallaryny öndürmek üçin geologiki gözleglerini geçirmek bellendi.

Tutuşlygyna alnanda gazylyp alynýan peýdaly magdanlaryň gory gurluşyk materiallary senagatynyň kärhanalaryny çaklanylýan döwürde esasy çig mal serişdeleri bilen üpjün etmäge mümkinçilik berer.

1. Türkmenistanda aýna önümçiliginiň gurnalşynyň taryhy, parfiýa aýnalary we bu önümçiliginiň Garaşsyzlyk ýyllarynda ýeten derejeleri.

1.1. Aýna emele gelmäniň teoretiki esaslary we onuň häsiýetleriniň dolandyrylyşy

Gaty halyndaky maddalar adaty temperaturada we basyşda kristalliki ýa-da amorf gurluşda bolup biler.

Tebigatda esasan hem gurluşynda bölejikleriň, atomlaryň, ionlaryň geometriki dogry düzülen yzygiderliligi bolan kristalliki maddalar giňden ýaýrandyr. Kristalliki ýagdaý adaty şertlerde durnukly stabil ýagdaýda bolup, içki energiýasynyň azlygy bilen häsiýetlendirilýär.

Gaty kristalliki maddalaryň örän dogry geometriki formalary bolup, olaryň kesgitli ereme temperaturasy bolýar, köp halatlarda olar anizotropiýa häsiýetine mahsusdyr. Şeýle hem olaryň fiziki häsiýetleri (ýylylyk geçirijiligi, döwürleme görkezijisi, kristallaryň ösüşi we ereýşi) ölçelende dürli taraplara birmeňzeş deň däldir. Maddanyň aýna görnüşli ýagdaýy onuň gaty halynyň amorf görnüşidir. Aýna görnüşli ýagdaý durnuksyz (metastabil) bolup, içki energiýasynyň agdyklygy bilen häsiýetlendirilýär.

Rentgenostruktur seljermeleriň netijesine görä aýna görnüşli ýagdaýda bölejikleriň (atomlaryň, ionlaryň) giňişlikde ýerleşiş tertipli däldir. Himiki termodinamikanyň kanunlaryna laýyklykda maddanyň aýna görnüşli ýagdaýdan-kristallik görnüşli ýagdaýa geçmesi erkin öz-özünden bolmaly, ýöne welin gaty maddanyň has ýokary süýgeşikligi bölejekleriň gurluş strukturany üýtgetmäge ymtylýan deňölçegli hereketini togtadýar-mümkinçilik bermeýär.

1.2. Aýnalaryň düzüm boýunça klaslara bölünişi

Düzümine we gatama temperaturasynyň çäklerine garamazdan, aşa sowatmak arkalay alynan, söýgeşikligiň ýuwaş-ýuwaşdan artmagy netijesinde gaty jisimleriň häsetlerine eýe bolan amorf jisimleriň hemmesine aýna diýilip aýdylýar. Suwukluk

ýagdaýyndan aýna görnüşli ýagdaýa geçiş prosesini - gaýtarylma prosesinde bolup geçýär.

Kesgitlemeden görnüşi ýaly himiki birleşmeleriň dürli klasslaryna degişli maddalar aýna görnüşli ýagdaýda bolup biler. Aýna görnüşli ýagdaýda bolan organiki polimerler: - poliakrilatlar, polikarbonatlar, polistirol, winilhloridiň sopolimery metilmetakrilat bilen organiki aýnalary emele getirýärler. Özüniň tehnologiýasy, gatama mehanizmi we gurluşy boýunça organiki aýnalar organiki däl aýnalardan has tapawutlanýarlar. Olar aýratyn öwrenilýär. Aýna ýasamagyň köp asyrylyk taryhy $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ sistema esaslanan silikat aýnalaryny almak bilen baglydyr. Diňe XX asyryň ikinji ýarymynda natriý-kalsisilikat aýnalaryň organiki däl aýnalaryň ummasyz köplüginin bir bölegini tutýanlygy belli boldy. Organiki däl birleşmeleriň tipine görä aýnalar aşakdaky klaslara bölünýär.

Kükürdi we seleni ergin çalt, aşasowatmak arkaly, myşýagy “As” – wakuumda sublimasiýa usuly bilen, 100 MPa basyş astynda 250°C çenli gyzdyryp – fosfory “P” hem-de organiki smolalary uzak wagtlaýyn piroliz netijesinde uglerody “C” aýna görnüşinde alyp bolýar. Bularyň içinde senagat taýdan in ähmiýetlisi uglerod-aýnasydyr.

Uglerodaýnasynyň uglerodyň kristalliki modifikasiýasyndan tapawutlylykda – gyzdyrlanda 3700°C çenli gaty halyny saklaýanlygy, pes dyklylygy 1500 kg/m^3 , ýokary mehaniki berkligi, elektrik-geçirijiligi, himiki taýdan çydamlylygy ýaly täsin häsiýetleri bardyr.

Galogen aýnalar.

Galogen aýnalary aýna emele getiriji komponent bolan BeF_2 – esasynda alynýar. Köp komponentler fluorberillat aýnalary düzüminde alýumini floridini, kalsiý, magniý, stronsiý, bariý ýaly elementleri hem saklaýar.

Fluorberillat aýnalary dyklylyk şöhleleriň – rentgen we gamma şöhlesiniň täsirine ýokary çydamlylygy hem-de fluorwodorod, fluor ýaly iýji sredalarda durumllylygy bilen senagatda giňden orun tapdy.

Ýönekeý aýnalar

Kükürt, selen, myşýak, fosfor, uglerod – az sanly elementler ýönekeý aýnalary emele getirýär. Aýna emele getirýän elementler 1-nji suratda anyk görkezilýär.

3 <i>Li</i> □	4 <i>Be</i> ○	bellikler:										5 <i>B</i> ●	6 <i>C</i>	7 <i>N</i>	8 <i>O</i>	9 <i>F</i>											
11 <i>N</i> <i>a</i> □	12 <i>M</i> <i>g</i> □	- 1 ● - 2 ○ - 3 Δ - 4 ◇ - 5 □ - 6										13 <i>At</i> ◇	14 <i>Si</i> ●	15 <i>P</i> ● Δ	16 <i>S</i>	17 <i>Ct</i>											
19 <i>K</i> □	20 <i>Ca</i> □	21 <i>Sc</i> □	22 <i>Ti</i>	23 <i>V</i> ◇	24 <i>Cr</i> □	25 <i>Mn</i> □	26 <i>Fe</i> □	27 <i>Co</i> □	28 <i>Ni</i> □	28 <i>Cu</i> □	30 <i>Zn</i> ○	31 <i>Ga</i> ◇ Δ	32 <i>Ge</i> ● Δ	33 <i>As</i> ● Δ	34 <i>Se</i> ◇	35 <i>N</i>											
37 <i>R</i> <i>b</i> □	38 <i>Sr</i> □	39 <i>Y</i>	40 <i>Zr</i> ◇	41 <i>Nb</i> ◇	42 <i>Mo</i> ◇	43 <i>Tc</i>	44 <i>Ru</i>	45 <i>Rh</i>	46 <i>Pd</i>	47 <i>Ag</i> □	48 <i>Cd</i> □	49 <i>In</i> ◇ Δ	50 <i>Sn</i> ◇ Δ	51 <i>Sb</i> Δ ◇	52 <i>Te</i> ◇ Δ	53 <i>I</i>											
55 <i>C</i> <i>s</i> □	56 <i>Ba</i> □	57 <i>Za</i> □	73 <i>Hf</i> □	73 <i>Ta</i> ◇	74 <i>W</i> ◇	75 <i>Re</i>	76 <i>Os</i>	77 <i>Ir</i>	78 <i>Pt</i>	79 <i>Au</i> □	80 <i>Hg</i> □	81 <i>Tt</i> □ Δ	82 <i>Pb</i> ◇ Δ	83 <i>Bi</i> ◇ Δ													
			<table><tr><td>58 <i>Ce</i> ◇</td><td>59 <i>Pr</i> ◇</td><td>60 <i>Nd</i> ◇</td><td>62 <i>Sm</i> ◇</td><td>63 <i>Eu</i> ◇</td><td rowspan="2">Lantanoidler</td></tr><tr><td>90 <i>Th</i> ◇</td><td></td><td>92 <i>U</i></td><td></td><td></td></tr></table>														58 <i>Ce</i> ◇	59 <i>Pr</i> ◇	60 <i>Nd</i> ◇	62 <i>Sm</i> ◇	63 <i>Eu</i> ◇	Lantanoidler	90 <i>Th</i> ◇		92 <i>U</i>		
58 <i>Ce</i> ◇	59 <i>Pr</i> ◇	60 <i>Nd</i> ◇	62 <i>Sm</i> ◇	63 <i>Eu</i> ◇	Lantanoidler																						
90 <i>Th</i> ◇		92 <i>U</i>																									

Halkogenid aýnalar.

Halkogenid aýnalar As-X (X-S, Se, Te), Ge-As-X, Ge-Sb-X, Ge-P-X ýaly tipdäki kislorodsyz sistemalarda alynýar. Halkogenid aýnalar ýagtylygyň spektriniň UG – oblastynda ýokary geçirijilik ukubyna eýedir, elektron geçirijiligi we içki fotoeffekt hadysalary özünde jemläp, başga görnüşlerden tapawutlanýar. Halkogenid aýnalar ýokary duýujylyklar, telewizion

kameralarda, elektron hasaplaýjy maşynlaryň ýat saklaýjy gurluşlarynda giňden ulanylýar.

Oksidli aýnalar birleşmeleriň örän köp klasyny öz içine alýar. SiO_2 , P_2O_5 , GeO_2 , B_2O_3 ýaly oksidler ýeňillik bilen aýna emele getirip bilýärler. Oksidleriň köp topary TeO_2 , TiO_2 , MoO_3 , WO_3 , Al_2O_3 , V_2O_5 – beýleki oksidler ýa-da oksidleriň toparynyň garyndysy bilen eredilende aýna emele getirip biler.

Meselem: şu aşakdaky sistemalarda ýeňillik bilen aýna emele gelýär. $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, $\text{P}_2\text{O}_5\text{-V}_2\text{O}_5$, $\text{Me}_m\text{O}_n\text{-P}_2\text{O}_5\text{-V}_2\text{O}_5$ özem bu ýerde Me_mO_n käbir modifitirleýji oksidlerdir. Aýna emele getiriji oksidleriň her biri modifitirleýji we aralyk oksidler bilen bilelikde aýna emele getirip bilýär. Aýna bolsa aýna emele getiriji oksidiň görnüşine laýyklykda atlandyrylýar, silikat, borat, fosfat we ş.m. Oksid aýnalaryň senagat üçin ýaramlysy 5 komponentden az bolmadyk düzümi özünde saklaýar, optiki we ýörite aýnalar 10 we ondan köp komponentli bolýar.

Aýna tehnologiýasynyň möhüm aýratynlygy ol gaty kristallik ýagdaýda duş gelmeýän stehiometriki gatnaşykda bolmadyk maddalary gaty halynda almaga mümkinçilikler döredýär. Üstesinede aýnanyň häsiýetlerini onuň düzümini kem-kemden üýtgetmek arkaly gerek bolan ugra gönükdirip bolýar.

1.3. Aýnanyň süýgeşikligi

Süýgeşikligiň temperatura baglylykda üýtgemesi aýna tehnologiýasyndaky esasy basgançaklaryň görkezijilerini görkezýän esasy tehnologiki häsiýetnamadyr, aýna emele gelme, gomogenleşme we durlama, önümi ýasamak hem-de taplama we bişirme ýaly tehnologiki prosesler aýnanyň süýgeşikligine baglydyr. Islendik sredanyň süýgeşikligi (gaz, suwuklyk, gaty) ony düzýän bölejikleriň arasyndaky özara täsirleşmäniň esasynda ýüze çykýar.

Eger kese kesiginiň meýdany – S deň bolan suwuklyga (ergine) haýsydyr bir F-güýç bilen täsir etsek, onda S meýdanly gatlak V tizlik bilen hereket edip başlar. Bu ýagdaýda oňa galtaşýan gatlaklar hem herekete geler. Hereket edýän gatlakdan daşlaşdygyça

$\frac{dV}{dx}$ galtaşýan gatlagyň otnositel hereketiniň tizligi peselýär. Bu ýagdaýda gatlaklaryň içki sürtülme güýji hökmünde süýgeşiklik ýüze çykýar.

Nýutonyň deňlemesine laýyklykda $F = \eta S \left(\frac{dV}{dx} \right)$ süýgeşiklik koeffisiýenti η , S kese kesigiň meýdany bolan gatlagy dV/dx tizlik bilen otnositel süýsmäge getriýän güýje deňdir.

Erginiň kinetiki süýgeşikligi dinamiki süýgeşiklik koeffisiýentiniň şol sredanyň dykzlygyna bolan gatnaşygyna deňdir. $\nu = \eta / d$. Kinematiki süýgeşiklige ters bolan ululyk $1/\nu$ sredanyň akyjlygyny häsiýetlendirýär.

2. $23 \div 1500^\circ \text{C}$ temperatura aralygynda aýnanyň süýgeşikligi 18 dereje üýtgeýär. Gaty halynda aýnanyň süýgeşikligi $10^{19} \text{ Pa}\cdot\text{C}$ barabar bolup, ergin ýagdaýynda bolsa onuň süýgeşikligi takmynandan $10 \text{ Pa}\cdot\text{C}$ deňdir.

Süýgeşikligiň temperatura görä üýtgemesi suratda görkezilen (T_g – çenli) pes temperaturalarda süýgeşikligiň üýtgemesi ujypsyzdyr.

Süýgeşikligiň ululygynyň $10^{15} \div 10^7 \text{ Pa}\cdot\text{C}$ aralygynda süýgeşiklik çalt pese gaçýar.

Ergin ýagdaýynda aýnalaryň süýgeşikliginiň temperatura baglylygy (T_f – temperaturadan ýokarda) Frenkeliň we Andradanyň formulasy bilen hasaplanylýar.

$$\eta = A \cdot \exp(E_\eta / RT)$$

E_η - aktiwasiýanyň erkin energiýasy,

R – uniwersal gaz hemişeligi,

T – absolýut temperatura

A – maddanyň himiki tebigatyna bagly bolan hemişelik ululyk.

Eýnşteýniň formulasy boýunça şeýle hasaplanýar $A = Nh/V$

N – Awagadranyň sany,

h – Plankyň hemişeligi

V – mol göwrüm.

Özem A – $10^{-4} \div 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{C}$

Frenkel – Andradanyň formulasy assosirlenmedik ýagny assosasiýa derejesi seredilýän temperaturalaryň aralygynda

(interwalynda) üýtgemeyän erginler üçin ulanarlydyr. Bu nukdaý nazardan deňleme has ýokary we pes temperaturalar üçin hem dogrydyr.

E_{η} - aktiwasiýa energiýasy iki düzüjiden durýar: bölejikleriň süýşmegi üçin boşluk emele getirmek hem-de emele gelen boşlukda bölejikleriň süýşmegi üçin harçlanýar.

Oksid aýnalary üçin aktiwassiyä energiýa 80-630 KJ/mol aralykda üýtgäp biler. (Deňeşdir – metal erginleriň $E_{\eta}=2-8$ KJ/mol)

Aktiwasiýa energiýasy aýna emele gelme interwalynda temperatura bagly bolup, temperaturanyň ýokarlanmagy bilen erkin göwrüm ulalýar we boşluklar köpeliýär bu bolsa E_{η} - azalmagyna getirýär.

Eger aktiwasiýa energiýasynyň temperatura baglylygyny $E_{\eta}=E_0/T$ diýip alsak, onda süýgeşiklik koeffisiýenti aşakdaky deňleme boýunça hasaplanýar:

$$\eta = A e^{E_0/T^2}$$

A – hemişelik ululyk,

E_0 – element-kislorod baglanşygynyň berkligini hasaba alýan ululyk.

Akyjylyk häsiýeti boýunça suwuklyklar 2 topara bölünýär: Nýutonyň kanunyna laýyk gelýän suwuklyklar we strukturasyny ýitirmeýän Nýutonyň kanunyna boýun bolmaýan suwuklyklar. Nýutonyň suwuklyklary üçin süýgeşiklik koeffisiýenti täsir edýän güýje bagly bolmaýar. Strukturasyny ýitirmeýän suwuklyklar üçin süýgeşiklik koeffisiýenti edilýän F/S täsiriň funksiýasydyr. Suspenziýalar, kolloid erginler ýaly strukturalaşan suwuklyklar üçin süýgeşiklik koeffisiýenti, F/S – naprýaženiýanyň artmagy bilen pese gaçýar, azalýar. Silikat aýnalaryň erginleri ýokary temperaturada Nýutonyň kanuna boýun egýär, aýna emele gelme interwalynda olarda strukturalaşan suwuklyklaryň häsiýeti ýüze çykýar.

2. Aýna gaýnatmagyň fiziki-himiki esaslary

2.1. Gig mal önümleri we şihla

Aýnanyň ähli komponentleri özleriniň struktura orny boýunça 3 topara bölünýärler: aýna emele getirijiler, modifisirlejiler we aralyk komponentler. Aýna emele getirijilere – B, Si, Ge, P, As oksidleri, modifisirlejilere – Li, K, Na, Mg, Ca, Ba, Cr, Cd oksidleri we aralyklara – Be, Zn, Al, Ti, Zr, Pb oksidleri degişlidir.

Oksidleriň haýsy topara degişliligi olaryň kristallohimiki aýratynlygy bilen kesgitlenilýär : kationyň radiusy, kationyň meýdan güýji, koordinasion sany we “kation-kislorod” energiýa aragatnaşygy bilen kesgitlenilýär. Şeýlede bolsa bu bölünişigi gutarnykly diýip hasap edip bolmaýar. Meselem (1954 ý.) düzümleriň çäklenen oblastynda Te, W, Ti, Al, V, Mo, Ca we beýleki oksidleriň hem aýna emele getirijiler bolup bilýändigini subut edildi.

2.2. Aýnanyň häsiýetine oksidleriň täsiri

Geçen asyryň ahyrynda aýnanyň häsiýetiniň additiwligi barada pikir ýüze çykdy. Ýagny aýnanyň häsiýeti ony düzýän komponentleriniň häsiýetleriniň jemine deňdir. Bu pikir köp wagtlap dürli ýurtlaryň alymlary tarapyndan işlenip düzüldi we häzirki wagt hem öz ähmiýetini ýitirenok. Ilkinji additiwlik usuly A. Winkelman we O. Şott tarapyndan çyzykly giňelmegiň temperatura koeffisiýentini (ÇGTK) hasaplamak üçin hödürlenildi. Bu awtorlar tarapyndan kesgitlenen parsial koeffisiýentler (faktorlar), hasaby $\pm 10\%$ takyklykda kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

A.Winkelmanyň we O.Şottyň faktorlary birnäçe gezek takyklanyldy we goşulmalar girizildi. (Maýer we Gawas, Ingliş we Turner, Dauwalter we başg.). Häzirki wagtda çyzykly giňelmegiň temperatura koeffisiýentini kesgitlemegiň 20-den gowrak hasaplanylýan usuly bar. Bu faktorlaryň san bahalary örän giň aralyklara degişlidir, meselem: SiO_2 üçin 0,05-den $0,5 \cdot 10^{-7}$ -ä çenli, B_2O_3 üçin – 0,66-dan $+ 0,54 \cdot 10^{-7}$ -ä çenli üýtgeýär. Ýokary takyklyk udel ýylylyk sygymy ($\pm 2,8\%$), ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti

($\pm 3,4\%$), dykzlyk ($\pm 3\%$) we başgalar parametrler kesgitlenilende gazanyldy.

Mehaniki häsiýetleriň hasaby örän uly gyşarmaklygy (20-30%) berýär.

Additiwlik pikiri, onuň başky görnüşinde aýnanyň komponentleriniň häsiýetleriniň üýtgeşsizligi barada ters çaklama esaslanandy. Ýöne additiw konstantalar (hemişelikler) ol ýa-da beýleki häsiýete komponentleriň häsiýetini mukdar tarapdan kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Häsiýeti görkezijiniň ýokary takyklygy talap edilmeýän halatynda, additiw konstantalar dykzlygy, ýylylyk sygymy we başgalary hasaplamak üçin ulanylýar. Esasan hem borsyz (B) we gurşunsyz aýnalar üçin.

Häsiýetleri hasaplamak üçin formulalaryň häzirki zaman modifikasiýalary (L.I.Demkina, A.A.Appen, Higin, San) aýna ony düzýän komponentleriň ýönekeý fiziki garyndysy däl, diýen düşüňjeden gelip çykýar. Gyzyrylanda komponentler öz individualygyny ýitirýärler, özara täsirlere gatnaşýarlar. Netijede komponentleriň ilki başdaky häsiýetlerini üýtgedýän täze struktura düzümleri emele gelýär. Şeýlelikde berlen komponentleriň, ol ýa-da beýleki aýnanyň häsiýetini üýtgetmek orny barada has takyk düşüňjeleri döredip, aýna ýaly çylşyrymly sistemada bolup geýýän hadysalara örän ünsli baha bermeli.

Erkin komponentleriň häsiýetleri olaryň aýnadaky häsiýetlerine deň däl, diýen düzgün kabul edilýär. Başgaça aýdylanda, kesgitli häsiýetli aýnagörnüşli sistemalaryň döremegine gatnaşyp, bu sistemanyň komponenti öz häsiýetinem üýtgedýär. Komponentiň bu täze häsiýeti A.A.Appen usulyna *parsial häsiýetler* diýen ady aldy.

Tapylan parsial bahalar soňra aýnalaryň häsiýetlerini hasaplanylýanda ulanylýar. Bu parsial sanlar aýnanyň häsiýetlerini ýokary takyklykda hasaplamaga mümkinçilik berýärler. Hasaplaryň takyklygy, A.A.Appen boýunça, düzüminde PbO , B_2O_3 , TiO_2 saklamaýan aýnalaryň we düzüminde şu oksidleri (PbO , B_2O_3 , TiO_2) 10-20 mol.% we ondan köp saklaýan aýnalar üçin biri-birinden tapawutlydyr. Ortaça gyşarmak birinji topar üçin: dykzlyk $\pm 0,4\%$, döwürmek görkezjisi $\pm 0,13\%$, ortaça dispersiýa $\pm 0,9\%$. 2-nji topar üçin takyklyk deňişlilikde: 0,8; 0,25; 1,6%. Çyzykly

giňelmäniň temperatura koeffisiýenti $\pm 2 \cdot 10^{-7}$, maýyşgaklyk häsiýetler bolsa $\pm 3\%$ takyklykda hasaplanýar.

Hasaplanýş usullaryň ähmiýeti himiki düzümi boýunça aýnanyň häsiýetini takmynan kesgitlemäge ýa-da öňden saýlanan komponentleriň kömegi bilen aýna berlen häsiýetleri geçirýän täze reseptur hödürlemeleri proektirlemäge mümkinçilik berýär. Silikat aýnalar üçin şu wagta çenli jemlenen hasap we empiriki netijeler we struktura faktory baradaky häzirkî zaman düşünje aýratyn komponentleriň orny we olaryň silikat aýnalaryň ol ýa-da beýleki häsiýetlerine goşýan goşantlary barada takmynan häsiýetnama düzmäge mümkinçilik berýär.

Kremnozem – ähli silikat aýnalaryň esasy düzümi (sostaw) bölegi; adaty aýnada onuň konsentrasiýasy 70%-den ýokary. Kremnozemyň häsiýetlere täsiri: aýnamassanyň şepbeşikligini ýokarlandyrýar we maşyn çekiş tizligini ýokarlandyrmaga kömek berýär, himiki we mehaniki häsiýetnamasyny gowlandyrýar, aýnanyň kyn eremesini ýokarlandyrýar we onuň gomogenizlenmegini kynlaşdyrýar, döwürleme görkezijisini, çyzykly giňelme temperatura koeffisiýentini we dyklylygy giňeldýär, ýylylyk durujylygy (durnuklylygy) ulaldýar, dialektriki geçirijiligi we orta dispersiýany üýtgedenok, kristallaşma ymtlylygy ýokarlandyrýar.

Aşgar metallaryň oksidleri (Na_2O , K_2O , Li_2O) eredijileriň ornuny tutýar. Olary aýna gaýnatmak temperaturasyny peseltmek üçin aýnanyň düzümine goşýarlar. Adaty aýnalarda aşgar oksidleriň konsentrasiýasy 14-15%-den geçmeýär.

Häsiýetlere täsiri: eremek temperaturany we şepbeşikligi peseldýärler ($\text{Li}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$) kristallaşma ymtlylygy azaldýarlar (Li_2O başga dyklylygy we 4 GTK ýokarlandyrýar ($\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O} > \text{Li}_2\text{O}$), himiki durnuklylygy we döwürleme görkezjisi peselýär, elektrogarşylygy azalýar, dielektriki geçirijiligi (siňdirijiligi) ýokarlanýar, mikrogatylygy azalýar ($\text{Li}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$)

Formalylyş (формование) temperaturalar oblastynda şepbeşikligiň peselmegi (K_2O -dan başga) maşyn bejerşi (обработка) tizligini kiçeldýär. Üst çekijiligiň kiçelmegi aýna massanyň gomogenizlenmegini ýeňledýär. Ýylylyk giňelme

koeffisiýentiniň ýokarlanmagy aýnanyň ýokary temperaturada gyzdrylmagyny kynlaşdyrýar.

Neýtrallaşma effekti. Aşgar metallaryň ionlarynyň migrasiýasy netijesinde aýnanyň köp häsiýetleri (elektrogeçirijiligi, dielektriki çykdaýsý, kristallaşma ymtlyşygy we ş.m.) ionyň ölçeğine baglydyr. Ionyň ölçeği näçe uly bolsa, aýnanyň häsiýetine ionyň otnositel täsiri şonça-da azdyr. Ýöne bu özünde aşgar metalyň ionynyň diňe bir görnüşini saklaýan düzümlere degişlidir.

Eger-de aýnada aşgar metallaryň 2 we 3 iony birbada bar bolsa bu düýpgöter özgerýär. Meselem, kaliý-silikat aýnada natriýiň deffuziýa koeffisiýentinden kiçidir. Bu effekt bir ionyň beýleki ionyň hereketini haýýalandyryş täsiri bilen düşündirilýär.

Ikiaşgar effekti aýnanyň elektriki häsiýetlerinde (garşylyk, ýitgiler) ýiti ýüze çykýar. Bar bolan aşgar metallarynyň ionlaryň ölçegleriniň tapawudynyň ulalmagy bilen bu effekt has hem ulalýar. Häsiýetleriň bahalarynyň maksimumy aşgar metallaryň oksidleriniň takmynan deň molýar gatnaşygynda bolýar. Şepbeşiklige täsiri ýumşaaýş temperatura oblastynda belleniýär: ikiaşgarly aýnalar has “uzyndyrlar”. Ikiaşgarly aýnalaryň ýokary himiki durnuklylygy aşgarlaryň konsentrasiýasynyň ýokarlygynda (5-10%-den köp) has hem ýüze çykýar. Aýnanyň düzüminde glinozemyň (1,5% köp) bolmagy bilen bu effekt ýok bolup gidýär.

Üçaşgar (ýarymaşgar) effekti. Aýnanyň düzüminde birbada üç aşgaryň bolmagy neýtralizasiýa (neýtrallaşma) effektini ýokarlandyryýar. Himiki we elektriki häsiýetleri gowylandyrmak üçin düzüminde üç aşgar effekti ulanylan aýnalar we emallar bellidir.

Basyp ýatyrma effekti. Neýtralizasiýa effektinden prinsipal tapawutlananok. Aýratynlygy – aşgar metalyň ionynyň aktiwligi bir ýagdaýda aşgar metallaryň ionynyň aktiwligi bir ýagdaýda başga ionlary bilen (neýtralizasiýa) başga ýagdaýda – aşgar däl metallaryň ionlarynyň goşulmagy netijesinde (basyp ýatyrma) basyp ýatyrylmagy bilen tapawutlanýar. Basyp ýatyryş effekti aşgarly düzümlere Ca, Sr, Pb, Ba we başg. ionlary goşulanda gazalynýar. Netijede aýnanyň himiki we elektriki häsiýetleri gowulanýar. Ýokarda görkezilen goşundalaryň täsiri aýnada aşgar metallarynyň oksidleriniň konsentrasiýasy näçe köp bolsa şonça-da ýokarydyr.

Kalsiý oksidi adaty aýnalaryň düzümine 9-10% mukdara çenli goşulýar. Ýörite niýetlenen aýnalar 25% we ondan köpräk mukdarda kalsiý oksidini özlerinde saklaýar.

Aýnanyň häsiýetlerine täsiri: eremek temperaturasyny we şepbeşikligi peseldýär, mehaniki we himiki häsiýetleri gowlaşdyrýar, kristallaşma ymtlyşyny ýokarlandyrýar, döwülme görkezijisini ýokarlandyrýar, dykzlygy we ýylylyk giňelişi köpeldýär.

Magniý oksidi adaty aýnalaryň düzümine 5% mukdara çenli goşulýar.

Aýnanyň häsiýetlerine täsiri: eremek temperaturasyny we kristallaşmany peseldýär (6% konsentrasiýa çenli, konsentrasiýasynyň ulalmagy bilen eremek temperaturasy we kristallaşma ýokarlandyrýar), üst dartyş köpelyär. Aýnada magniý oksidiniň 2%-den köp bolmagy gaýnaýyş we ýagtylanýş (осветление) wagty köpelyär. Aýnanyň suwuň täsirine garşy durnuklylygy birneme peselýär. Çyzykly giňeliş koeffisiýentini ýokarlandyrýar, ýöne kalsiý oksidine görä az.

Bariý oksidi aýnanyň düzümine 45%-e çenli goşulýar (баритовый крон), ýöne adatça 2-10% aralygynda goşulýar.

Aýnanyň häsiýetine täsiri: eremek temperaturasy we şepbeşikligi peseldýär, dykzlygy, döwülme görkezijisini we çyzykly giňeliş koeffisiýentini ýokarlandyrýar; mehaniki we himiki häsiýetini ýaramazlaşdyrýar we erginiň agressiwligini ýokarlandyrýar. Sink oksidi termometriki, himiki laboratoriya we optiki aýnalar öndürlende ulanylýar. Sink oksidiniň konsentrasiýasy aýnalaryň dürli görnüşinde 2-12% çenli ulanylýar.

Häsiýetlerine täsiri: çyzykly giňeliş koeffisiýentini, eremek temperaturasyny we şepbeşikligi azaldýar, kristallaşmasyny we erginiň agressiwligini ýokarlandyrýar, himiki durnuklylygy beýgeldýär.

Gurşun oksidi optiki aýnalarda (2-65%), ionlaşdyryjy şöhlelenmäni siňdiriji aýnalarda (2-86%), hrustalda (17-34%), ýeňil ereýän glazurlerde we emallarda ulanylýar. Aýnanyň häsiýetlere täsiri: eremek temperaturasyny, şepbeşikligini we himiki durnuklylygy peseldýär, mehaniki häsiýetleri erbetleşdirýär, kristallaşmany azaldýar, döwülme görkezijisini we erginiň

agressiwligini ýokarlandyrýar. Alýuminiý oksidi gap (3-12%) himiki laboratoriya we elektrotehniki (2-25%), termometriki, penjire we beýleki aýnalar öndürlende ulanylýar.

Aýnanyň häsiýetlerine täsiri: eremek temperaturasy, şepbeşikligi we ýumşama temperaturasy ýokarlandyrýar, aýnamassanyň gaýnamagyny we onuň gomoginizasiýasyny erbetleşdirýär, himiki durnuklylygy we üst dartyşy ýokarlandyrýar, ýylyk giňelişi we erginiň agressiwligini azaldýar, kristallaşmany peseldýär, aýna görnüşli ýagdaýy stabillleşdirýär. Al_2O_3 -iň bu roly XIX asyryň ahyrlarynda bilindi. (O.Şottyň aýtmagyna görä – “aýnadaky polisiýa”). Aýnanyň düzüminde Al_2O_3 -iň az mukdarda bolmagy 1200-1400⁰ C-da aýnanyň şepbeşikligini ýokarlandyrýar, 800-1000⁰ C-da bolsa birden peseldýär.

Allýumniý effekti - Al_2O_3 -iň kristaldaky (korund) we aýnadaky optiki häsiýetleri deňeşdirlende olar biri-birinden örän tapawutlanýar. Bu aýratynlyk allýumininiň koordinasion ýagdaýy bilen kesgitlenýär diýýip çak edilýär: korundda ol 6-a, aýnada 4-e deň. 4-lik koordinasiýa allýuminiý aşgar aýnalarda geçýär, aşgarsyz we aşgar aýnalarda ol 6-lyk koordinasiýasyny saklaýar.

Aýnada alýuminiýiň koordinasiýasyny üýtgetmek ukuby ýetmeýän kislorody getirýän 1 walentli we 2 walentli aktiw komponentleriň (ululy kationlar – K, Na, Ba we başg.) tebigaty bilen baglanşyklydyr. Olaryň gatnaşygy $\text{Me}_2\text{O} + \text{MeO} / \text{Al}_2\text{O}_3 = \psi \text{ Al}$. 1-den kiçi bolmaly däldir.

Aktiw komponentlere – Na_2O , K_2O , BaO degişli, az aktiw komponentlere – Li_2O , SrO , CaO degişlidir (Alýuminiýiň ionlaryň bölegi 6 koordinasiýada galýar). BeO , MgO , FeO alýuminiýiň koordinasiýasyny hiç hem üýtgedenoklar.

Praktiki aşgar aýnalary üçin $\psi \text{ Al} > 1$. Şeýlelikde allýuminiý effekti häsiýetleri üýtgedýän alýumininiň koordinasion ýagdaýy bilen baglanşyklydyr. Sirkoniý dioksidi himiki laborator (3-4%), aşgardurnukly (12-14%) we beýleki aýnalar öndürlende ulanylýar.

Häsiýetlere täsiri: eremek temperaturasy we şepbeşikligi ulaldýar, himiki durnuklylygy we dykzlylygy köpeldýär, ýylylyk giňelmäni azaldýar, mehaniki häsiýetleri gowlandyrýar, döwülme görkezijisini ýokarlandyrýar (gurşun oksidi ýaly), öçüriji ornunda çykyş edýär.

Bor oksidi termometriki (2-12%) himiki we termiki durnukly, himiki laborator (3-13%), rentgen goranyş (14-64%), medisina (4-8%), optiki (2-17%), elektrotehniki (3-20%), atom tehnikasynda ulanylýan (80%-e çenli), natriýdurnukly(36-60%) aýnalar öndürlende ulanylýar.

Aýnanyň häsiýetlerine täsiri: eremek temperaturasyny we şepbeşikligi peseldýär, ýylylyk giňelmäni, üst dartyşy we kristallaşmany azaldýar, termo we himiki durnuklylygy ýokarlandyrýar, mehaniki häsiýetleri gowlandyrýar.

Bor angidridi özüniň flýuslaýjy ukuby – kristallaşma ýykgyňlygy azaltmak, himiki, elektriki we termiki häsiýetleri gowlandyrmak ukuby bilen aýnany düzýän aýratyn komponentleriň biridir.

Bor effekti. Şertlere görä (düzümi, temperatura) bor aýnada 1 koordinasiýadan beýlekä geçýär (3-4). Şonda onuň struktura roly üýtgeýär we şonuň bilen bir hatarda aýnanyň häsiýetleri hem üýtgeýär (bor anomaliýasy) Meselem, boruň 3 koordinasiýasy aýna himiki durnuksyz, onuň üst dartyşy ýokarlanan we ş.m. Boruň koordinasiýasynyň üýtgemeginiň esasy sebäbi aýnada aşgar we aşgarýer metallaryň konsentrasiýasydyr. Eger gatnaşyk $\text{Me}_2\text{O} + \text{MeO} / \text{B}_2\text{O}_3 > \frac{1}{3}$ bolsa, boryň 3-lik koordinasiýadan 4-lige geçmegine şert döredýär. Bu BO_4 tetraedr döremegi üçin her B^{+3} üçin kislorodyň 2 ionynyň gerekligi, B_2O_3 -de bolsa diňe 1,5 barlygy bilen şertlenendir. Kislorodyň ýetmezçiligi aşgar we aşgarýer metallaryň oksidleriň hasabyna doldurylýar.

Alýumobor effekti (alýumo-bor anomaliýasy. Aýnada alýuminiň we bor bilelikde aşgar we aşgarýer metallar oksidleriň (kislorodyň donorlary) artykmaç şertlerinde bitewi alýumoborkremniýkislorod karkasyny döretmege ukuplydyr. Ýöne agzalan oksidleriň ýetmezçiliginde sarp edilmedik kislorod galyndylarynyň hasabyna ilki alýuminiý soň bor 4-nji koordinasiýa geçýär. Bu alýuminiň 4-nji koordinasiýasynyň boruň 4-nji koordinasiýasyna görä has gurluşly gerekligi (предпочительна) bilen düşündirilýär. Alýuminiýiň 4-nji koordinasiýa gereklilik düzügüni bilen geçmekligi alýumobor anomaliýasyny kesgitleýär. Glinozem bilen goşulan alýuminiý 6 koordinasiýadan 4 geçmegi we

aýnanyň gurluşyna girmegi üçin $\text{Me}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3$ gatnaşyk uly bolanda natriýli we kaliýli alýumoborosilikat aýnalarynda kislorod ýeterlikdir. Bu bolsa aýnanyň häsiýetiniň üýtgemegine meslem, onuň döwürleme görkezjisiniň ulalmagyna getirýär. Glinozemyň mukdary köpelende erkin kislorod tutuşlaýyn sarp edilmegi mümkin we AlO_4 -teraediriň mundan beýläk döremegi diňe boruň tetraedleriň hasabyna mümkindir. Ol kislorody alýuminiýe berip özi 3 koordinasiýa geçýär. Beýle geçiş aýnanyň käbir häsiýetleriniň birden üýtgemegine getirýär. Eger-de başlangyç $\text{Me}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3$ gatnaşyk az bolsa, BO_4 tetraedleriň bozulýş prosesi aýna glinozemyň goşulmagy bilen şol bada başlaýar. Bor koordinasiýasyny 3 üýtgedip karkasdan gysyp çykarylýar, bu bolsa aýnanyň häsiýetleriň birden üýtgemegi bilen baglydyr (dykzlyk, gatylyk, döwürleme görkezjisi). Aşgarlaryň ýetmezçiliginde alýuminiý oksidi aýna karkasyna tutuşlaýyn girip bilmez. Şonda sistemada 6 koordinirlenen we 4 koordinirlenen alýuminiý bolup biler bu hem häsiýetleriň üýtgemegi bilen baglanyşykly Al_2O_3 we B_2O_3 bilelikde aýnada bolanda, olaryň ýagdaýy $\text{MeO} - \text{Al}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3 = \psi \text{ B}$

Bor we alýumobor anomaliýasy diňe strukturo duýgur häsiýetlerinde ýüze çykýar: dykzlykda, gatylykda, maýyşgaklyk modulynda, döwürleme görkezjisinde we bölekleyin dialektriki siňdirijilikde we termiki giňelmede anomaliýa molekulýar refraksiýada, dispersiýada, elektrogeçirijilikde we dialektriki ýitgilerde ýüze çykmaýar. Bu häsiýetler esasan ionlaryň polýarlaşma derejesi bilen (dispersiýa, defraksiýa) ýa-da aşgar metallaryň ionlaryň konsentrasiýasy bilen kesgitlenýär.

Fosfor angidridi optiki (70% çenli), dozimetriki (90%-e çenli), infragyzyň şöhleleri siňdirýän (70%), atom tehnikasyna goranyş (20-50%) aýnalary öndürlende ulanylýar. Ol глушитель (2-5%), görnüşinde ulanylýar hem-de plawik kislotasyna durnukly aýnalar 77% almak üçin ulanylýar.

Fosfor angidridiniň aýnanyň häsiýetlerine täsiri adaty däl: ýeňil ereýän bolmak bilen (eremek temperaturasy 250°C) ol adaty aýnalaryň eremek aýnalaryň eremek temperaturasyny birden ýokarlandyrýar. $1,6 \text{ Na}_2\text{O} \cdot 2 \text{ CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 54 \text{ SiO}_2$ düzümi 1600°C -dan gaýnamaýar. Şol düzümdä P_2O_5 derejine Al_2O_3 , ZrO_2 ýa-da SnO_2

goşulsa kyn ereýän komponentler bolsalar-da düzümi gowy gaýnadylýar. Eremek temperaturasy boýunça meňzeş oksidleriň arasynda P_2O_5 şu nukdaý nazardan analygy ýok. P_2O_5 özüniň beýle alyp barmagynyň sebäbi kyn ereýän birleşmeleri meselem, 1810^0 C -da ereýän we silikat erginlerde eremeýän $3\text{ CaO}\cdot P_2O_5$ birleşmäni emele getirýändigini bilen düşündirilýär. Bu bolsa aýnanyň öçürijiligi sebäbidir. Iki walentli oksidleriň bolmagy we glinozemyň bolmazlygy ýa-da az konsentrasiýasy öçürilmä mümkinçilik berýär. Al_2O_3 -iň P_2O_5 -den konsentrasiýasy $AlPO_4$ birleşmäni emele getirýär we aýna emele gelmeklige mümkinçilik berýär.

P_2O_5 flýuslaýyş häsiýeti diňe aşgar az kremnezemly aýnalarda $Na_2O-Al_2O_3-P_2O_3-SiO_2$ sistemasynyň aýnalarynda P_2O_5 we SiO_2 deňräk molýar ýerleşende we Al_2O_3/P_2O_5 gatnaşyk 1 töweregi bolanda ýüze çykýar. SiO_2 24-34; P_2O_5 16-24; Al_2O_3 23-24; Na_2O 27-29 mol % düzümlü glazur üçin aýnanyň ýumşama temperaturasy $495-590^0\text{ C}$ aralygynda P_2O_5 -iň konsentrasiýasynyň köpelmegi aýnanyň kristallaşma ýygynlygyny peseldýär, şepbeşikligi we himiki durnuklylygy azalýar.

Titanyň dioksidi atom tehnikasy üçin aýnalar öndürlende (5-155), elektrobişirleýji flýuslar (35-60%), emallar öndürlende we ulanylýar. Adaty aýnalaryň häsiýetlerine täsiri: eremek temperaturasyny we ýokary temperaturaly şepbeşiklikligi peseldýär, himiki durnuklylygy, elektriki häsiýetleri, döwürleme görkezijisini (gurşun oksidinden hem köp) ýokarlandyrýar, demir oksidiniň goşundysyny saklaýan aýnalara reňk berýär.

Titan effekti. Alýuminiý we bor oksidlerine meňzeşlikde titanyň hem özüni alyp barşynda koordinasion effekti ýüze çykýar. Aýnanyň esasyna baglylykda düzüminde titan saklaýan aýnalaryň häsiýetiniň üýtgemegi aýnada titanyň 4 ýa-da 6 koordinasiýada bolup bilýändigini görkezýär. Aýnanyň esaslygy näçe uly bolsa, sonça-da 4 koordinirlenen titanyň paýy uly bolýar.

Ti^{+4} ionlaryň koordinasiýasyna baglylykda titan dioksidi az esasly (aşgaryň, esasan hem kaliý aşgarlaryň ýok ýa-da az konsentrasiýasynda) *глушитель* hökmünde çykyş edýär. Şeýlelikde titanyň 6 koordinasiýada saklanmagyna şert döreýär we ol рутил ýa-da анатаз görnüşinde bölünip çykýar, bu bolsa aýnaň *глушение* getirýär.

Ýokary esaslyk (K_2O , Na_2O , CaO we beýleki aktiw komponentleriň ýokary konsentrasiýasynda) TiO_2 aýnagörnüşli ýagdaýyň stabilizatory bolup çykyş edýär. Bu ýagdaýda rutil ýa-da anatoz bölünip çykмага ymtylyş ýüze çykmaýar, titanyň 6 koordinasiýadan 4-ge geçýänligi aňladýar.

Belgi “+” – häsiýet gowulaşýar, “-” – häsiýet azalýar, “±” – oksidiň konsentrasiýasyna bagly, “H” – maglumat ýok.

Koordinasiýanyň üýtgemegi bilen baglanşykly hadysalar seredip geçilenlerden (Al^{3+} , B^{3+} , Ti^{4+}) başgada Ga^{3+} , Zr^{4+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} kationlar üçin hem mahsusdyr. Bu kationlaryň koordinasion ýagdaýlary aýnanyň kislotalylygy – esaslylygy bilen kesgitlenýär. Kremnezemyň mukdarynyň hemişeliginde ýokarda görkezilen kationyň koordinasion sany esaslygyň ýokarlanmagy bilen peselýär, boruň kationynyň bolsa ýokarlanýar. Bu bolsa aýna emelegelme ýagdaýy sazlaşdyrýar. Dürli oksidleriň adaty senagat aýnalaryň häsiýetlerine edýän täsiriniň takmyny bahasy 5.1 tablisada görkezilendir.

SILIKAT AÝNALARYŇ HÄSIÝETLERINE OKSIDLERIŇ TÄSIRLERINIŇ MAGLUMATY

Tablisa 1

Häsiýet	SiO_2	Li_2O	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	BaO	ZnO	PbO	Al_2O_3	ZrO_2	B_2O_3	P_2O_5	TiO_2
Eremek temperaturasy	+	-	-	-	-	±	-	-	-	+	+	-	+	-
Şepbeşiklik	+	-	-	-	-	±	-	-	-	+	+	-	±	-
Kristallaşma ýygynlygy	+	+	-	-	+	±	-	+	-	-	+	-	-	-
Üst dartyş	+	-	-	-	+	+	+	+	H	+	H	-	-	-
Dykyzlyk	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Mehaniki häsiýetler	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	H
Himiki durnuklylyk	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Termiki giňelme	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
Ýylylyk durnuklylyk	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Döwülme görkezijisi	-	-	-	-	+	H	+	H	+	H	+	H	H	+

2.3. Çig mal materiallaryň görnüşleri

Aýna öndürmek üçin ulanylýan çig mallar şertleýin 2 topara bölünýärler: esasylyar we kömekçiler.

Esasy materiallar (önümler) aýnanyň esasyňy düzýän we onuň häsiýetlerini kesgitleýän oksidlerden durýar.

Kömekçi materiallary bolsa, aýnanyň häsiýetlerini üýtgetmek (варьировать) we gaýnaýyşyny çaltlandyrmak üçin goşulýan birleşmeler düzýär. Olar – reňkleýjiler, öçürijiler, ýagtylaýjylar, reňksizleýjiler, okisleýjiler, dikeldijiler we çaltlandyryjylar.

Çig mal materiallary tebigy we sintetiki görnüşlerde bölünip bilerler. Aýna işinde adaty tebigy önümler ulanylýar: kwars, kalsiý we magniý karbonaty (hek daşy, hek, dolomit), glinozemly önümler (meýdan şpaty, pegmatitler we ş.m. Ähli beýleki önümler sintetikidir (soda, potaş, reňkleýjiler we başgalar). Çig mal önümleriň hili (himiki düzümi, garyndylar, dispersligi we ş.m.) degişli standartlar bilen reglamentirlenýär.

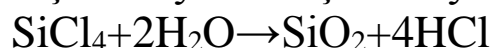
2.4. Esasy önümler

Kremnezem senagat aýnalaryň esasyňy düzýär. Senagatda öndürilýän ähli aýna önümleriň 95% golaýynyň düzüminde glinozemyň 55-75% saklaýan silikat aýnalardan öndürilýär.

Kremnezemyň dürli tebigy görnüşleri bar: kristal-kwars (dag hrustaly, damar kwarsy, kwars çägesi), ýanyk kristally halsedon, agat, kremen, amorf-opal, trepel, diatomit, opoklar.

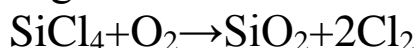
Soňky döwürde kremniý dioksidini emeli hem öndürüp başladylar-has arassa kwars aýnalaryny öndürmek üçin. Sintetiki SiO₂ aşakdaky usul bilen alýarlar:

a. Wodorod-kislorod ýangynda kremniý tetrahloridinden парофаз синтези bilen aşakdaky täsirleşme boýunça



Kremniý tetrahloridiniň arassalyk derejesi kremniý dioksidiniň hilini kesgitleýär. Şeýle usul bilen alnan kwars aýnasynyň ýetmezçiligi – gidroksil toparynyň köp saklanmagy we pes yssy durnuklylyk.

b. Kremniý tetrahloridiniň kislorod pes temperaturaly plazmada göni okislenmegi



Kwars aýna gidroksil toparynyň mukdaryny saklaýar (gidroksilsiz aýna), ýöne oňa 0,05%-e çenli hlor ionlary bardyr.

ç. SiO_2 gelinden guratmak, gyzdymak we 1800°C -da eretmek ýoly bilen.

Senagat aýnalry öndürlende dürli kânleriň kwars çägelери ulanylýar. Kwars çägesi dag görnüşleriniň döwluşi bolup, esasan kwars dânesinden durýar we dürli garyndylary saklaýar. Garyndylar çägede mehaniki (beýleki minerallaryň dâneleri, kwars dânä goşulmalar), himiki (kwarsly gaty garyndylar, plýonkalar) bolup bilýärler. Ähli garyndylar esasan 2 topara bölünýärler: zyýanly – Fe, Cr, Ti, Mn, V we beýleki oksidleri, zyýanly – Al, Ca, Mg, K, Na we ş.m. oksidleri. Birinjiler (zyýanly) aýna gerekmejek reňki berýär, ikinjiler (zyýansyzlar) bolsa esasan senagat aýnalaryň düzümine girýär we şihpanyň düzümi hasaplananda olary göz önünde tutmaly bolýar.

Aýna gaýnatmak üçin ulanylýan çägäniň hili onuň himiki we dâne düzümi bilen bahalanylýar. Çägelere edilýän esasy talap – kremniý oksidiniň maksimal saklanmagy (bolmagy) we reňkleýji garyndylaryň minimallygy.

Aýna gaýnatmak üçin 95%-den az bolmadyk kremnezem saklaýan we reňkleýji garyndylaryň mukdaryny berk reglementirleýän çägeler ulanylýar.

Reňkleýji garyndylardan ähli kwars çägelerinde ol ýa-da beýleki konsentراسیыда болыа, иа гиа ýaýrany demir oksididir.

Senagat aýnalarynda demir ionlary 2 we 3 walentli ýagdaýynda bolýar. 3 walentli demiriň konsentراسіысы көр болыа we diäe diñeldiji среда şertlerinde 2 walentli demiriň konsentراسіысыныа ýokarlanmagy bilen peselýär. Demiriň okislenme derejesiniň arasyndaky deňagramlyk düzümuň we temperaturanyň täsiri bilen süýşürlip bilner: temperaturanyň ýokarlanmagy we aşgar metallarynyň oksidleriniň konsentراسіысыныа peselmegi Fe^{+2} ionlaryň konsentراسіысыныа ýokarlandyrýar, okisleýjileriň (myşýagyň birleşmeleri, margensiň

birleşmeleri we ş.m.) goşulmagy Fe^{+3} ionlaryň otnositel saklanmagyny artdyrýar.

Fe_2O_3 -iň we FeO -yň aýnany reňklemäge täsiri dürlüdür: Fe_2O_3 aýna sarymtyl-ýaşyl reňk (оттенок) berýär, FeO – gögümtil-ýaşyl ýa-da gök reňk berýär. 2 walentli demiriň reňkleýiş intensiwligi, 3 walentli demiriň reňkleýişinden takmynan 15 esse güýçlidir.

Köp aýna çägelerinde bolýan başga bir reňkleýji garyndy – titan dioksididir. Demir bar bolanda ol aýnany sary reňke reňkleýär (munuň sebäbi demirtitan kompleksleriniň döremegi diýip hasaplanylýar)

Hrom oksidi, eger ol çägede bolsa, aýnany intensiw ýaşyl reňke reňkleýär.

5.2 tablisadan görnüşi ýaly, dürli kânleriň çägesi SiO_2 düzümi we garyndylar boýunça biri birinden köp tapawutlanýarlar. SiO_2 üýtgemegi 99,7-83,3% aralygynda, garyndylar – 0,3-16,7%. Reňkleýji garyndylar: Fe_2O_3 –0,5-0,02%, TiO_2 -0,4-0,01%.

Standart boýunça dürli önümlerde demir oksidiniň mukdary massa boýunça %-de

Optiki aýna	0,01 köp däl
Hrustal (gurşunly we gurşunsyz)	0,03-0,07
Tehniki aýna	0,03-0,07
Penjire aýnasy	0,05-0,15
Aýna gap	0,05-0,25

Başga bir görkezijisiniň hem uly ähmiýeti bar: çägäniň himiki düzüminiň hemişelik derejesi. Standart boýunça aýry-aýry partiýalaryň düzüminde $\text{SiO}_2 \pm 0,15 - \pm 0,5$., $\text{Al}_2\text{O}_3 \pm 0,05\%$ -den geçmeli däl (massasy boýunça)

Ýokary ýagtylyk ýalpyldawukly önümler üçin (optiki, hrustal, цртовой аýnalar) çägede agyr fraksiýalaryň (Cr_2O_3 , TiO_2 , V_2O_5) mukdary massa boýunça 0,05%-den geçmeli däldir.

Çyglylyk baýlaşdyrylan çägede 0,5%, arassalanmadyk çägede 7%-den massa boýunça geçmeli däldir.

Standart boýunçadan görkezijiler artykmaç bolsa aýnamassanyň birdürliligi üýtgeýär, gaplamak we ýakmak prosesleri bozulýar.

Baýlaşdyrma usullary garyndylaryň häsiýeti bilen kesgitlenilýär: plýonkasyz çägeler- ýuwmaklyk bilen, plýonkalylar

– sürtüp aýyrmaklyk bilen, demirleşdirilen minerallaryň dänelerini saklaýan çägeler – flotasiýa bilen, çägesow we tozangörnüşli bölejikli çägeler – flotosürtülme bilen, çägesow däl, magnit garyndyly plýonkasyz çägeler – magnit gaýtadan işlemek bilen, demiriň birleşmelerini saklaýan çägeler-duzlaryň, kislotalaryň, gazgörnüşli hlorly wodorodyň kömegi bilen himiki gaýtadan işlemekde baýlaşdyrmak edilýär.

Çägeleriň baýlaşdyrylmagy – örän çylşyrymly iş bolup, baýlaşdyrma usulynyň kynlaşmagy bilen gaýtadan işlemegiň bahasy ýokarlanýar. Şonuň üçin zyýanly garyndylaryny düzümden çykarmak üçin (ykdysady arzan) tygşytly usullar saýlanyp alynýar. Meselem, himiki baýlaşdyrma iň gymmatly usul, ol optiki aýnalar öndürlende ulanylmagy düşündirilip bilner.

Kwars çägäniň dispersligi gaýnatmalygy kynlaşdyрмаýan çäklerde bolmalydyr: uly däneler (0,8mm-den uly) haýal gaýnaýarlar ýa-da asla gaýnamaýarlar, tozangörnüşliler (0,1 mm kiçi) togalanýar we ýagtylanma prosesini kynlaşdyrýar. Kwars dänäniň eremek tizligi onuň ölçegi bilen $\tau = \sqrt[3]{r}$ baglylykdadyr.

PTE (tehniki ulanmagyň düzgüni) boýunça zawodlarda çägäni №08 elekden geçirýärler. 0,8 mm uly bolan däneleri saýlaýarlar. Ähli kiçijik däneler şihla goşulýar. Aýnagaýnatma has gerekli çägeleriň däne düzümi 0,1 – 0,4 mm çäklerde bolýar.

Standart boýunça arassalanan çägede uly we kiçi däneleriň konsentrasiýasy çäklenen: 0,8 mm uly däneleriň mukdary – 0,5% köp däl, 0,1mm kiçi däneler – 5%-den köp däl (arassalanmadyk) çäge üçin deňişlilikde 5 we 15%)

Aýna gaýnatmak prosesinde çägeleriň dispersliginiň roly birnäçe alymlar tarapyndan köp barlanyldy. Bu barlaglarda alnan esasy netije kiçidispersli (däne 0,1 mm kiçi) çägäniň silikatemelegeliş we aýna emele geliş tapgyrynda prosesi çaltlanyryp, durlanmagy kynlaşdyrýandygydyr.

Bor anhidridi B_2O_3 aýnaň düzümine emeli (bor kislötasy, bura) we tebigy (aşarit, datolit) birleşmeleriň üsti bilen goşulýar. Emeli borly birleşmeler, kolemanit, pandemit, borokalsit, boronatrokalsit, datolit ýaly tebigy minerallardan alynýar.

Bor kislötasy H_3BO_3 – 56,45% B_2O_3 we 43,55% H_2O -dan durýar. Gyzyralanda kislota suwsuzlaşyp B_2O_3 -e öwrülýär.

Bura $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ – 36,65% B_2O_3 , 16,2% Na_2O , 47,15% H_2O -dan durýar (tehniki burada $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 49,5%-den az däl we suwda eremeýän garyndy 0,3% kân däl). On suwly burany taplap alnan kalsinirlenen bura hem ulanylýar.

Aşarit 2 $\text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 19,07-den 40,88%-e çenli B_2O_3 , 3,51-den 44,6%-e çenli MgO , 0,18-den 3,78%-e çenli P_2O_3 -den durýar we hemişelik däl düzümdе bolup, kiçeldilenden we üwelenden soň ortalasdyrylmaga mätäçdir.

Kalsiý boraty $\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ – 38% az däl B_2O_3 , 31-33% CaO , 1% az däl Al_2O_3 , 0,4% Fe_2O_3 , 1% MgO , 2% SiO_2 , 0,1% R_2O -dan durýar.

Glinozem Al_2O_3 aýnaň düzümine alýumininiň tehniki oksidiniň, alýuminiý gidroksidiniň $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, meýdan şpatlarynyň, pegmatitleriň kaolinleriň kömegi bilen goşulýar. Meýdan şpatlary – kaliýli (ortaklazlar, $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ mikroklini), natriýli ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ albitler), kalsiýli ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ anortitler) bolup bilýär.

Meýdanşpatly konsentratlar aýnagaýnatmak üçin köp ulanylýar.

Pegmatitler – 75% meýdan şpatyň we 25% kwarsyň tebigy garyndysydyr.

Kaolinleri $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (Al_2O_3 – 39,5, SiO_2 – 46,5%, H_2O – 14%) aýnagaýnatmak üçin baýlaşdyrmadan soň ulanýarlar (Fe_2O_3 – 0,4 – 1,0%)

Apatit-nefelin magdanynyň önümi bolan nefelin konsentraty 29%-den az bolmadyk Al_2O_3 -den we 1%-den az bolmadyk çygdan durýar.

Mundan başga-da glinozemy aýna goşmak üçin dag görnüşleri (порода) –granit, trahit, wulkan küli we beýlekiler ulanylýarlar. Fosfor ангидриди P_2O_5 aýnanyň düzümine fosfor kislotasynyň we köplenç kalsiý duzlarynyň (superfosfat, süňk uny we beýl.) görnüşinde goşýarlar. Ammoniý fosfatyny we apatit konsentratyny hem ulanylýarlar.

Sirkoniý dioksidi ZrO_2 aýnanyň düzümine sirkonyň ýa-da sirkon dioksidi görnüşinde goşulýar. Sirkon ZrSiO_4 dag görnüşleriniň (порода) owuntyklaryndan alynýan tebigy mineraldyr. Sirkon konsentratynda – ZrO_2 – 64,5%, SiO_2 – 31,5%,

TiO_2 – 2%, Fe_2O_3 – 0,5%. Sirkondan sirkoniý dioksidi alynýar. Titan dioksidi TiO_2 aýnanyň düzümine titanly minerallardan (sfen, titanomagnetita, ilmenit) we titan şlaklaryndan alynýan emeli TiO_2 önümiň üsti bilen goşulýar.

Gurşun oksidi PbO_2 aýnanyň düzümine gurşun glety (gurşunyň sary okisi) we gurşun surigi (gyzyl gurşun okisi) bilen goşulýar. Glityň erbet sortlary metal gurşuny saklaýar. Gurşun surigini Pb_3O_4 glity 360-380° C-da taplap alýar. Aýnagaýnatmada surik PbO (97,7%) we O_2 (2,3%) bölünýär ($2\text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow 6\text{PbO} + \text{O}_2$). Şonda bölünip çykýan kislorod aýnamssanyň durlanmagyna kömek edýär.

Sink oksidi ZnO aýna özünde 96% az bolmadyk sink oksidini saklýan sink bililalary bilen goşulýar. Natriý oksidi Na_2O aýnanyň düzümine kalsinirlenen soda we natriý sulfaty bilen goşulýar

Soda Na_2CO_3 kristalliki $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ we suwsyz Na_2CO_3 bolýar. Esasan aýna gaýnadylanda düzüminde 58,5% Na_2O we 41,5% CO_2 saklaýan suwsyz soda ulanylýar. Soda emeli, tebigy, ýeňil, agyr görnüşlere bölünýär. Tebigy sodany sodaly köllerden alýarlar. Natriý sulfaty we hlorly natriý ýaly hapalaýjy garyndylarynyň 15-20%-e golaýyny özünde saklaýan tebigy soda käwagt ulanylýar.

Senagatda köplenç gidroskopiki, suwda ereýän, ak poroşok görnüşindäki ýeňil (çakl.dykyz. 0,7-0,8 g/sm³) emeli soda ulanylýar. Ammiak usuly bilen alynýan soda örän kiçidispersli (55%-den gowrak bölejikleriň ölçegi 0,1 mm az). Soda näçe kiçidispersli bolsa, şihla öllenende emele gelýän natriý karbonatynyň gidraty şihpanyň köp derejede gatlaklaşmagyna getirýär diýip hasap edýärler.

Sodanyň udel üstüni azaltmak üçin iki usul ulanýarlar: aş kristallaşma we dykyzlama. Birinji usul boýuça poroşok görnüşli soda natriý karbonatynyň monogidriti emele geler ýaly mukdarda suw goşulýar. Gaýtadan ýene kalsinirleýjiler we owradýarlar. Dänäniň ölçegi 0,1- 2 mm çäklerde bolýar, her haýsy dykyzlygy 1,2 g/sm³. Ikinji usul boýunça sodany waleklaryň arasynda gysýalar we soňra ownadýarlar (dänäniň ölçegi 0,1-1,6 mm). Netijede az tozaýan we şihpany gat-gat etmeýän „agyr soda“ diýilýäni alýarlar.

Natriý sulfaty Na_2SO_4 durlandyryjy goşulma hökmünde 5-15% (sodanyň hasabyna) ulanylýar. Natriý sulfaty tebigy we emeli bolup

bilýär. Emeli sulfat birnäçe himiki maddalar öndürlende emele gelýär. Natriý sulfaty 43,7% Na_2O we 56,3 SO_2 -den durýar. Tebigy sulfat mirabilit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, tenardit Na_2SO_4 we natriý hem-de magniý sulfatlarynyň ikileýin duzy bolan astrahanit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ görnüşinde duş gelýär.

Türkmenistanda natriý sulfatynyň käni bardyr.

Sulfat şihada edil soda ýaly kynçylyklary döredýär (gidrotasiýa we gatlaşmak). Daşary ýurtlaryň hasaby boýunça tozan görnüşli fraksiýany eläp, uly däneli sulfaty ulanmaklyk maslahat berilýär. Sulfat bilen girýän aşgarlaryň paýyny 5%-e çenli azaltmaga ymtylanýar. Bu edil tüsse gazlarynda kükürtli angidridiň konsentrasiýasyny kiçeltmäge edilýän talap bilen düşündirilýär. Kaliý oksidi K_2O aýnanyň düzümine potaşyň, sodapotaş garyndysynyň, silitranyň KNO_3 üsti bilen goşulýar.

Potaşyň K_2CO_3 düzümi: K_2O – 68,2%, CO_2 – 31,8%. Potaş ak poroşok görnüşinde, suwda ereýän howadan çyglygy ýeňil siňdirýän we düzüminde 98%-den az bolmadyk K_2CO_3 saklaýan bolmalydyr. Kristalliki $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ we kalsinirlenen K_2CO_3 potaşy tapawutlandyrýarlar. Aýna gaýnatmakda esasan kalsinirlenen potaşy ulanýarlar. Potaşy kaliý birleşmelerini saklaýn minerallardan we ösümlükleriň külünden (günebakaryň, gant şugundurynyň we başg.) alýarlar.

Sodapotaş garyndysy – nefelin konsentraty gaýtadan işlemekde alynýan önümdir. Düzümi: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ – 93,5% (şol sanda K_2O – 6,2%), Fe_2O_3 – 0,02%-den kän däl, eremedik galyndy – 0,2%-den kän däl. Litiý oksidi Li_2O aýna emele kömürturşy litiý Li_2CO_3 we lepidolit $\text{LiF} \cdot \text{KF} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_2$, spodumen $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2$ ýaly tebigy minerallaryň üsti bilen goşulýar. Lepidolitde – 6%, spodumentde – 8% Li_2O bar.

Kömürturşy litiý düzüminde: 65%-den az bolmadyk Li_2CO_3 , CO_4 hasabynda sulfatlary 1,5%-den kän bolmadyk, hloridleri 1%-den kän bolmadyk we R_2O_3 – 0,5-den az bolmadyk mukdarda bolmalydyr. Kalsiý oksidi CaO aýnanyň düzümine kalsiý karbonatynyň (hek, mramor) üsti bilen goşulýar.

Hek daşy – ak reňkli ýa-da demiriň birleşmeleri bilen dürli öwüşginlere reňklenen (ýaşymtyl, sary, goňur, gyzylymtyl) çökündili dag görnüşidir (порода). Aýnagaýnatmada ulanylýan hek

daşyň düzüminde 53%-den az bolmadyk kalsiý oksidini, 0,2%-den köp bolmadyk demir oksidini saklamalydyr. *Hek* – ak reňkli, käwagt goşundalar bilen çalaja reňklenen ýumşak çökündili görnüş. Esasy maddanyň mukdary – 98%-den az bolmaly däl. *Mramor* – dag jynsy (порода) bolup, CaCO_3 köplügi (99-99,5%), düzüminiň hemişeligi we demir oksidiniň azlygy (0,015%-e çenli) bilen tapawutlanýar. Magniý oksidi MgO aýnanyň düzümine köplenç dolomitiň, magnezitiň ýa-da dolomitleşdirilen hek daşyň kömegi bilen goşulýar,

Dolomit $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ – kalsiý we magniý ikileýin karbonaty bolup, esasy maddadan başga-da garyndylary (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) saklaýan dag jynsydyr. Garyndylaryň görnüşine we konsentrasiýasyna baglylykda dolomit sary, goňur, çal reňklidir. Demir oksidiniň rugsat berlen mukdary: penjire aýnasy üçin 0,3%-den, tehniki aýna üçin 0,1%-den, saýlama(сортовой) aýna üçin 0,05%-den az bolmaly däl. Owratmak, elemek we dolomiti baýlaşdyrmak üçin olaryň alynýan ýerinde kombinatlar döredilýär.

Dolomit aýna zawodyna poroşok görnüşinde gelýär we şihda goşulmazdan ön barlag elemekligine mätaçdir. Bariý oksidi BaO – aýna bariý duzlaryň (kömürturşy, kükürtturşy, azotturşy) üsti bilen goşulýar. Kükürturşy bariý BaSO_4 tebigatda barit mineraly (agyr şpat) görnüşinde duş gelýär. Dikeldijilersiz dargamagynyň kynlygy sebäpli ulanylyşy çäklidir. Şihada konsentrasiýasy ýokarlananda (5%-den köp) dikeldijiler goşulýar (4-7%). Aýna 65,6 BaO geçýär. Kömürturşy bariý BaCO_3 tebigatda weterit mineraly görnüşinde duşýar. Aýnagaýnatmakda emeli kömürturşy bariý BaCO_3 hem ulanylýar. Aýna 77,7% BaO geçýär.

Optiki aýnalar öndürlende ulanylýan azotturşy bariý $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ düzüminde 58,6 % BaO saklýar.

2.5. Kömekçi materiallar

Aýna reňkleýjiler (красители) dürli metallaryň birleşmesidir. Reňkleýjileriň kömegi bilen aýna islendik öwüşgini (reňklenme) (окраску) berip bolýar. Aýnanyň reňklenmegine reňkleýjiniň tipi, onuň konsentrasiýasy, gaýnatma režimi we okislenme-dikeldiş şertleri täsir edýär. Şol bir reňkleýji gaýnatmak şertine we

konsentrasiýasyna baglylykda aýna dürli reňk berip bilýär. Reňkleýjiniň intensiwligine we ottenogyna aýnanyň düzümi (состав) täsir edýär.

Marganesiň birleşmeleri. 90% çenli MnO_2 saklaýan pirolýuzit mineraly ulanylýar. Gaýnatmada marganes dioksidi Mn_2O_3 okside we kisloroda bölünýär (dargaýar). Mundan başga-da marganesturşy kaliý KmnO_4 ulanylýar. Mn_2O_3 -iň 3% çenli konsentrasiýasynda melewşe (фиолетовый), 12-20%-e çenli bolsa gara aýna alynýar.

Kobaltyň birleşmeleri. Kobaltyň oksidleri CoO we Co_2O_3 ulanylýar (ahyrky 1150-1200⁰ C-da CoO öwrülýär)

Alynýan aýnanyň reňki 0,002% CoO -da gögümtil, 0,1-0,5%-deýiti gök, hromyň we misiň duzlary bilen kombinasiýada bolsa-ýaşylymtyl gökden ýaşyla çenli.

Hromyň birleşmeleri. 500⁰ C-da kaliý we hrom oksidlerine (Cr_2O_3) dargaýan kaliý bihromaty $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ulanylýar.

Alynýan aýnanyň reňki – 0,5-1% Cr_2O_3 -de sary-ýaşyl. Cr_2O_3 -iň ýokary konsentrasiýa-synda ol kiçi kristallar görnüşinde bölünip çykýar. Arassa ýaşyl reňkli aýna almak üçin mis oksidi garylýar we gaýnatma okisleyiş sredada alnyp barylýar.

Nikeliň birleşmeleri. Gaýnatma temperaturasynda nikel (II) oksidini bölüp çykarýan Ni_2O_3 ulanylýar. NiO -nyň 3%-e çenli konsentrasiýasynda aýna gyzylymtyl-melewşe reňk alýar, NiO -nyň kiçi konsentrasiýasynda (0,08%) tüsseli aýnalar emele gelýär.

Misiň birleşmeleri. Mis oksidi we mis kuporasy ulanylýar. 0,1-1% CuO -da aýnaň reňki ýaşylymtyl-mawy. Mis (I) oksidi dikeldiji bilen kolloid misi emele getirýär we şonda aýna gyzyly reňk alýar.

Demiriň birleşmeleri. Demir (II), (III) oksidleri Fe_3O_4 ulanylýar. Fe_2O_3 aýnany sarydan goňura çenli, FeO gök-ýaşyl, Fe_3O_4 – ýaşyl reňke reňkleýär. Demir sulfidi FeS aýna sary reňk, ýokary konsentrasiýada gara reňk berýär. Demiriň birleşmeleri arzan önümleri reňklemek üçin ulanylýarlar, sebäbi olar ýiti reňk berenoklar.

Gyttoprak metallaryň oksidleri. Bu oksidler bilen reňklenen aýna aýratyn ýalpyldawuklygy, reňkiniň arassalygy we gün şöhlere garşy durnuklylygy bilen tapawutlanýarlar.

Seriý oksidi CeO_2 (sarymtyl-altynreňkli), prazeodim oksidi Pr_2O_3 (ýaşylymtyl-altyn), neodim oksidi (melewşe), samarit oksidi (sary) ulanylýar.

Beýleki birleşmeler. Aýnany reňklemek üçin uranyň (sary reňk), seleniň (gyzyl), altynyň (gyzyl), kümüşiň (sary), kadmiýiň (sary), surmanyň (gyzyl) we beýleki birleşmeleri ulanylýar.

Gluşiteller – aýna goşulanda, olara (aýna) ýagtylygy dargatmak (ýaýratmak) ukubyny berýän maddalardyr. Gluşiteller hökmünde esasy ftoryň we fosforyň birleşmeleri, käwagt galaýyň, surmanyň, sirkoniniň birleşmeleri ulanylýar.

Ftoryň birleşmeleri – örän giň ýaýran gluşitellerdir. Gluşiteliň ftor boýunça konsentrasiýasy 3,5-4%. Gluşeniýe üçin kriolit $3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3$, ftorly kalsiý CaF_2 , kremneftorly natriý Na_2SiF_6 ulanylýarlar.

Fosforyň birleşmelerinden fosforturşyly kalsiý $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ we turşy fosforturşyly natriý $\text{Na}_2\text{HPO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$, apatit konsentraty we süňk uny ulanylýar. Durlandyryjylar – aýnamassany görüňýän gaz goşulmalaryndan boşadýan materiallardyr. Durlandyryjylara – selitra, myşýagyň (III) we surmanyň (III) oksidleri, seriý dioksidi, natriý sulfaty, ftorly we ammoniýli duzlar, hlorly natriý degişlidir.

Azotturşyly ammoniý NH_4NO_3 şihpanyň massasynyň 0,25%, kükürtturşyly ammoniý $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,5-3%, hlorly ammoniý NH_4Cl 0,25%, kalsiý ftoridi CaF_2 2-4%, hlorly natriý NaCl 0,5-1% mukdarynda goşulýar.

Reňksizleýjiler – fiziki, himiki we garyşan bolýarlar. Fiziki reňksizlendirme üçin – aýnamassany ýaşyla (demir oksidiniň garyndylary bilen şertlenen), goşmaça reňklemek üçin – selen, nikel (II), kobalt (II), neodim, seriý oksidleri ulanylýar. Şunlukda umumy ýalpyldawyklyk pese gaçýar. Himiki reňksizlendirme üçin – demir (II) oksidini demir (III) oksidine geçirmek üçin – güýşli okisleýjiler bolan: selitra, myşýagyň we surmanyň üçokisi, seriý dioksidi ulanylýar. Garyşan reňksizlendirmeler fiziki we himiki komponentler ýaly täsir edýär. Pirolýuzit MnO_2 şeýle reňksizlendirijidir. Gaýnama temperaturada ol kislorod bölüp çykarýar (himiki reňksizlendirme) emele gelen marganes oksidi bolsa, aýnany goşmaça sary reňke reňkleýär (fiziki reňksizlendirme).

Okisleýänler we dikeldijiler ýörite düzümlü aýnalar gaýnadylanda okisleýiş we dikeldiş sredalaryny emele getirmek üçin ulanylýar.

Okisleýjiler hökmünde neýratlar, myşýaklar, marganes oksidi ulanylýar.

Natriý selitrasy NaNO_3 400°C kislorod bolup çykaryp başlaýar, 725°C - da doly dargaýar. 47% kislorod saklaýar. Kaliýli selitra KNO_3 336°C - da ereýär we 925°C -da dargaýar. Myşýagyň (III) oksidi As_2O_3 kiçi temperaturalarda kislorod bolup çykarýar. Seriy dioksidi CeO_2 - gowy okisleýji we reňksizlendiriji- aýna gaýnadylanda Ce_2O_3 we kisloroda dargaýar

Dikeldijiler hökmünde uglerodly maddalar (garyndylar, kömür, koks), galaýyň birleşme-leri [galaýy (II) oksidi, galaýy garyndysy we winnodaş duzy $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (mis rubin gaýnadylanda) ulanylýar.

Tizlendirijiler Aýnagaýnatmaklygy tizlendirmek üçin – ftorly birleşmeler (F-iň 0,5-1% hasabynda, durlanyş we gomogenizleşme stadiýasynda 15-18% çaltlandyрма), ammoniýli duzlar (3%,tizlenme 10-15%), bor oksidi (1,5%, tizlenme 15-16%), bariý oksidi (0,25-0,5%, tizlenme 10-15%) - ulanylýar.

2.6. Şihtanyň taýýarlanyşy

Aýna gaýnatmak üçin taýýarlanan komponentleriň birgörnüşli garyndysyna *şıhta* diýilýär. Gaýnadylan aýnamassanyň hili ulanylan materiýalaryň dogrulygyna (takyklygyna) we olaryň garylyşynyň takykygyna baglydyr. Şihtany birdürliliginiň bozulmagy - boşluklaryň bolmagy, erbet ýakylmagy, ýokary portlyk, pes termodurnuklylyk we berklik ýaly aýnanyň kemçilikleriniň sebäbidir. Bu kemçilikleriň netijesinde aýnanyň owuntygy we ýetmezçiligi köpeliýär, ulanmaga taýýar önümiň çykyşy azalýar.

Komponentleriň himiki düzüminiň hemişeligi, dispersligi we çyglygy, dogry çekmeklik, gormaklygyň kämilleşdirilmegi, saklanyş şertleri we şihtanyň goýulýan ýerine eltilişi – şihtanyň hiline täsir edýär.

Komponentleriň himiki düzümi esasy maddanyň we ol ýa-da beýleki komponentleriň garyndylarynyň konsentrasiýasynyň

üýtgeýşi boýunça tehniki ulanyş düzgünleriniň talaplaryny kanagatlandyrmaly. Çägäniň, hek daşyň, dolomitiň we beýleki komponentleriň düzüminiň üýtgeýşi kabul edilen çäklerde bolmaly. Meselem, çägede SiO_2 -niň üýtgeýşi penjire aýna üçin $\pm 0,2\%$ bolmaly.

Şihtany düzýän *çig mal materiallaryň däneleri* kesgitli ölçegli bolmaly, sebäbi olaryň ereýşi, gatlaşmaga we tokgalanma ýykgyň edişi deňölçeçliligi şoňa bagly. Şihtanyň komponentleri şeýle däne düzümlü bolmaly (ИТЭ): çäge - № 08 elekden geçirilen, hek - № 11 elekden, dolomit we hek daşy - № 09, sulfat - № 1,2, soda - № 1,1, pegmatit we meýdan şpaty-№ 07, agaç we daş kömür - № 09 elnden geçirilmeli. Şeýlelikde çig mal materiallarynyň däneleriniň iň uly ölçegi 0,7-1,2 mm çäklerinde bolýar.

Döwük bölekleriň ölçegi 30-60 mm bolmaly. Şu ýerde bellemeli zat, soňky 50 ýylda aýna gaýnatmakda ulanylmagy döwügiň ölçegi uly çäklerde hödürlenilýärdi, ýagny mm-iň böleklerinden (Iebsen – Marwedel, 1928 ý.) 100 mm (F.G.Solinow, 1976ý.) çenli. Goerkiň pikiriçe (“Listleýin aýnanyň öndürilişi”, 1972) aýnadöwügiň däneleriniň ölçegi aýnagaýnamak prosessiniň gidişine täsiri ýok, ol mm-den sm-e çenli bolup biler. Döwüş şihtadan aýratyn guýup bolar, ýöne şihda bilen döwügi gowy garyşdyrmaklyk tehnologiýa maksada laýykdyr. Döwügiň bölejikleri silikatemeleleşme prosesine päsgelçilik berýär diýen pikir bar, sebäbi olar (döwükler) eränlerinde sodanyň tozanjyklyryny alyp, olary özara täsir sferasyndan çykarýarlar.

Umuman şihtanyň däne düzümi barada sorag maksadalaýyk doly we ynamly çözüldi diýip bolmaz. Bu diňe aýnadöwük böleklerine degişli bolman, eýsem şihtanyň beýleki komponentleriniň hem däneleriniň ölçeglerine hem degişlidir. Meselem, daşary ýurt netijeleri boýunça dolomitiň we hek daşyň şihtadaky däneleriniň ölçegi 3 mm töwereginde bolmaly. Has uly däneler gatlaşmany azaldýar, olaryň dissosiasiýasy ýokary temperaturalar oblastyna süýşýärler, bölünip çykýan howa bölejikleri kremnezemly gatlagy (“kristobalit possuny”) eredýän ýokaryaşgarly aýnamassany üste çykarýar diýip hasap edýärler.

Şihtanyň *çyglylygyna* 4-5% (sodaly şihda) 4-7% (sulfatly şihda) derejede saklamaklyk maslahat berilýär. Çig şihtanyň birdürliligini

(однородность) peýdaly täsir edýär we kwars däneleriniň reaktiw ukybyny ýokarlandyrýar.

Çägäniň garyja berilýänçä çyglanmagy ýa-da garyjyda şihtanyň çyglanmagy mümkin. Birinji wariant (usul) gowudyr, sebäbi şonda çyg çägäniň däneleriniň töweregine deň ýaýrap, 5%-e çenli soda we sulfat ereýän suwly plenkany döredýär. Netijede kwars däneleri aşgarlaryň ýuka gaty bilen ýapylýarlar we şihtanyň gatlaşmagyna zyýan döredip, silikatemelegelşi we käwagt komponentleriniň bölejikleriniň özara ýerleşişini belleýän reaksiýalaryna kömek berýärler. Çäge çyglananda gyzdyrlan suwy ($50-60^{\circ}\text{C}$) ulanmagy we ony garyja 0,3-0,4 MPa basyş bilen bermeli.

Agramy ölçemekligiň takyklygy. Ölçemekligiň takyklygyndaky yrgyldylar (üýtgemeler) düzedip bolmajak tapawutlylyk döredip biler. Awtomatiki terezilerde dozirlemegiň ýalňyşlygy $\pm 3\%$ -den geçmeli däldir. Çekimiň beýle takyklygy zawodlarda ulanylýan awtomatiki terezileriň hili bilen kesgitlenýär. Takyklyk - $\pm 0,1-0,01\%$ çenli terezileriň konstruksiýasyny kämilleşdirip gazanyp bolýar. Çekmekligiň takyklygyny yzygiderli barlap durmaly. *Garmagy kämilleşdirmek* garyjynyň tipine we garyş režimine bagly. (Şihtanyň bölejikleriniň geçen ýolunyň uzynlygy, olaryň hereketleriniň häsiýeti). Garmak üçin tarelka, baraban we konus görnüşli garyjylar ulanylýar. Garyjylarda alnan şihtanyň birgörnüşlilik derejesi aýratyn nusgalaryň düzüminiň gyşarmasy boýunça $\pm 1\%$ töweregi bolmalydyr. Daşary ýurtlarda gyşarma normasy $\pm 3\%$ töweregidir.

Şihta saklananda we transport bilen äkidilende güýçli silterlemeler we uly beýikden gaçmaly bolmaly däldir. Bu şertler şihtany konteýnerlerde we waganetkalarda transportirowka etmeklik we şihtany doly bunkerlerde saklamaklyk bilen ýerine ýetirilýär. Şihtanyň uly zapasyny döretmeli däl, sebäbi köp saklansa ol baslykýar.

Şihtanyň gatlaşmagyny taplamak ýa-da dänelemek ýoly bilen aýyrýarlar.

Çig mal materiallaryny taýýarlamak. Çig mal materiallary şihtany düzmek üçin taýýar görnüşde zawoda gelenok. Şonuň üçin zawodlarda dürli operasiýalary geçirmek bolýar, netijede birnäçe

zyýanly garyndylar çykarylýar ýa-da bölek materiallar poroşoga öwrülýär. Kåbir materiallar guradylýar, owradylýar we elenýär. (5.1 sur)

Aýna zawodlarynda şihda düzülýän sehler iki bölümden ybarat: taýýarlaýyş we dozalaýyş - garyş. Kwars we hek daşy materiallaryň gazylyp alynýan ýerine taýynlamagy üçin baýlaşdyryjy kärhanalaryň giňelmegi bilen düzüji sehleriň taýýarlaýyş bölümleri ýapylar we başga maksatlar üçin ulanylýar.

Zawodlarda çig mal materiallaryň zapasyny döredýärler: baýlaşdyrylan çig mal bilen işlenende 15 gije-gündiz, baýlaşdyrylmadyk bilen işlenende 30 gije-gündiz. Baýlaşdyryjy kärhanalardan gelýän çäge elenýär we gerek bolsa guradylýar. Baýlaşdyrylmadyk çäge çylşyrymly gaýtadan işlemäni geçýär, esasy mesele kabul edilen norma çäklerine çenli demir oksidini aýyrmak. Çäge baýlaşdyrylmadan soň guradylýar, eger-de onda 4- 4,5% çyglylyk bar bolsa ol elenýär (elek №8). Adatça, öň zawoda dolomit we hek daşy bölekler görnüşinde gelýär. Ol bölekler demirleşen bölekler we beýleki bölekler aýyrmak üçin sortlanýar. Soňra bölekler owradylýar we 400⁰ C- dan geçmeýän temperaturada guradylýar we elenýär. (elek №07)

Edil soda ýaly zawodlara kagyz haltalarda gelýän sulfat, esasan emeli sulfat diňe kontrol elenýär (elek №12). Tebigy sulfat ulanylanda ol owradylýar, guradylýar we elenýär.

Şihda goşulanda sulfatyň çiglylygy 18-19%-den geçmeli däl .

Agaç we daş kömrüni taýýarlamak, owratmak we elemekden durýar (elek №9)

Listleýin aýna zawodlarynda aýna döwügiňiň we şihdanyň adaty proporsiýasynda (aýna döwük – 15-20%, şihda – 80-85%) döwügiň mukdaryny 30%-e çenli köpeltseň bolýar. Aýnadöwügiň taýýarlanyşy hapalary aýyrmakdan (magnit seperasiýasy, sortlama, ýuwmaklyk) we 30-60mm ölçege çenli owratmakdan durýar.

Şihdanyň düzlişi. Öň görkezilişi ýaly, zawodlarda bar bolan düzüji sehler dozirmekden we garmakdan başga-da çig mal materiallaryny taýýarlamaly bolýar. (sur 5.2).

Lisleýin aýna zawodlarynda bar bolan düzüji sehleriň kuwwaty – 1sutkada 400-500 tonna şihda. Düzüji seh iki sany aýratyn jaýdan ybarat, birinde çig mal materiallary we olary gaýtadan işleýän

enjamlar saklanylýar (taýýarlaýyş bölüm), ikinjide şihpanyň taýýarlanan komponentleriniň bunkerleri, awtomatiki tereziler, ýygnaýjy lentaly konweýer, garyjy, ýerleşen dözileýiji – garyjy bölüm ýerleşýär.

Çig mal materiallary zawoda skladyň içinden ýa-da daşky diwaryndan geçýän demir ýol bilen gelýär. Zawotda 15-30 sutka dowamynda işläp ýaly çägniň, sodanyň we dolometiň zapasy döredilmelidir. Skatlarda çägniň we bölek materiallaryň goýulyş beýikligi 7-7,5m, haltalaryňky 5m bolmalydyr.

Ýañadan (gaýtadan) proektirlenýän düzüji sehleri şeýle hasap bilen gurýarlar, ýagny olaryň dözirleýiji - garyjy bölümleri üýtgemezden baýlaşdyryjy kärhanalarda taýýarlanýan materiallaryň merkezleşdirilen üpjünçiligine geçirler ýaly. Bu dözürleýiji-garyjy bölümler proektirlenýär: aralyk bunkerleri we aralyk bunkerlersiz.

Aralyk bunkerlere dozirleýiji – garyjy sehde (bölümde) çägni we sodany saklamak üçin aralyk bunkerleri hökmünde beýikligi 30 m we diametri 12 m bolan silindr 2 silos gaplarda (siloslaryň göwrümi 300 m³ töweregi) ulanylýar. Silos ýüklemeklige we düşürmeklige garaşly seksiya bölünen, çäge bolsa elewatoryň we lentaly konweýeriň kömegi bilen kabul ediji bunkeriniň üsti bilen berilýär. Soda hem edil şeýle ýa-da wakuum – transportyň kömegi bilen berilýär.

Beýleki materiallar üçin (dolomit, hek daşy, pegmatit) kiçi ölçegli silos ulanylýar. Materiallaryň asylyp durmaklygyny silosyň düýbindäki aeroplitalara geçirilýän gysylan howanyň kömegi bilen aýyrylýar.

Materiallar siloslardan dozirleýiji liniýalaryň sarylaýjy bunkerlerine wintli ýa-da lentaly konweýerler we elewator bilen berilýär. Şihpanyň komponentleriniň az mukdarlary sarplaýjy bunkerlerde saklanylýar. Kontrol elemek üçin, sarplaýjy bunkerleriniň üstünde elek-buratlar oturdylan. Sarplaýjy beton bunkerleriniň konus bölegini bazalt plitalar bilen ýapýarlar we wibratorlar bilen üpjün edýärler.

Materiallar awtomatiki terezä doly jebisleşdirilen latokly вибрацион iýmitlendirijiler bilen berilýär. Edil şunuň ýaly iýmitlendirijiler çekilen porsiyany tereziden ýygnaýyş lentasyna

geçirýärler. Materiallary çekmeklik dowamlylygy 3-3,5 minut, lenta seplemeklik 1,5-4 minut.

Tozanlamagy aýyrmak üçin, ýygnaýjy konweýere diwarly guta geýdirilýär.

Konweýeriň lentasynda ýygnanan materiallar garyja gelip düşýärler. Sulfat bilen kömri önünden garmaklyk we bu garyndyny garyja aýratyn konweýer bilen bermeklik göz önünde tutulýar.

Adatça 2 garyjy oturdylýar (biri rezerw). Tarelkaly, konus we barabanly garyjylar has giň ýaýrandyrlar. Köp zawodlarda kabul edilen konusly betongaryjynyň (C-230 A) göwrümi 2400 l, minutda aýlaw sany 12,6 elektrohereketlendirijisiniň kuwwaty 25,4 kWt. Garyjynyň içinde ganatjagazlar ýerleşýär.

2.7. Şihtanyň taýýarlamagyň aýratyn usullary

Garyjydan çykan şihtany wanna peçine goýulmazdan ön goşmaça bejermäge ymtylyş birnäçe meseleler bilen kesgitlenýär: şihtanyň ýokary birdürliligini saklamak, tozanlamagy we birdürliligi ýitirmekligi aýyrmak, komponentleri dykzlaşdyrmak we olaryň özara täsirleşmesini ýenilleşdirmek, gaýnatmaga ýylylygy tygşytlamak.

Adaty dökülýän şihtanyň ulanylmagy aýnagaýnatma prosesinde amatsyz termiki şertleri döredýär. Ýokary temperaturalar (1300-1500°C töweregi) zonasynda eltilen şihda deňölçeşsiz gyzýar, netijede onuň ýokary gatlagy çalt gyzýar, aşgar komponentler onda ereýärler we akýarlar, şihtanyň gatlaşmasy bolup geçýär. Şol bir wagtda şihtanyň içki gatlaklary haýal gyzýar we olaryň prosese gatnaşmagy wagt boýunça süýşýär. Gaýnamagyň gowy şertlerini döretmek üçin şihtany dykzlaşdyrmagyň dürli usullary ulanylýar.

Briketirmek 1850-nji ýylda rus inženeri A.P.Çugunow tarapyndan hödürlendi. Onuň hödürlän briketirme shemasy aşakdakydan durýar: şihtanyň her 16 kg-a 1 litr suw garylýar, garyndy žernowalar bilen sürtülýärler we alnan pasta briketlere formirlenýär, soňra guradylýar we ýokary temperaturada bişirilýär. Häzirki zaman taplama tehnologiýasy golaýda işläp düzüldi. Şihatnyň köp bolmadyk mukdaryny taplama üçin mehaniki we gidrawliki presler ulanylýar. Rotasion presler sagatda 10 t. çenli

briketirlemä mümkinçilik berýär. Presleme basyş 40 MPa az däl. Birikdiriji hökmünde 6-8% suw ulanylýar, briketler bolsa uzak saklananda – 1-10% konsentراسیýaly natriý silikatynyň suw erginleri ulanylýar. Briketleriň ölçegleri erkin saýlanylýar, formasy press-formadan aýyrmak ýeňilligi bilen kesgitlenýär. Aýnadöwük sürtükliligi we owratmagyň kynçylygy sebäpli briketleriň düzümine girenoklar. Laborator netijeler boňunça briketler poroşok görnüşli şihatalara garaňda aýnagaýnatmany 10-20% tizleşdirýärler, gyzdyrlananda bolsa ondan hem köp. Inçe üwelen şihatalara briketirleme aýnamassany durlandyрма kynçylygyny aýyrýar.

Granulirlmek. Bu maksat üçin briketirlemä garaňda has ýönekeý maşynlar ulanylýar. Tarelkaly granulýator esasan erňekli aýlanýan eňňit tarelkadan durýar. Şeýle granulýatoryň öndürilijiligi aýlaw tizligine, eňňit burçuna, tarelkanyň erňeginiň beýikligine we diametrine bagly. Granullar suw, natriý silikatynyň erginleri, kalsiý gidrookisi we başgalar goşulanynda emele gelýärler.

Şihatany granulirlmek üçin tarelkasynyň diametri 850 mm bolan maşyn ulanylýar. Ol 35-55° burç bilen ýerleşen, aýlaw tizligi 0,15-0,6c⁻¹. Şihta suwuň goşulmasy 10-15% düzýär. Aşgarlaryň we dispersligiň ýokarlanmagy bilen goşulma (suw) köpeliýär.

Granullaryň başlangyç berkligi 0,1 töweregi, guradylandan soň – 2 MPa.

Däneleriň esasy ölçegi 60 mkm bolan çägeden durýan granul 15% suwda aýnamassanyň gowy gaýnamagyny we durulygyny üpjün edýär.

Şihatany granulirlmäge edilýän çykdaýjy briketirlemäge garaňda has azdyr.

Granulirlmek Ýaponiýada giňden ulanylýar. Granulirleme şihtadaki kalsinirlenen sodanyň ýarysy iýiji natriý bilen çalyşylýar (suw ergini 48-50% konsentراسیýaly). Şihta granulýasiýada edilenden soň, granullar guradylýar we elenýär. Ulanylýan granullaryň ölçegi 15-20 mm, örän kiçi we uly granullar owradylýar we täzedden granulirlenýär.

Granullar aýlanýan barabanlarda guradylýar. Granulýasiýa üçin öndürüjiligi 12 tonna/sag bolan tarelkaly granulýator (tarelkanyň diametri 4 m) ulanylýar. Şihatany granulirlmek üçin oňa dispersligi

0,4-0,15 mm bolan çäge, däneleriň ölçegi 0,18 mm kiçi bolan hek daşy, dolomiti we adaty (ýeňil) sodany goşýarlar.

Granulirlenen şihmany ulananda, wana peçleriniň öndüriligi 20-30% ýokarlanýar. Öndüriligiň ýokarlanmagy şihmanyň dykzlanmagynyň (2 esse) we onda reaksiýa tizliginiň beýiklenmeginiň, hem-de granullaryň ýylylyk geçirijiliginiň 50% ýokarlanmagynyň netijesi diýip hasap edip bolýar.

Granullar ýetirlik berkligi bolup, uzak wagtlaýyn saklanyp bilýärler.

Şihmanyň bişirilişi.

Şunda diňe şihmanyň dykzlanmasy we tozanlanmany aýyrmaklyk gazanylman, eýsem gaty fazadaky birnäçe reaksiýalar tamamlanýar. Adaty şihmany bişirme temperaturasy 500-700°C deň. Şihmany bişirmek üçin dürli abzallar ulanylýar: turbaly aýlanýan peçler, aglomerasion gözenekler, frittowal kameralar we ş.m.

Bişirilen şihmanyň gyzgyn ýagdaýynda aýnagaýnadylýan peje berilmegi wajypdyr, sebäbi şonda ýylylyk tygşytlanylýar. Aýna gaýnadylýan peçleriň çykarýan gazlaryny şihma bişirgende ulanmaklyk hem maksada laýykdyr.

Laborator tejribeleriň görkezişi ýaly bişirilen şihma ulanylanda aýna gaýnatmaklygy 15-20% tizlendirip bolýar. Senagat masşabynda bişirilen şihmanyň aşadaky usuly ulanylýar. Ýokary çyglylykly (15-20%) şihma uzaldylan kömekçi abzallaryň üsti bilen wana pejine berilýär. Ol ýerde şihma başlangyç bişirilýär we gaýnatma zona tarap süýşýär.

Inçe owratma. Şihmanyň komponentlerine inçe owratmaklyk gaýnatma prosesini 15-20% tizleşdirýär. Şihmany şarly we wibrasion hazarlarda owradylýar. Bu usul aşgarsyz we borosilikat aýnalar gaýnadylanda örän effektiwlidir. Adaty aýna üçin hem inçe üwelen şihmany ulanmak boýunça tejribeler geçirildi.

Ýöne durlanyş etabynda gaýnatma prosesi haýallanýar. Inçe owradylan komponentleriň briketirmek ýa-da granulýasiýa bilen bilelikde ulanylmagy bu haýallanmany doly aýyrýar.

Gidrotermal usuly (awtory G.S.Melkonýan) natriý (kaliý) silikatynyň we düzüminde ergin we suspenziýa görnüşli Al, Ca, Mg saklaýan aýnanyň beýleki komponentleriniň garyndysyny almak

üçin ulanylýar. Garyndy („kanazit“) guradylýar, granulirlenýär we aýna gaýnatmak üçin ulanylýar.

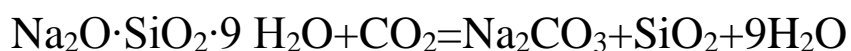
“Kanaziti, almak üçin, amorf kremnezemly (diatomit, trepel, perlit, opoka we başgalar) çig mal materiallary ulanylýar. Berlen material, meselem perlit (wulkan aýnasy) inçe owradyrlar (dänäniň ölçegi 0,2 mm kiçi), iýji natr (50% suwly ergin bilen awtoklawla ýerleşdirilýär we 150⁰ C-da 1 sagadyň dowamynda gidrotermal gaýtadan işlenilýär.

Netijede aşgarlaryň bir bölegi natriý silikaty, beýlekisi bolsa çökündi bilen düşýän aşgarly silikatlary emele getirýär. Emele gelen pulpa natriý metasilikaty, allýuminiý we demir gidrooksidleriniň gidratyny hem-de perlitniň reagirleşmedik komponentleriniň başga galyndylaryny saklaýar.

Soňra wakuum-filtriň kömegi bilen pulpany bölýärler. Alynan natriý metasilikaty 3-3,5 silikat modully bolup, aýnaň resepti boýunça kremnezemniň goşmaça mukdaryny (20-25% töweregi) şihla goşmak zerurlygyny kesgitleýär. Natriý metasilikatynda kremnezemdan başga-da birnäçe komponentler goşulýar. Meselem, listleýin aýna üçin ereýän duzlar (aşgaryer elementleriň, allýuminiýiň nitratlary) ýa-da inçe owradylan kalsiý, magniý karbonatlary we glinozem görnüşinde CaO, MgO, Al₂O goşulýar. Görkezilen komponentler bak-garyja berilýär, ol ýerde suw bilen üznüksiz garylýar we ýylylyk boýunça işlenilýär (100⁰C, 1 sagat dowamynda). Soňra garyndyny süzýärler, guradyrlar, däneleýärler we aýnagaýnatmakda ulanýarlar.

„Kanazitiň“ ulanylmagy aýnaň gaýnatma temperaturasyny ep-esli kiçeltmäge mümkin-çilik berýär (100⁰ C we ondan köp).

Beýleki usul kömürturşy gazy bilen dokuzsuwly natriý silikatynyň erginini gaýtadan işlemekden durýar (awtory M.G. Manwelýan). Şeýle işlenilenden soň kremnezemdan we natriý karbonatyndan durýan çökündi emele gelýär:



Bu garyndy filtrlenip we guradylyp beýleki komponentler bilen bilelikde aýnagaýnatmakda ulanyldy we „ýerawanit“ adyny aldy.

Ýokardaky usul bilen alnan kremnezem ýokary arassalygy bilen tapawutlanýar.

Şihtany kaustikleşdirmek aşakdakydan durýar: natriý karbonatynyň ergini gidratirlenen dolomit bilen garyndyda 100⁰ C töweregi temperaturada işlenilýär (обрабатывается), netijede kaustigiň suwly ergini (10-12%-li konsentrasiýaly) we kalsiý, magniý karbonatlarynyň garyndysy emele gelýär. Soňra kaustigi perlit, diatomit we beýleki komponentler bilen gidrotermal usuly boýunça özara täsir üçin ýa-da adaty şihda sodanyň käbir böleginiň ýerine goşmak üçin ulanýarlar. Kaustikleşdirilen şihda aýnaň gaýnatmasyny 20-30% tizlendirýär diýip çaklaýarlar.

Şihda ergin (ereýän) aýnany goşmaklyk baryp 1875 ý. Gardner tarapyndan hödürlendi. Usulyň ideýasy (pikiri), şihtadaky ähli natriý oksidini, sodaň we sulfadyň ýerine natriý silikaty bilen çalyşmaklykdan durýar. Taýyn silikaty goşmaklyk, ähli aýnagaýnatma prosesiniň gidişini ýeňilleşdirer diýip çaklanylýardy. 1930 ý. natriý silikatyny ulanmak boýunça tejribeler SSSR-de başlandy. Bu usul „dublirlenen eretme“ (I.I.Kitaýgorodskiý) adyny aldy. Bu tejribeler položitel netije bermän, 1945 ý. „Dagystan otlary“ zawodynda gutardy. Laborator şertlerde gaýnatmanyň 100-150⁰C peseldilen temperaturada alnyp barylýandygy we garyşdyrylan ýagdaýynda gaýnatmanyň tizlenýändigini görkezildi. „Dagystan otlary“ zawodynda aýna gaýnatma kynçylykly geçdi – durlanma we gomogenizleşme stadiýasynda saklanmak bilen. Şihtada uçujy komponentleriň ýetmezçiligi gaýnatmada „öli ýörişe“ getirdi we gaýnadylan aýna birjynsly bolmady, önümler bolsa port bolup, ýetmezçiligiň köpelmegine getirdi. Bu tejribeler ideýanyň özüni masgaralanok sebäbi görkezilen zawodda aýnamassa garylanokdy.

Sintetiki şihtanyň alnyşy. Ýörite, ýokary birjynsly aýnalary öndürmek üçin peselen temperaturalarda aralarynda özara täsir edişýän birjynsly amorf garyndylary döredýän aýnaemelegetiriji komponentleriniň ereýän garyndylary peýdalanylýar. Garyndynyň indiki gyzdyrylmasy aýna berýär.

Bilelikde çökdürme (Соосаждение) usuly. Aýnaemelegetiriji garyndysyny almak üçin we aýnanyň belleniýän düzümine laýyklykda kremniý kislotasynyň küli ýa-da geli we beýleki

komponentleriň birleşmeleriniň hakyky erginleri ulanylýar. Kremniý kislotasynyň küli we beýleki komponentleriň hakyky erginleri garyşdyryp alnan garyndy ýarymkolloidliler adyny alýar. Garyndynyň komponentleriniň kationlarynyň kolloid bölejikleriniň koagulyasiýasyny tizlentirýänligi sebäpli ýarymkolloid garyndylary taýýarlamak kynlaşýar.

Aýnanyň komponentleri hökmünde karbonatlaryň, asetatlaryň, gidroksidleriň, nitratlaryň deňşililikdäki suwly erginlerini kremniý kislotasynyň külüne ýa-da geline goşup alnan garyndylar ulanylýar. Bu komponentler suwda eremelidirler we ýokary bolmadyk temperaturalarda termiki dissosirlenmelidirler. Komponentleriň birleşmeleri saýlananda otag temperaturasynda suwda oňat ereýän we ýokary temperaturalarda dargaýan nitratlara adatyça öňdäki orun berilýär. Meselem, sink nitratynyň $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 100 ml suwda, 20⁰-da 324,5 g eremeklige eýedir we dargama temperaturasy 131⁰ C deňdir.

Metal birleşmeleriniň garynda goşulma tertibi aralyk çökündileri emele getirmeli däldir. A.I.Borisenk erginleriň goşulmak tertibini aşakdaky ýaly hödürleýär:

SiO_2 (гель, золь) + H_3BO_3 , LiNO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,
 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ we beýlekiler + $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$,
 $\text{Zr}(\text{NO}_3)_2 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Co}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$

Komponentleriň birleşmeleriniň suwly erginleri garyşyş we aýna emele gelmek stadiýalarynda ýokary himiki birmeňzeşliginiň gazanylmagy üpjün edýär.

Bilelikde çökdürilme netijesinde garyndynyň deňölçepli paýlanan komponentlerini saklaýan гел emele gelyär. Kiçi temperaturalarda (50-100⁰ C) guradylandan soň, termiki dargamanyň gazgörnüşli önümlerini aýyrmak üçin geli köýdürýärler (500-800⁰ C). Alnan poroşok görnüşli garyndyny aýna gaýnatmak üçin ulanýarlar

W.A.Blinow we beýleki barlagçylar tarapyndan spodumen düzümlü aýnanyň sintezi ýazyldy. LiOH we KOH suwly ergine kremniý kislotasynyň gelini goşdular we doly ereýänçä sakladylar. Bu aşgarly ergine $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ erginini goşdular. Emele gelen geli guratdylar we 450⁰ C töweregi temperaturada köýdördiler. Köýdürilenden soň rentgenoamorf metastabil gaty garyndylar emele

gelyär diýip çaklaýarlar. Soňy bilen gyzdýralanda (Si, Al, Li) $(\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ gaty garyndy \rightarrow silikat emeleleme \rightarrow aýna shemasy boýunça aýna öwrüldiler.

Adaty şihmanyň aýnasy bilen deňeşdirilende, sintetiki şihmadan aýna has pes (150-200⁰ C pes) temperaturalarda emele gelyär. Sintetiki şihmanyň kristalliki fazalarsyzlygy we silikatemeleleşme temperaturalaryna çenli amorf ýagdaýy saklaýandygy ýüze çykaryldy.

D.I.Mendeleyew adyndaky MHTI-de $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{La}_2\text{O}_3$ düzümi bilelikde çökdürme usuly boýunça sintetiki şihmadan termodurnukly aýna alyndy. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ reaksiýa boýunça alnan kremniý kislotasynyň senagat küli we geli ulanyldy. Bu belli metodika boýunça Na^+ we SO_4^{2-} ionlardan ýuwuldy. Sintetiki şihmany aşakdaky tertip boýunça taýýarladylar. Kremniý kislotasynyň geli (зола) pH= 1-e çenli (başlangyç pH=10) turşadyldy. Bu bolsa amorf ýagdaýy durnuklandyrdy.

Soňra gerekli gatnaşykda alnan lantan we alýuminiý nitratlary aýratyn garyldy. Aýnaň ähli komponentlerini saklaýan ahyrky galyndy kremniý kislotasynyň turşadylan geliniň gerek mukdary bilen az möçberi bilen guýulýan beýleki iki komponentleriň duzly erginleriniň ünsli garyşdyrmak ýoly bilen alyndy. Komponentleri deňölçegli paýlamak üçin ýarymkolloidergin 1 sutkanyň dowamynda sakladylar. Soňra suwly hammamda guratdylar, 800⁰C-a çenli köýdördiler we alnan garyndyny aýna emele getirmek üçin ulandylar. Adaty şihma bilen deňeşdireniňde, görkezilen sintetiki şihmadan aýnany 150-170⁰C peseldilen temperaturada aldylar.

Berlen sintetiki kompozisiýa 700⁰C-a çenli amorfdyr, bu temperaturadan beýik temperaturada, konsentراسiýasy 1200⁰ C-da massa boýunça 60-65% düzýän, kristallar emele gelyär. Suwuk faza 1280-1300⁰ C-da ýüze çykýar (oksidli şihmada 1450-1475⁰ C-da). Suwuk fazanyň pes temperaturada ýüze çykması berlen garyndynyň dispers derejesi we onuň faza ýagdaýy bilen düşündirilýär.

Bu aýnalar örän ýokary birmeňzeş bolsalarda, OH^- gruppaň ýokary konsentراسiýasy netijesinde ýokarlanan kristallaşma ymtylyşa, peselen dyklyzlyga we döwürleme görkezijä eýedikleri görülyär. Bilelikde çökdürme usuly boýunça fosfat aýnalar hem alyndy. $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{KNO}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3$ erginleriň garyndysy

çägeli hammamda buglanyldy, soňra suw we azotoksidi doly aýrylaýynça 400-500⁰ C-da işlediler. Alnan materialy 1200⁰ C-da 2 sagat dowamynda aýnaemelegeliş ýagdaýyna geçirdiler.

Aýnaň häsiýetleriniň deňeşdiriş barlaglary çyzykly giňelmän termiki koeffisiýentiniň we suwadurnuklylygynyň şihpanyň taýýarlaýyş usulyna bagly däldigini görkezdi. Ýöne sintetiki şihpany aýnasynyň adaty (oksid) şihpanydan alnan aýnanyňka görä uksus kislotasynyň 10%-li erginine durnuklylygy pes bolup çykdy. Erginleriň garyndysy inçe (5 mkm) aýnagörnüşli örtülmeler hökmünde ulanylýar. Gerek düzümlü ýarymkolloid erginler materialyň gyzygyn üstüne sepilýärler. Ol ýerde erginiň komponentleriniň gidratasiýasy we termiki dargamagy we temperaturanyň ýokarlanmagy bilen eremegi bolýar.

Has ýuka gatlaklar üçin ergini sowuk üste sepilýärler, soňra aýnagörnüşli plýonkanyň emele gelmegi bilen çalt gyzydyrýarlar. Şeýle usul bilen gaýbalan poroşygyň ereme temperaturasy adaty düzümlü örtülmesinden 180-200⁰ C pes. Eremek temperaturany has hem peseldip bolar. Meselem aşakdaky düzümlü plýonka, % massa boýunça, SiO₂ – 87,9, PbO – 6, Ti₂O₃ – 1,5, Al₂O₃ – 0,5, B₂O₃ – 4,1 – 650⁰ C-da ereýär, şliklerden bolsa – 1350⁰ C-da.

Gidroliz usuly metalloorganiki birleşmeler himiýasyndan alnan. Ulanylýan garyndy – organiki we deňişli elementleriň beýleki birleşmeleri. Bu usul boýunça dürli düzümlü aýnalary, kristallary we gorag plýonkalaryny alyp bolýar.

Ulanylýan garyndy biri-biri bilen ýeňil reagirleşýän birleşmelerden, Meselem, umumy eredijide ereýän metal alkogolýatlardan, emele gelýär. Aýna almaklyk aşakdaky stadiýalardan durýar: metallaryň organiki birleşmelerini garyşdyrmak; suwuň we howanyň çygynyň täsiri astynda olaryň gidrolizi; gidroliz önümlerini 150⁰C-a çenli gyzydyrmak (alkolýatdan spirtiň aýrylmagy we eredijiniň bugarmagy); kolloid sistemanyň döremegi bilen ýarymkondensasiýa; aýnany aýnaemelegeliş ýagdaýyna geçirýän Tg-çenli gyzydyrmak. Aýna Tg- den ýokary temperaturada önümlere formirlenip bilýän granullar görnüşinde alýarlar. Alnan aýnanyň häsiýetleri adaty tehnologiýa boýunça alnan häsiýetleri bilen meňzeş.

Topohimiki metod - gaty fazanyň (kremniý kislotasynyň geli) erginiň beýleki komponentlerini siňdirmegine esaslanan. Natriý metasilikatyny azotly ýa-da duzly kislota bilen işlemeklikde alnan kremniý kislotasynyň geli ulanylýar. Sintetiki şihany döretmek üçin kremniý kislotasynyň geline, aýnanyň alnyşyna laýyk konsentrasiýada degişli metallaryň duzlarynyň erginlerini yzygiderli goşýarlar. Gyzdýrylanda garyndy aýna öwrülýär.

2.8. Aýna gaýnatma

Dürli görnüşli komponentleriň garyndysyny birgörnüşli ergine öwürýän termiki prosesse - aýnagaýnatmak diýilýär.

Granulirlenen ýa-da dökülip duran şihata wana ýa-da beýleki peçlerde gyzdýrylýar, netijede, temperaturanyň giň interwaly dowamlygynda komponentleriň çylşyrymly fiziki - himiki özara täsirleri bolup geçýän suwuk aýnamassa öwrülýär. Şonuň üçin hem aýna almak prosessine “eretmek” terminini ulanyp bolmaýar, sebäbi şihanyň komponentleri dürli temperaturalarda ereýärler we ýokarlandyryp temperaturalarda biri-biri bilen täsirleşip, ahyrynda erginde maddanyň aýratyn ýagdaýyny - aýna döredýärler. Aýnanyň bu aýratyn ýagdaýy eremek nokadynyň ýoklygy bilen tapawutlanýar - beýleki birleşmeleri we ýönekeý maddalaryň meňzeşlikde onuň (aýnanyň) diňe “ýumşama interwaly” bar.

Aýnagaýnatmagyň baş tapgyryny tapawutlandyrýarlar: silikat emelelemelişi, aýnaemelegelişi, ýagtylandyrmak, gazsyzlaşdyrmak, ortalamak, sowatmak.

Aýnaemelegeliş.

Birinji etapda emele gelen bişgi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ereýär, silikatemelelegeliş reaksiýalary tamamlanýar, silikatlaryň özara garyşmasy bolup geçýär. Silikatlaryň ergininde, bu etabyň esasy mazmunyny düzýän, artykmaç kwarsyň örän haýal, yzygiderli eremegi bolup geçýär. Tapgyryň ahyrynda, gaz köpürjiklerini saklaýan düzümi boýunça birmeňzeş bolmadyk, ýalpyldawuk ergin döreýär. Adaty aýnalar üçin bu etap 1200-1250°C- da gutarýar.

Ýagtylandyrylma.

Bu, örän çylşyrymly tapgyryň dowamynda görünýän gazlar - uly we kiçi köpürjikler - erginden çykarylýar. Adaty aýnalar üçin etap 1500-1600⁰C-da tamamlanýar.

Гомогенизация (birmeňzeşligi döretmek).

Bu tapgyrda erginiň düzümi boýunça ortalaşmasy bolup geçýär we ergin himiki birmeňzeş bolýar. Birmeňzeşlik we ýagtylandyrmak şol bir temperaturalarda bolup geçýär.

Studka.

Bu tapgyrda aýnamassany taplamaga taýýarlyk bolup geçýär. Munuň üçin temperaturany deňölçegli 300-400⁰ C peseldýärler we çykym üçin aýnanyň gerekli şepbeşikligi gazanylýar.

Aýnagaýnatmak prosesiniň 5 etaba bölünilmegi şertleýindir. Bu bölünişigi diňe gyzdyrylanda aýna öwrülýän şihanyň mikrogöwrümlerinde görmek bolýar, meselem, gyzdyryjy mikroskobuň kömegi bilen. Hakyky senagat şertlerinde bu etaplar biri-biriniň üstüne düşýär we olary bölmeklik hemişe mümkin däl. Praktiki wanna peçlerinde diňe 1 we 5-nji etaplara wagt we giňişlik boýunça bölünýärler. 2-nji, 3-nji, 4-nji etaplar birwagtlaýyn başlaýarlar we aýnaemelegeliş etaby gutarýança garyşýarlar, 3-nji we 4-nji etaplar soňra bilelikde gidýärler.

Belli inlis alymy W.Terner, aýnagaýnatmada bolup geçýän hadysalara şeýle klassifikasiýa berdi: *fiziki prosesler*: şihanyň gyzdyrylmagy, çygyň bugarmagy, şihanyň komponentleriniň eremegi, emele gelen suwuklykda komponentleriň garyşmasy, polimorf öwrülişmeler, käbir komponentleriň uçmagy. *Himiki prosesler*:gidratlaryň dissosasiýasy, himiki baglanşykly suwy aýyrmaklyk, karbonatlaryň, sulfatlaryň, nitratlaryň, peroksisleriň dissosiasiyasy, dürli komponentleriň özara täsiri wesilikatlaryň emele gelmegi.

Bu üýtgemeler birwagtda bolup geçýär we olary bölmeklik şertlidir, edil gaýnatma prosesiniň 5 etaba şertli bölünişi ýaly.Ýöne şeýle bölünişik aýna emele getirýän komponentleriň garynda edýän dürli täsirlerini differensirlemäge we şihata gyzdyrylanda bolup geçýän üýtgemelere doly baha bermäge mümkinçilik berýär. Şihanyň aýna öwrülme prosesleri – fiziki-himiki prosesslerdir, sebäbi fiziki täsir himiki üýtgemä getirýär we tersine. Meselem

gyzdyrmak we dissosiasiya, silikat emele gelme reaksiyasi we temperaturanyň ýokarlanmagy we ş.m.

Umumy görnüşde şihla gyzdyrylanda bolup geçýän prosessleri aşakdaky ýaly göz önüne getirýär. Gyzdyrmagyň başlangyç stadiýasynda komponentleriň arasyndaky reaksiýalar gaty fazada başlanýar. Bu bolsa täze emele gelmeleriň we şihlanyň däneleriniň çala bişmekligine getirýär. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen däneleriň kontaktlaşýan zonalarynda ewtektiki suwuklyk ýüze çykýar, komponentleriň termiki dissosiasiasiýasy gidýär, silikatemele gelme başlanýar we däneleriň bişmeklik derejesi ýokarlanýar. Ýene-de gyzdyrylmagynda suwuklygyň mukdary ýeňil ereýän komponentleriň hasabyna köpeliýär, aýnaemelegeliş göni reaksiýalary gidýär, suwuk faza köpeliýär we artykmaç kwarsyň eremegi başlanýar. (sur.6.1)

Şihlanyň kesgitlenen göwrümünde (2-3 mm²) temperaturanyň we saklanmanyň ulalmagy bilen bolup geçýän üýtgeşmeler analiz edilende, meselem gyzdyryjy mikroskopda, degişli barlag metodlaryň kömegi bilen şihladaky üýtgeşmeleri belläp bolýar.

Has ýokary temperaturalarda kwarsyň eremegi tamamlanýar, erginiň gazly goşulmalardan arassalanmasy bolýar we ol düzümlü boýunça ortalашýar (suwuklyk stadiýasy).

2.9. Silikat emele gelme

Şihla gyzdyrylanda bolup geçýän prosesler köp barlagçylar tarapyndan öwrenildi (Kobb, Niggli, Tamman, Hedwall, Turner, Kitaý-Gorodskiý, Tykaçinskiý, Repa, Bezborodow, Melniçenko, Botwinkin, Ginzburg, Kreger, Lefler, Fogel we başgalar). Bu prosesler 2-lik, 3-lik, 4-lik sistemalara degişlilikde öwrenildi.

Senagat listleýin aýnanyň real garyndysy SiO₂-Na₂O-CaO-MgO-Al₂O₃ sistemanyň 5 komponentli garyndysydyr. Konsentrasiýasy 1%-den geçmeýän komponentler (F₂O₃, SO₃ we başgalar) adatça hasaplananok.

Garyndylary öwrenmek üçin edebiýatda prosessleriň shemasy getirilen. 5 komponentli senagat aýnasy üçin şeýle shema golaýda alyndy.

Sodaly we sulfatly şihtada prosessleriň shemasy biri-birinden tapawutly.

Natriý sulfatyny saklaýan garyndylaryň 2 warianty mümkin:

- a) sulfat warianty – natriý oksidi tutuşlaýyn ýa-da 25% köp mukdarda şihtä natriý sulfatynyň kömegi bilen goşulýar.
- b) soda warianty – natriý oksidi 95-80% mukdarda kalsinirlenen sodanyň kömegi bilen goşulýar, galanlary ýagtylandyryjynyň ornuny ýerine ýetirýän natriý sulfatynyň üsti bilen doldurylýar. Häzirki wagtda şihtanyň tipiki senagat warianty – sodaly wariantdyr.

Silikatemelegelme tutuşlygyna aýnagaýnatmada çäklendiriji etap däl, ol otnositel ýokary bolmadyk temperaturalarda gidýär, adaty (sodaly) şihtada aýratyn kynçylyksyz gidýär we uzak wagtlaýyn saklanmagy talap etmeýär. Ýöne aýnagaýnatmaň bu etaby hem temperaturalaryň ýokarlandyrmagy, reagirleýji üstün ulaldylmagy, şihtanyň dykzlaşdyrylmagy (granullar, briketler) bilen tizleşdirip (çaltlandyrylyp) bilner.

Sodaly şihtada reaksiýalar. Deňeşdirmek üçin 3 komponentli $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$ we $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-MgO}$ hem-de 4 komponentli $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO-MgO}$ şihталardaky reaksiýalary getirýärler. I.D. Tykaçinskiniň hasaplamalaryna görä, magniý okisiniň goşulmagy 2-leýin natriý we magniý korbanatynyň emele geliş reaksiýalaryň başlangyjyny, 2-leýin natriý we kalsiý karbonatynyň emele geliş temperaturasy bilen deňeşdireniňde has pes temperaturalar oblastyna süýşürýär.

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2$ şihtä gyzdyrylanda bolup geçýän prosesleriň shemasy

	Temperatura, °C
$\text{CaNa}_2(\text{CO})_3$ döremegi	600-den pes
$\text{CaNa}_2(\text{CO}_3)_2 + 2\text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2$	600-830
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$	720-830
$\text{CaNa}_2(\text{CO}_3)_2\text{-Na}_2\text{CO}_3$ ewtikanyň döremegi we eremegi	740-800
$\text{CaNa}_2(\text{CO}_2)$ ikileýin karbonatyň eremegi	813
Na_2CO_3 eremegi	855

D. I. Mendeleyew adyndaky MHTI-de (1979) N.W. Polowiç $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O- CaO-MgO- Al}_2\text{O}_3$ sistemada listleýin aýnanyň adaty düzümlü şihasy gyzdyrylanda silikatemeleleş prosesslerini öwrendi. 5 komponentli şihata listleýin aýna öndürmekde Furkonyň maşynlary bilen formirleme metodlary öwrenileni bári ýagny 5 ýyldan hem köpden bári ulanylýar. 5-nji komponentiň - glinozemiň-aýnamassanyň häsiýetine uly täsiri belli bolsada, soňky wagta çenli 5 komponentli şihata gowy öwrenilmedi. Munyň sebäbi komponentleriň sany köpeldigi saýy, şihada bolup geçýän prosesleri aýdyňlaşdyrmagyň kynçylygy bilen düşündirip bolýar.

Barlanylýan şihatanyň düzümi “listleýin aýna öndürýän zawodlarda ulanmagyň tehniki düzgünleri “-ne laýyklykda saýlanyldy we ol, massa boýunça % : $\text{SiO}_2\text{-72; Na}_2\text{O-15; CaO-7; MgO-4; Al}_2\text{O}_3\text{-2}$ saklanýar.

Şihatanyň ýokary temperaturalarda işlenmegi izotermiki düzgünde $300\text{-}1300^\circ\text{C}$ çäklerde, 50°C interwal we 1 sagat saklanmagy bilen geçirdiler.

Ýokary temperaturalarda işlenmegiň netijesinde bolup geçýän üýtgemeleriň düşündirişini etmek üçin genofazaly, differensial - termiki, kristalloptiki, I gyzy - spektroskopiki usullary ulanyldy. Termodinamiki hasaplary ulanyp, 3 sany 2-leýin sistemada ($\text{Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3$; $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$); 6 sany 3-leýin sistemada ($\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, CaO-MgO-SiO_2); 4 sany 4-leýin sistemada ($\text{Na}_2\text{O-CaO-MgO-SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O - MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$) we bir 5 komponentli sistemalarda bolup geçýän prosessler öwrenildi. 5 komponentli şihada eýýäm 220°C -da, haçanda magniý karbonaty dargap başlanda, ýitgileri fiksirlenilýär. Magniniň we natriniň ikileýin karbonaty $300\text{-}400^\circ\text{C}$ - da, kalsiý we natriý ikileýin karbonaty -500°C töwereginde döreýär.

Soňra disimekat natriý we kalsiý, natriý 2-leýin karbonaty emele gelýär, temperaturanyň ösmegi bilen kalsiý we magniý ortasilikatlary ýüze çykýar. Hem-de natriý alýuminaty, dewitrit we üçleýin $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{MgO} \cdot 6\text{SiO}_2$ birleşme ýüze çykýar. Gyzdyrmagy dowam etdireninde birnäçe 3-leýin silikatlar emele gelýär we ewtektikleriň we dörän silikatlaryň eremeginde suwuk faza ýygnanýar (sur.6.1).

Aýnanyň häsiýetine Al_2O_3 -iň položitel täsirleşmegi sebäpli, glinozemiň ýokary konsentrasiýasynda silikat – aýnaemelegeliş prosesslerine has hem ünsli barlandy DTA методы boýunça glinozemiň 2 we 3,5% (massa boýunça) saklaýan şihlaryň massalarynyň ýitgileri deňeşdirildi. 600°C -a çenli DTA-yň egrileri meňzeş we massa ýitgileriň egrileri hem meňzeş. Ýokary temperaturalarda glinozemiň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy bilen massa ýitgisiniň ösüşiniň ozýanlygy (опережение) görünýär. Muny bolsa, kalsiý we karbanatlaryň Al_2O_3 bilen özara täsirleriniň has intensiwligi bilen düşündirip bolar. Sodanyň eremek (855°C) we CaCO_3 -iň dargamak (890°C) endoeffektleriniň DTA egrisinde bolmazlyk fakty hem goşmaça görkezme boup biler. Sur.6.2. Şihlanyň differensial– termiki analizleriniň netijeleri massa boýunça 3,5% Al_2O_3 -li düzüm ýitginiň bahasynyň hemişeligini 840°C -da, senagat düzümi bolsa 890°C -da görkezdi. Şundan görnüşi ýaly, glinozemiň görkezilen konsentrasiýasy diňe bir prosessi kynlaşdyrman, eýsem Al_2O_3 bilen Ca we Na karbonatlary bilen özara täsirleri tizleşdirýär.

Listleyin aýna 5 komponentli şihtasyndaky prosessleriň shemasy.

	Temperatura, $^\circ\text{C}$
MgCO_3 dargama başlangyjy	220
$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{CO}_3)_2$ emele gelmegi	330-350
MgCO_3 intensiw dargamagy	350-470
$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{CO}_3)_2 + \text{MgCO}_3 + 6\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{MgO} \cdot 6\text{SiO}_2 + 3\text{CO}_2$ 400-700	
$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ emele gelmegi	500
$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 + 2\text{CaCO}_3 + 6\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 + 4\text{CO}_2$ 550-750	
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_2 + \text{CO}_2$	500
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$	600-900
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4 + \text{CO}_2$	600
CaAl_2O_4 -iň, Ca_2SiO_4 -iň, Mg_2SiO_4 -iň emele geliş başlangyjy	700
<i>Ewtektikleriň eremeginiň hasabyna suwuk fazanyň ýüze çykmagy:</i>	
a) $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{MgO} \cdot 6\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{SiO}_3$	710
b) $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{MgO} \cdot 6\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$	740

ç) $\text{NaSi}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 3\text{SiO}_2 + \text{ergin}$
760

d) $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 - \text{Na}_2\text{CO}_3$ 780

e) $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5 - \text{SiO}_2$ 790

Şeýlelikde, 4 komponentliden tapawutlylykda 5 komponentli şihada aşakdakylar ýüze çykaryldy: 3-lik silikatlaryň emele gelmegi, suwuk fazanyň has ir ýüze çykmagy, natriý we kalsiý alýuminatlarynyň döremegi, ortasilikatlaryň döremegi, Al_2O_3 -iň reaksiýanyň gidişine položitel täsiri.

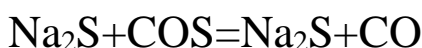
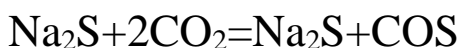
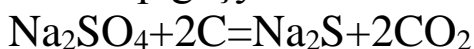
2.10. Sulfatly şihadaky reaksiýalar

Na_2CO_3 – iň Na_2SO_4 -e tutuşlaýyn çalyşmagy bilen aýna alnyp bilner.

$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{C} + \text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2$ şihda gyzdyrlanda bolup geçýän reaksiýalaryň shemasy

	Temperatura, C ⁰
<i>CO₂-iň bölünip çykmagynyň başy</i>	620
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{CO}_2$	740-800
$\text{Na}_2\text{S} + \text{CaCO}_3 = \text{CaS} + \text{Na}_2\text{CO}_3$	740-800
Ewtektikleriň emele gelmegi:	
$\text{Na}_2\text{S} - \text{Na}_2\text{SO}_4$	740
$\text{Na}_2\text{S} - \text{Na}_2\text{CO}_3$	756
$\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{CaNa}_2(\text{CO}_3)_2$	780
$\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{CaCO}_3$	795
$\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SiO}_3$	865
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaS} + 2\text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaSiO}_3 + \text{SO}_2 + \text{S}$	865
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + 2\text{SiO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{SO}_2 + \text{S}$	865
$\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$	1010

Sulfatyň dargamasy aralyk önümler hökmünde Na_2S -iň we COS -iň emele gelmegi bilen bolup geçýär:

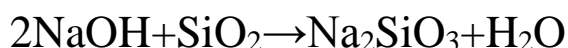
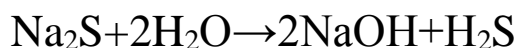


Umumy görnüşde dargama

$7\text{Na}_2\text{SO}_4 + 13\text{C} = 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 7\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{COS}$. Reaksiýa boýunça bolup geçýär.

Na_2SO_4 dikeldilende natriý sulfatynyň emele gelmeýänligi ýüze çykaryldy.

Sulfatly şihhada reaksiýa haýal gidýär we ähli proses dikeldiş sredasyny döretmek zerurlygy bilen kynlaşýar. Sulfat bilen kremnezemiň arasyndaky reaksiýa 200°C - dan soň çalt bolup geçýär. Bu temperatura çenli reaksiýa haýal we şonuň üçin natriý sulfatyny dikeltmek zerur. Onuň üçin şihda uglerod goşýarlar (sulfatyň massasynyň 5-6 %-ti) agaç ýa-da daş kömrüň, ýa-da uglerod saklaýan materiallaryň kömegi bilen. Uglerodyň täsiri bilen natriý sulfaty natriý sulfatyna çenli dikeldilýär. Kremnezem bilen özara täsirleşýär. Sulfatly şihhada suwuň bolmaklygy, soda garaňda kremnezem bilen aktiw täsirleşýän iýiji natriý döremgi mümkin:



Sulfatly şihpany gaýnatmak, sodaly şihpany gaýnatmakdan çylşyrymly: dikeldişin örän takyk režimini saklamaklyk talap edilýär. Dikeldijiniň yetmezçiliginde sulfatyň bölegi aýnamassanyň ýüzüne çykýar, dikeldijiniň artykmaçlygynda aýnamassanyň reňklenmegi mümkin (demir sulfidiniň döremegi). Sulfat şihpasy gaýnadylanda dikeldiji sredany saklamaly bolýar, sebäbi natriý sulfidi we kömür howanyňkislorody bilen okislenýärler we reaksiýa sferasynda çykarylýarlar.

Sulfatly şihhada silikatelemele kynlaşan, ýylylyk energiýasynyň harçlanşy ýokary we ähli aýnaemeleleme prosesi köp wagty talap edýär.

2.11. Aýna emele geliş prosesi

Silikatelemele tapgyrynda silikatlaryň düzümine kremniý girýär, sebäbi komponentleri silikatlar bilen baglanyşdyrmak üçin ol köp mukdarda goşulýar. Kremniý dioksidiniň bu artykmaç mukdary şihdadaky çägäniň massasynyň 30%-i düzýär diýip çaklanýar.

Aýna emele gelme tapgyrynda artykmaç kremniý dioksidiniň silikatlaryň ergininde eremesi bolup geçýär. Aýna emele gelme prosessi silikatemele gelme prosessine garanyňda örän haýaldyr. B. B. Tollaryň hasaby boýunça ähli aýnagaýnatma prosessleriň 60-70% wagty aýna emele gelme prosessiniň tamamlanmagyna sarp edilýär.

Aýna emele gelme tapgyrynda kwars däneleriniň galyndylary silikatlaryň şepbeşik ergininde haýal ereýärler. Eremek netijesinde her dänäniň daşynda artykmaç kremniý dioksidli serhet zonasy döreýär. Zonanyň doýgunlaşmagy bilen kwars dänesiniň eremegi duruşýar. Eremegi dowam etdirmek üçin artykmaç kremniý dioksidiniň gabap alýan silikatlaryň erginine aýrylmagy zerurdyr. Bu prosess konsentراسيýanyň gradientiniň täsiri astynda diffuzion ýel bilen tamamlanýar. Şeýlelikde kwars däneleriniň glyndylarynyň eremegi aşakdaky shema boýunça üznüksizdir: silikatlaryň doýgunlaşmadyk erginleriniň zonasy \rightarrow SiO_2 doýgunlaşan zona \rightarrow gurşap alýan ergine SiO_2 -iň diffuziýasy \rightarrow doýgunlaşmadyk zona.

Eremek tizligi erginiň bölejikleriniň difuziýa tizligine baglydyr we aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$dn = -D \frac{dc}{dh} dt$$

dn - dt wagtda meýdan birliginden geçýän madda mukdary

D - $RT/6 \Pi \chi N$ - e deň bolan diffuziýa koeffisienti

dc/dx – konsentراسيýa gradienti.

$$V = (D/\delta) (C_0 - C)$$

V - ereme tizligi

δ - serhet zonaň galyňlygy

C_0 - gaty üstde doýgunlaşma konsentراسيýasy

C - erginiň göwrümünde SiO_2 -iň konsentراسيýasy

Geçiş gatlagynyň galyňlygy δ -0,02-den 0,05mm bolup biler diýip hasap edilýär.

Aýnanyň gaýnaýyş häsiýetlerine baha bermek üçin empiriki formulalar bar :

a) Aýna emele gelişiň dowamlylygyny kesgitlemek üçin O.K. Botwinskiň formulasy

$$\tau = K(\eta/T)$$

τ -aýnaemelegeliş dowamlylyk, min

K- tejribe temperaturasy na we kwars çägäniň granulametriki düzümine bagly koeffisient

η -şepbeşiklik, Pa · c

T- absolýut temperatura

b) Penjire aýnasyny gaýnatmagyň dowamlylygyny kesgitleýän F.G. Solinowyň formulasy:

$$\tau = a \cdot e^{-bt}$$

τ - gaýnatma dowamlylygy, °C, t-gaýnatma temperaturasy, a we b – konstantalar (tejribe şertlerinde $a=101250$, $b=0,00815$)

b) Aýnalaryň kyn eremekligini deňeşdirme baha üçin Wolfyň formulasy

$$\tau = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{Na_2O + K_2O + 0,5B_2O_3 + 0,125PbO}$$

τ - eremeklik hemişeligi (ölçeg ululyk)

SiO₂, B₂O₂... - okisler, mol, %

Görkezilen formulalarda hasaba alnan faktorlardan başga-da, aýna emele geliş tizligi aşakdakylara baglydyr:

-kwars däneleriniň häsiýetlerine - ölçegleri, formasy we dänelerde goşulmalaryň barlygy. Meselem, kiçi we burçlaýyn däneler tegelek we uly dänelere garaňda çalt ereýärler. Goşulmalar dänäni jaýyrýar we eremegine goltgy berýär.

-erginiň häsiýetlerine – aýnaň düzümi, esasan aşgar oksidleriniň ýokary konsentrasiýasy we erkin natriý sulfady erginiň şepbeşikligini we üst dartyşy üýtgedýär, diýilik kwars däneleriniň eremek tizligini ýokarlandyrýar.

-eremek şertlerine – esasy roly prosesiniň temperaturasy oýnaýar: temperaturanyň ýokarlanmagy bilen aýnaemelegeliş tizligi hem ulalýar (1600° C-a çenli temperaturanyň her 10°C ulalmagyna aýnaemelegelme tizligi 10% ulalýar diýip hasap edýärler), erginiň üstündäki gazlaryň basyşy we olaryň düzümi hembu prosese täsir edýär.

-eredijiniň alyş-çalyş intensiwligine: däneleriň eremegiserhet zonada eredijiniň alyş-çalyşynyň ulalmagy bilen ýokarlanýar, haçan-da bu zonadan artykmaç kremniý dioksidiniň aýryrylmagy

bilen, alyş-çalyşa garamaklyk we mehaniki garyjylary ulanmaklyk bilen tizleşdirilýär.

2.12. Ýagtylandyrma prosesi

Taýyn aýnada elmydama gazlaryň käbir mukdary bolýar. Bu gazlar aýnada 2 görnüşde bolýar:garyşan (görünmeýän) we erkin (görünýän) ýagdaýda.

Görünýän ýagdaýynda gazlar aýnada ulydyrkiçi düwmeleri döredýär. Aýna gaýnatmaň ýagtylandyrma tapgyryndaky meselesi – taýýar aýnadaky gaz köpürjikleriň sanyny mümkin boldugyça azaltmaga getirmekdir.

Aýnada gazlaryň 3 çeşmesi bolýar: şihmanyň himiki baglaşan gazlary, şihmanyň adsorbirlenen gazalary, aýnagaýnatma peçleriniň ýalynly giňişliginiň gazlary. Adaty aýna üçin şihmada karbonatlaryň we beýleki komponentleriň düzüminde 20% töweregi himiki baglanşykly (CO_2 we başg.) we adsorbirlenen gazlaryň käbir mukdarda bar (O_2 , N_2 , we başg.). Silikat emele geliş prosesinde gazlaryň köp bölegi peç giňişligine düşýär we tüsse gazalary bilen atmosfera çykarylýar. Gazalaryň az-owlak bölegi aýna ergininde galýarlar. Aýnagaýnatma peçleriniň ýalyn giňişligindäki gazlar käbir şertlerde aýna erginine bölekleyin garyşyp bilerler

Gazlaryň konsentراسیasy. Aýnada galýan we ondan analiziň ýörite metodlaryny ulanyş wakuum bilen çykarylýan gazalaryň mukdary aýnaň düzümine we gaýnatma şertlerine (temperatura, basyş) baglylykda üýtgeýärler. Wakuum bilen aýnadan çykarylýan gazlaryň göwrümi, barlanylýan aýnanyň göwrüminiň 20-40% töweregini düzýär. Adaty senagat aýnalary aýnaň 1 göwrümine gazlaryň 1 göwrümine töweregini saklaýarlar.

Gazlaryň düzümi. Dürli barlagçylar tarapyndan aýnada aşakdaky gazlaryň barlygy ýüze çykaryldy: H_2O [köp mukdaryborat we borosilikat aýnalarda (90% çenli, göwrüm boýunça), aýnaň penjire tiplerinde – 30-40%], CO_2 – adaty (penjire) aýnasynyň düzümindäki gazlaryň 60 çenli, borat aýnalarynyň gazlarynyň –10-20%, göwrümi boýunça, SO_2 -adaty aýnalarda-30-35%, O_2 -dürli aýnalarda 2-den 50% çenli, N_2 -käbir aýnalarda 4-6%,. Käbir alymlaryň ýüze çykaran gazlarynyň (H_2 , NO_2 , NO , CO) aýnaň

düzümünde bolmagy ynamsyzdyr we ol analiz tehnikasynda ýalňyşlyklar bilen düşündirilip bilner.

Düzümi boýunça düwmejikdäki gazlar aýnadaky gazlardan tapawutlanýarlar. Meselem, dürli awtorlaryň analizleri, düwmejikleriň gaz fazasynda azot köp bolýar (100%-e çenli), soňra kislorod (100%-e çenli) we uglerod 2 okisi (90%-e çenli). Bu netijeler optiki aýnalara degişli. Uly düwmejiklerdäki (0,5 mm-den uly) gazlaryň düzümi, kiçi düwmejiklerdäki (0,2mm-den kiçi) gazlaryň düzüminden tapawutlanýarlar. Uly düwmejiklerde azot köp bolýar, kiçilerde bolsa kislorod we uglerod dioksidi köp bolýar. Beýle tapawutlylygy W.T.Slawýanskiý uly we kiçi düwmejikleriň „durmuş şertleri“ bilen düşündirýär: uly düwmejikleriň ömür möhleti az we aýnadaky gazyň düzümi bilen düwmejikleriň deňagramlylygy bolup ýetişenok, kiçi düwmejikler bolsa aýnada uzak wagtlap bolýar we görkezilen deňagramlylyk ýerine ýetirilýär

Gazlaryň gelip çykyşy. Aýnada gazlar himiki we fiziki garyşmaklyk ýagdaýynda bolýarlar. Erginde elmydama reagirlleşmedik karbonatlaryň we sulfatlaryň garyndylary bolýar. Bu galyndylar azdyr, ýöne darganlarynda gazlaryň uly göwrümlerini gysyp çykarmaga we köp düwmejikleri döretmäge ukyplydyrlar. Karbonatlaryň we sulfatlaryň galyndylarynyň dargamagy bölünüş üstlerinde kremnesemyň we glinozemyň däneleriniň eremek prosesinde bolup geçýär. Meselem, odaçydamly–aýnamassa, we deňagramlylygynyň üýtgemeginde (garyşmak, temperatura, basyş we beýlekiler)

Gazlaryň çykarylyşy. Aýnamassany düwmejiklerinden arassalama prosesiniň ösüşi temperatura, aýnamassanyň şepbeşikligine, üst dartyşa, gazyň basyşyna baglydyr.

Ýagtylanma prosesinde köpürjikler aýnamassanyň üstüne göterilýärler we ýok bolup gidýärler. Köpürjikleriň ölçegi näçe uly bolsa, şonça-da ýagtylanma prosesi çalt gidýär. Düwmejikleriň galyş tizligi aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$V=[Kr^2(p_1-p_2)]/\eta$$

Bu ýerde $K - 1/3g$ -e den proporsionallyk koeffisiýenti, p_1 -aýnamassanyň dykyzlygy, p_2 -düwmejiklerdäki gazyň dykyzlygy, η -aýnamassaň şepbeşikligi

Çykarylma tizligi kwadrat baglylykda bolan, düwmejigiň ölçegini ulaltmak üçin aýnamassanyň şepbeşikligini kiçeltmeli bolýar. Bu şertlerde bar bolan düwmejikleriň boşlugynda aýnamassany doýgunlaşdyrýan gazlarynyň bölünip çykmaklygynyň hasabyna düwmejikleriň ösüşi tizlenýär.

Ýagtylanmany tizleşdirmek üçin ýagtylandyryjylaryň goşundysy ulanylýar (nitratlar, sulfatlar, ammoniýli duzlar, hloridler, myşýagyň birleşmeleri we başgalar.) Ýagtylandyryjylaryň goşundylary ýokary temperaturalarda uly düwmeleri döredýärler we gaz-ergini bölünüşik serhedinde üst dartyşy peseldýärler.

Şeýle-de ýagtylandyrmak üçin howanyň, beýleki gazlaryň we suw bugunyň kömegi bilen mehaniki garyşdyryş usullary ulanylýar.

Gomogenizasiýa.

Gomogenizasiýa ýagtylandyрма bilen birwagtda geçýär. Ýagtylandyrmanyň tizlendiriş usullary köplenç aýnamassaň gomogenizasiýany hem tizleşdirýär. Aýnamassanyň birmeňzeşdälligi komponentleriň erbet garyşdyrylmagy ýa-da aýnagaýnadylýan peçe göýberilýän ýerine transportirlende gatlaşýanlygy netijesinde şihmanyň ýeterlik birmeňzeşdälligi sebäpli bolup biler. Ýöne şeýle başlangyç birmeňzeşdäl bolanda-da, ýaňyja gaýnadylýan aýnamassa, her ýaçeýkasy biri-birinden düzümi we häsiýetleri bilen tapawutlanýan öýjükgörnüşli strukturany emele getirýär. Aýna massaň ýaçeýkaly strukturasy aýna emele geliş prosesiniň aýratynlyklary netijesinde ýüze çykýar. Aýna şihmanyň takmynan $3/4$ bölegi ortaça ölçegleri 0,2-0,5 mm töweregibolan kwars däneleridir. Silikat emele geliş reaksiýalary kwars däneleriniň üstünde geçýär, her dänäniň töwereginde üýtgeýän düzümlü silikatlaryň ergininden durýan sferiki ereýşi zona döreýär. Silikat emele gelme reaksiýasy gutarandan soň, silikat erginde reagirleşmedik kwars däneleriniň eremek nobaty gelýär. Dürli sebäplere görä – däneleriň ölçegleriniň tapawutlylygy, erginiň ýokaty şepbeşikligi, diffuzion prosesleriň haýallygy – sferiki zonalar-ýaçeýkalar emele gelýär. Bu ýaçeýkalar goňşy ýaçeýkalardan tapawutly üst dartyşyň döreden özleriniň bölünüş

serhedini ýok bolup giden kwars däneleriniň reaksiýa oblastyndan çäklendirýärler. Ýaçeýkaly strukturany serhetleşýän dartşlaryň netijesinde polýarlaşan ýagtylyga seredilende hem ýüze çykaryp bolýar. Ol aýnaň üstüni plawik we kükürt kislotalaryň garyndysy bilen täsirleşmesi hem ýüze çykýar.

Gomogenizasiýa etabynda aýna massaň ýaçeýkaly strukturasyň bozulmasy we standart bilen kesgitlenýän derejä çenli düzümi boýunça ortalasmasy bolup geçýär. Meselem, optiki aýnanyň birmeňzeşlik derejesi, penjire aýnasynyňkydan 5 esse köp bolmaly.

Aýna massadan gaz düwmeleriniň bölünip çykmagy, temperaturanyň ýokarlanmagy we onuň bilen baglanyşykly şepbeşikligiň peselmegi, diffuziýanyň we massa çalyşygynyň tizliginiň ýokarlanmagy, hem-de gysylan gazlaryň (howa, azot, kislorodwe başg.) kömegi bilen mehaniki garyşdyrmak gomogenizasiýa prosesine getirýär.

Bu emelleriň ählisi hem ahyrynda birmeňzeşdäl, öýjükgörnüşli strukturaly aýna massanyň az-owlak birmeňzeşlige öwrülmegine getirýär. Erginiň üstüne göterilen düwmeler hereketleri bilen ýaçeýkalaryň serhet plenkalaryny ýyrtýarlar we çekýärler, birmeňzeşdäl mikromeýdanlary garyşdyrýarlar we himiki komponentleriň konsentrasiýasyny deňleşdirip özara diffuziýany ýeňleşdirýärler.

Propeller görnüşli odaçydamly garyjylaryň kömegi bilen mehaniki garyşdyrmagy ulanynyňda, gomogenizasiýa prosesi has intensiw amala aşyrylýar. Aýna massany mehaniki garyşdyrmaklyk, optiki aýna zawodlarynda giňden ýaýrandyr. Aýnalaryň beýleki tiplerine seredeniňde, optiki aýna has birmeňzeşdir. Bu bolsa mehaniki garyşdyjylaryň kömegi bilen gazanylýar. Aýna massany mehaniki garyşdyrmak ýörite aýna öndürlende, hem-de käbir wana peçlerinde aýnaň tiplerine (penjire, termiki polýariz.) taýýarlananda ulanylýar.

Studka.

Studka – aýnagaýnatmaň tamamlajy tapgyrydyr. Munda aýna massanyň temperaturasy taplama üçin zerur temperatura çenli peseldilýär ($300-400^{\circ}\text{C}$).

Sowadyş mahalynda esasy şert-düzümi we gazly sredanyň basyşyny üýtgemezden temperaturanyň üznüksiz haýal peseldilmegidir. Bu şertiň bozulmagy gazlaryň deňagramlylygynyň süýşmesine we “ikilenji moşka” döremegine getirýär.

Aýna massanyň sowaşyny güýçlendirmek üçin aýna massa we wanna peçiniň gaz giňişligi boýunça dürli päsgeleşlikler ulanylýarlar. Päsgeleşlikler-konweksion akymlyry gowşatmak we pejiň gaýnaw böleginden sowadyş bölegine ýylylyk geçirmekligi çäklendirmek üçin niýetlenen. Bu usullar aýnamassanyň termiki birmeňzeşdälligine getirmeli däldir. Termiki birmeňzeşdällik taplaýjy maşynlaryň bozulmagynyň sebäbidir.

3. Garşokly (küýze) we wanna görnüşli peçlerde aýnanyň gaýnadylmasy

3.1. Aýna gaýnatma prosesi

Aýna gaýnatmak gazly ýa-da elektriki gyzdymaklyk bilen dürli konstruksiýaly peçlerde amala aşyrylýar. Gazly (ýalynly) peçlere – gorşokly we wannaly peçler, elektriki peçlere – ýokaryýyglykly 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-öndürijiligi, peýdaly täsir koeffisiýentini we aýna gaýnatmaga ýylylyga sarp edilişi bilen häsiýetlenýär. Peçleriň PTK-i (KPD) örän uly çäklerdir, %: gorşokly 6-8, periodiki wannaly 15, üznüksiz wannaly 17-28, elektriki ~ 60.

Häzirki zaman wannaly peçleriň öndürijiligi sutkada 400 t we ondan hem köpdür. Elektriki peçleriň öndürijiligi-sutkada 80 t. Peçleriň gyzdyrylýan böleginiň sutkadaky udel öndürijiligi-gorşokly peçler üçin-2000 kg/m² çenli, akýan wanna peçleri-2700 kg/m² gowrak, akmaýan wanna peçleri (takmynan bölünmeýän basseýinli) – 1000-2000 kg/m².

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

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

Her bir pejiň işi ýylylyk ýitgiden, basyşdan we gazlaryň düzüminden baglylykdaky kesgitli režimibilen häsiýetlenýär. Pejiň 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 pejiň temperaturasy ýokary.

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

Peçdäki gazlaryň düzümi we basyşy – peçde ýanýan ýangyjyň we howanyň mukdary, çekiş (тяга) intensiwligi hem-de şihthan düzümi we ýangyjyň tipi bilen kesgitlenýär. Beýiklik boşlugy boýunça pejiň basyşy ulalýar, ol tüsse turbasynyň döredýän seýreklemesinden, howa-ýangyç gatnaşykdan, howa sorumdan we regeneratorlaryň nasadkasynyň hapalanmasyndan, umuman gazçykaryşdaky garşylyklaryň derejesinden baglydyr.

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

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

Peç gazlarynyň himiki düzümi şihtheadaky reaksiýalaryň gidişine täsir edýärler. Bu täsiri göz önünde tutmaly we pejiň aýratyn zonalarynda gerekli atmosferany saklamaly.

3.2. Küýze görnüşli peçlerde gaýnatmak

Küýze 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.

Küýzeli peçler 6-10 gorşogy özüne syzdyryp bilýär. Gorşoklar – konus, owal, kähalatda silindrik formada sygymlylygy 100-1000 kg bolan odaçydamly (огнеупор) gaplardyr. Küýzeli peçlerdeaýna

gaýnatmak aşakdaky operasiýalardan durýar: gorşoklary taýýarlamak, şihpanyň guýmak we ony gaýnatmak, ýagtylandyrmak, garyşdyrmak, çykarylmak.

Küýzeleri ýörite peçlerde 1000-1200⁰ C-a çenli temperaturada ýakýarlar. Soňra olary gyzgynlygyna küýze peçlerine geçirýärler. Ol ýerde gorşoklaryň işçi maksimum temperaturasyndan 30-50⁰ C köp temperatura çenli ahyrky ýakylmasy bolup geçýär. Täze küýzeleriň aýnadurnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin, küýzeleri aýna döwügiň azajyk mukdaryndan alnan aýna ergini bilen örtýärler.

Şihpany konus görnüşinde gorşoga guýýarlar, eränden we çökenden soň guýmaga gaýtalaýarlar. Şihpany azajyk porsiyalar bilen guýmaly däl, sebäbi bu pejiň sowamagyna getirýär. Konusa guýmagy 2-3 gezek gaýtalaýrlar. Optiki aýna gaýnadylanda ahyrky goýulmaly aýna döwürler bilen edýärler.

Gaýnatma temperaturasyny aýnaň düzümine baglylykda saýlaýarlar. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ulalýan gorşoklaryň iýijilik intensiwligi hem gaz önünde tutmaly.

Aýna massa gaýnandan soň goşundalaryň köp mukdaryny özünde saklaýar, olardan arassalamak üçin pejiň temperaturasyny 30-40⁰ C-a çenli galdyrmaly. Ýagtylandyrmany tizlendirmek üçin aýna massanyň gaty gaýnamagy bilen gazanylýar. Onuň üçin aýna massa trubka bilen goşulýan gysylýan howa ulanylýar ýa-da gadyrly usul – suw siňdirilen agaç bölegi ulanylýar.

Gaty gaýnamada bölünip çykýan gazlar (howa, suw bugy) aýna massada uly düwmeleri emele getirýärler. Olar aýna massaň üstüne tarap hereketinde ergindäki düwmeleri hem eýeleýärler we şeýlelikde ýagtylanama kömek edýärler.

Ýagtylanmadan soň aýnamasa taplanma üçin gerekli şepbeşikligi almaga ýuwaşdan sowadylýar.

Optiki we birnäçe tehnik aýnalar öndürlende aýna massany ortalaşdyrmak we ýagtylanma üçin mehaniki garyjylary ulanylýar. Garmaklyk metal turbaly enjamlaryň kömegi bilen aýlanma herekete getirýän odaçydamly wintli garyjylar bilen amala aşyrylýar. Turbaly geçirijileri suw bilen sowadýarlar we aýlanma ýylylygyny üýtgemäge mümkinçilik berýän reduktorly elektromotoryň kömegi bilen herekete getirilýär.

Propeller garyja aýna massanyň çetki gatlaklary aşk düşer ýaly, merkezi gatlaklar bolsa ýokary galyp gaz goşulmalarynyň çykarylmagyna gołtgy berer ýaly aýlanma ugry berilýär.

Aýna massany ýagtylandyrmak we studka wagtynda, optiki aýnalar gaýnadylanda bolsa şihmanyň bişişme wagtynda-da garyşdyrýarlar. Aýna massany mehaniki garyşdyrmak optiki aýnalar öndürmeklikde has hem häsiýetli we öň onuň tehnologiýasynyň özboluşly aýratynlyklarynyň esaslary hasap edilýärdi. Ýöne, häzirki wagta aýnaň birmeňzeşligi ýokarlandyryýan 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. Ýagtylanmada garyjylaryň aýlaw tizligi 20-den 60 aýlaw/min-a çenli ulalýar, studkada bolsa, tersine 8-10 aýlaw/min çenli peselýär.

Ýagtylanan aýnamassaň studkasy sowatma režimine örän ünsiligi talap edýär. Bu prosedura ondaky gorşoklaryň hem haýal we deňölçepli sowamagyny üpjün etmeli. Bu düzgüni bozmaklyk aýna massaň 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 köpürjikli we swilli aýnamassa gatlagyna üste çykarýan çuň konweksion akymalary emele getirmäge ukuply, hem-de basyşyň peselmeginde ikilenji düwmeleriniň döremegi mümkin.

Küýzeleri gaz berilişini azaldyp (doly kesmän) we ýangynyň ugrunyň geçiriş interwalyny 10-15 min. çenli gysgaldyp, ullakan temperatura üýtgemelerini göýbermän ünsli sowatmaly.

Küýzelerden sowadylan aýna massasynyň çykymy aýnaüfleýän turbajyklaryň kömegi bilen geçirilýär, eger-de press-gaplamlarda ýa-da merkezi ymtylyş guýluş listli usul bilen, önüm taýýarlanma bolsa çemçeler bilen amala aşyrylýar. Küýzeden ähli aýnamassany stola döküp listleýin görnüşinde taýýarlanmagy mümkindir.

3.3. Wanna peçlerinde gaýnatmak

Periodiki wanna peçleri prinsipi boýunça gorşoklardan tapawutlananoklar, sebäbi periodiki wanna peçlerinde-de aýna gaýnatma prosesi, gorşokly peçlerdäki aýna gaýnatma prosesini doly gaýtalaýar. Ýöne gaýnama giňişligini has effektiv 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 aýna tehnikada giňden ýaýrandyrlar. Şonuň üçin aşakda üznüksiz wanna peçlerinde aýna gaýnatma aýratynlyklary serediljekdir.

Üznüksiz hereketli wanna peçlerinde aýna gaýnadylanda, şihpanyň ýagtylandyrylmagy we gomogenizirlenen aýnamassa öwrüliş ähli prosesleri pejiň basseýnini doldurýan aýna ergininiň üstünde geçýär. Bu prosesleriniň geçişi erginiň üstki gatlaklaryny üznüksiz süýşli şertlerinde amala aşyrylýar. Aýna massanyň wanna peçinde hereketiniň esasy sebäbi, aýna massany alyş şertlerinde pejiň işiniň soňunda döreýän derejileriň tapawudydyr. Şu sebäbe görä wanna peçlerinde aýna massa öwrülýän şihpanyň täze porsiyalarynyň hasabyna işlenilýän çykymlaýyn akym bolýar. Şu esasy işçi akymdan başga, galan aýna massaň hemmesi, peç basseýniň zonalary boýunça temperaturalaryň tapawudy sebäpli konweksion herekete girişýär. Ýylylyk akymlyry wanna peçlerinde ýylylyk we massageçirijilik proseslerini dolandyrmagy kynlaşdyrýan örän çylşyrymly trassalar boýunça hereket edýärler.

Ýükleýiş jübüsinden çykym tarap, wanna pejiniň ugurdaş oky boýunça temperaturanyň üýtgemesi maksimumyň üstünden geçýär. Bu maksimum kwelpunkt gaýnadyş zonalary ýagtylandyрма zonasyndan bölýän serhet çyzygy döredýär. Kwelpunkt aýna massanyň işçi we ýylylyk akymlyrynyň ýolunda termiki päsgelçilikler döredip, aýna gaýnatmada aýratyn roly ýerine ýetirýär.

Ýylylyk päsgelçiligi temperatura maksimumy çyzygy boýunça wanna peçinde aýna massaň akymlyrynyň bölüniş serhedini döredýär. Bu serhetden has gyzgyn aýna massa wanna peçiniň iki

gyrasyna akýar, ol ýerde aşak düşüp sowaýar we aşaky oblastyndan yzyna öwrümlü akymlyary döredip, hereket edýär. Temperatura gradiýenti diňe ugurdaş tarapda döremän eýsem kesişýän tarapdada döreýär (kwelpunkt –wanna pejiň soňy), sebäbi basseýniň diwarlaryň we wanna pejiň ugurdaş ok böleginden temperaturalaryň elmydama käbir tapawudy bar. Şonuň üçin ugurdaş (göni) ýylylyk akymlyaryndan başga-da kese aýlaw akymlyary bar. Göniler iki siklden durýar: guýujy we çykaryjy. Guýujy sikl pejiň guýma soňunda aýna massanyň sowaýan akymy bilen döredilýär. Aýna massa aşak düşüp, kwelpunkt çyzygyna çenli pejiň aşaky oblastyndan akýar, soň ýokary galýar we şihda dökülýän soňa dolanyp gelýär. Çykaryjy sikl bir bölegi taplama üçin ulanylýan, bir bölegi sowap, aşaky gatlaklary çöküp we kwelpunkt çäginde töweregi birikdirip yzyna gaýdyp gelýän aýna massanyň işçi akymy bilen döredilýär.

Akymlyaryň kuwwaty wanna pejiň dürli uçastoklarynyň temeperatura tapawudynda-da, işlenilýän aýna massanyň mukdaryna, basseýniň çuňlugyna we beýleki sebäplere bagly. Mundan başga-da akymyň intensiwligine birnäçe beýleki faktorlar täsir edýär: aýna massaň ýylylyk ýalpyldawukly, şihdanyň guýuş usuly, pejiň gyzdyrylyş režimi, gaýnadylýan we sowadylýan zonalaryň bölünişi we beýlekiler

Işçi akym bilen çykaryja berilýän aýna massa üçin bölekleyin ulanylýar. San taýdan bu-akymyň koeffisiýenti (Nowaki sany) diýilýän bilen bahalanýar:

$$n=G/G_1,$$

G, G_1 -degişlilikde sirkulirlenýän we formirlenýän aýna massaň mukdary.

Akym koeffisiýenti dürli peçler üçin dürlidir: 1-den (gap aýna massa üçin akymly peçler) 7-10-a (listleyin aýna üçin uly peçler) çenli.

Akymlyaryň tizligi pejiň konstruksiýasyna we olaryň sirkulirlenýän ýerine baglydyr we m/sag aşakdykalyra deňdir: göni (выработочный sikl) 8-15, göni 5-7, burunda we akyşda 20-25, çykaryjy kanalynda üstki 1-3, diwarlardaky kese ~ 1.

Aýna massaň çuň gatlaklaryna ýylylyk geçirip we termiki ortalaşma kömek edip akymlyar peýda getirýärler diýip

hasaplaýarlar. Ýöne akymlar aýna gaýnatma prosesine otrisassel hem täsir edip bilerler, sebäbi aýnaň deffekt gatlaklarynyň çykaryjy zolagyna süýşmegi mümkin, sowadyş zonasyna artykmaç ýylylygy geçirmegi we wertikalhem gorizonta boýunça akymyň hereketi üýtgände işçi akyma termiki aýnanyň birmeňzeşdälligine getirmegi mümkin.

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

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

H – basseýndäki aýnamassaň gatlagynyň galyňlygy

μ - aýnamassaň şepbeşikligi

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.

Çykaryjy bölegiň ýylylyk balansy aşakdaky deňleme bilen ýazylýar:

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

Bu ýerde $G = KF$ – çykarylýan aýna massasynyň mukdary, K – aýna massasynyň udel göwrümi, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{sag}$, F – pejiň meýdany, m^2 , c – çykarylýan aýna massasynyň $t_1 - t_2$ temperaturalar interwalynda udel ýylylyk sygymy, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, t_1 - çykaryjy bölege düşýän aýna massasynyň ortaça temperaturasy, $^\circ\text{C}$, t_2 – yzyna gidýän akymyň orta temeperaturasy, t_3 – çykarylýan aýna massasynyň temperaturasy, $^\circ\text{C}$, Q_1 – pejiň çykaryjy böleginiň daşky gurşawa ýitirýän ýylylyk mukdary, kJ/sag , Q_2 – pejiň gaýnatma böleginde

ýa-da çykaryjy bölegine şöhlenme we gaz akymlary bilen geçirilýän ýylylyk mukdary, kJ/sag, n – akymkoeffisiýenti. $t_2=t_3$ ýagdaýda:

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

Gazyň akymyny regulirlmek üçin dürligurallary ulanmaklyk akym koeffisiýentini üýtgemäge we pejiň dürli bölekleriniň arasynda aýna massa çalşygyny korrektirlemäge mümkinçilik berýär. Wanna pejiniň dogry (işlemegi üçin açyk bölünen temperatura maksimumyny hemişelik derejede saklanmaklyk zerurdyr. Bu bolsa şihtaň bişirme şertini gowulaşdyrýan döküji sikli aktiwizirlemäge mümkinçilik berýär. Şu maksat üçin hem goşmaça elektriki gyzdyrma we kwelpunkt oblastynda aýna massaň burleniýesi amala aşyrylýar.

Wanna pejiniň gowy işlemeginiň esasy şerti – ýylylyk pejiniň hemişiliginiň berk ýerine ýetirilmegi we şonda aýna massasy durnuklylygyny saklaýar, we olaryň intensiwligi we trassalary üýtgemän galýar.

Aýna gaýnatma prosesi. Wanna pejine guýlan şihta we aýna döwürler aýna massaň üstünde oňa çalaja çümdirilen 150-200 mm galyňlykdaky gatlagy emele getirilýär. Şihta aşakdan aýna ergini bilen, ýokardan ýangynyň şöhlelenmesiniň hasabyna gyzdyrylýar. Gyzdyrylmagyň täsirinde şihpanyň üsti bişýär (спекается), soňra şihtaň täze üstüni ýalaňaçlap akýan erginiň köpürjklänýuka gatlagy döreýär. 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 şihtaň gatlagy izomerlenen uçastoklara dagaýarlar, soňra doly ereýär we diňe köpürjik galýar

Şihtaň gatlamagy bilen örtülen wanna pejiň bölegi şihpanyň serhedini döredýär: köpürjik bilen örtülen indiki bölek – köpürjigiň serhedi. Bu iki bölege bilelikde – gaýnatma zonasy diýilýär we olar wanna pejiň guýma soňy bilen kwelpunktyň arasynda ýerleşýärler. Kwelpunkdan soňky pejiň bölegine zonasy diýilýär, bu zona üçin gaz düwmeleriniň bölünip çykmagy mahsusdyr, netijede aýna massaň üsti düwmejikler bilen örtülýär we ”jybyr” bolup görünýär.

Ýagtylanma zolagyna studka zolagy degip durýar. Bu zolagyň üsti ýüz görülyän aýna ýaly bolmalydyr, sebäbi kadaly şertlerde gazlaryň çykyşy öňki zolagda tamamlanýar.

Degenizasiýanyň dowam etmekligi ýagtylanmanyň gutarylmadygyny ýa-da ikilenji köpürjikleriň dörändigi görkezýär. Iki ýagdaýda hem gaýnatmanyň dogry gidişiniň bozulandygyny (ýagtylanma çäginin süýşmesi, aýna massasynyň artyk gyzdyrylmasy we başg.) görkezýär.

Şihtañ we köpügiň serhedini hemişe kontrolykda saklamaly, sebäbi bu çäkleriň üýtgamezligi aýna gaýnatmaň şertleriniň stabildigine şaýatlyk edýär. Şihta bilen köpügiň serhetleriniň ýagdaýynyň hemişelik bolmagy – pejiň iş režiminiň kontrol parametriniň berk ýerine ýetirilmegi bilen üpjün edilýär: maksimal temperatura, ýangyjyň umumy sarp edilişi, pejiň gaýnatma böleginiň uzynlygy boýunça ýokarky gurluşyň temperaturasy, studka temperaturasy, aýna massany sygdyrmak boýunça pejiň öndürijiligi. Açyk aýna (zerkal) zonada pejiň 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 däldir. Şu şertler bozulanda tehnologi, ýylylyk we gaz režimleriniň defektlerini derrew ýüze çykarmak we aýyrmak hökmanydyr.

Şihta we köpük gaýnatma zonada aýna massaň aýnasyny (zerkal) berk ýapmalydyr. Dogry gaýnatmaň şaýady bolup, şihtañ ýokarysyna uly düwmeleriň bölünip çykması şaýatlyk edýär. Gaýnatma köpüginin çägi açyk bellenen, köpügiň özi bolsa jaýryk bolmalydyr. Şihta we köpük bilen örtülen aýnaň (zerkal) meýdany pejiň gyzdyrylýan böleginiň 40-50% töweregi, gaýnatma köpüginin zonasy bolsa şihtanyň zonasyndan kelte bolmalydyr. Gaýnatma zonalarynyň çäkleriniň üýtgemegi çuň gatlaklary gyzdyrmagynyň režimini bozar, bu bolsa çykaryjy akyma termiki we himiki birmeňzeşligi boýunça defektli aýna massasynyň goşulmagyna getirmegi mümkin.

Şihtany we aýna döwügi guýmak üçin stolly ýa-da rotorly mehaniki ýükleýjiler ulanylýar.

Rotor tipli ýükleýjiler wana peje şihtanyň we döwügiň aýratyn berilişini üpjün edýär. Aýna döwügiň gatlagyna şihta guýulýar. Aýna döwügiň bölekleriniň ölçegi 30-60 mm. Döwügiň

şıhtadaky mukdary 15-20% (üýtgame $\pm 2,5\%$). Kăbir 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 (рпебкa) dolanyş-başlangyç hereketi bilen şihtanyň kesgitli porsiyalaryny iteklemek prinsipi boýunça işleýärler. Stolly ýüklenişde şihtañ bilen aýna döwüş özünden garyşdyrýarlar.

Ýükleýiş fronty şihtanyň berilişini basseýniň takmynan tutuş ini (iniň 80%-den az däl) boýunçaüpjün etmelidir. Munuň üçin birnäçe (3-5-eçenli) ýükleýjiler oturdylýar. Guýluşyň beýle işinde şihtanyň deňölçegli berlişi, onuň hereketiniň pes tizligi we gatlagyň uly bolmadyk galyňlygy üpjün edilýär. $\pm 2\text{ mm}$ takyklykda aýna massaň üýtgeşsiz derejesinisaklamak üçin ýükleýjiler derejesini saklamak üçin ýükleýjiler awtomatiki režimde işleýärler we pejiň sowadyş böleginde oturdalynan dereje ölçeyjiler bilen baglanşdyrlar. Bu bolsa aýnanyň çykymy üçin durnukly şertleri döretmäge we odaçydamlylaryň poslap dargamasyny azaltmaga mümkinçilik berýär.

3.4. Ýylylyk düzgüni

Tebigy gaz bilen gyzdyrylýan uly wanna peçleriniň temperatura maksimumy $1580\pm 10^{\circ}\text{C}$, suwuk ýangyç bilen bolsa gyzdyrylýanlaryňky $1550\pm 10^{\circ}\text{C}$. Pejiň 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 kontrollyk 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% töweregi. Maksimum temperaturany üpjün edýän gorelkalaryangyjy

has köp sarp edýärler. Ýangyjyň sarp edilişi 1-nji gorelkadan kwelpunkt gorelkasyna çenli artýar, soňra yzygiderli azalýar.

Gaýnatma zonaň kontrol nokady hökmünde guýulyş jübüsindäki aýna massaň 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 düzgüniniň esasy – pejiň ýangyn giňişliginde gazly gurşawyň düzüminiň we basyşynyň hemişeligi. Aýna massasynyň zerkal derejesinde gowşak položitel basyşy, pejiň özünde hem-de maşyn kanalynda-da saklamak zerurdyr.

Peç boşlugynda basyşyň hemişeligi tüsse turbanynyň şiberiniň üýtgemeginde difmanometriň duýdurylmagy boýunça awtomatiki belleniýär. Studoçny zonada basyş derejesiniň üýtgemesi $\pm 0,5\text{ Pa}$ -dan geçmeli däl.

Maşyn kanallarynyň we peç örümleriniň 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 aşakdaky artykmaçlyk koeffisiýenti bilen ýakylýar: ilkinji iki gorelka $\alpha=1,03-1,05$, gaýnatma zonaň beýleki gorelkalarynda $\alpha=1,08-1,1$, arassa zerkal zolagynyň ýakyjylarynda $\alpha=1,15-1,25$. α -nyň gyşarmasy $\pm 0,01 - 0,05$ çäklerde bolmaly.

Ýangyn önümleriniň çykarylyşy esasan garşydaş gorelkalarda, ýylylyk naprýaženiýalary üýtgamez ýaly goňşy gorelkalara sorulmazadan amala aşyrylýar. Turbadan çykýan tüsse reňksiz bolmaly. Ýakyjylaryň ýangyny garşydaky gorelkalara geçmeli däl we sütüniň aşagynda köwlenen, şihlaň zonasynda bolsa çalarak tüsselenýän bolmalydyr.

Aýna gaýnatma prosesiniň bozulmalary we olaryň önüniň alnyşy. Şihla bilen köpügiň serhet ýagdaýlarynyň hemişeligi aýna gaýnatma pejiň normal işiniň esasy görkezijisidir. Gaýnatma zolagy wana pejiň göni okuna otnositel simmetriki bolmalydyr. Bu oka

göra gaýnatma zolagynyň ol ýa-da beýleki tarapa süýşmesi - pejiň kadaly işleýşiniň bozulmasyny görkezijisidir.

Gaýnatma zolagynyň süýşmesi esasan pejiň taraplaryna ýangyjyň deňölçegsiz sarp edilmegi pejiň sag we çep taraplarynyň deň bolmadyk soruş şertleri we ýükleýiş fronty boýunça şihtä we döwür bilen iýmitlenmegiň dogry regulirlenmeginiň bozulmasy sebäpli ýüze çykýar. Şeýle bozulmalaryň netijesi süýşme zolagynda temperaturanyň peselmegidir. Süýşmäni aýyrmak üçin şihtanyň berilişini azaltmak we peselen temperatura tarapa aýna döwürüň berilişini köpeltmäge rugsat berilýär.

Gaýnatma zolagynda erän aşgaryň (natriý sulfaty) yzynyň ýüze çykmagyna ýa-da köp köpürjiklemäge ýol berilmeli däl, 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, şekili dolandyryş pultyna gaçırýan telewizion kameralar oturdylýar. Bu usul gaýnatmanyň gidişine tutuş (zerkal ýagdaýy, aýnanyň häsiýeti we beý.) gözegçilik etmäge mümkinçilik berýär. Perekoslar bolmaz ýaly pejiň çep we sag tarapyndaky maşynlaryň deň öndürilijiligi (aýnanyň massasy boýunça) regulirlenen bolmalydyr. Gaýnatma serhediniň ýagdaýy peç planynyň kartogrammasynda her smenada 4 gezek wanno-maşyn sehiň iş žurnalynda fiksirlenilýär.

Şihtanyň bişismegini haýallanda ýa-da maksimumyň temperaturasy 30°C- dan köp peselende ýokary mukdarly aýna döwürli şihtä guýmaklyga geçirilýär, temperaturanyň has peselmeginde (1450°C-a çenli) diňe aýna döwür guýýarlar.

Aýna döwür yetmezçiliginde aýna massanyň üýtgemeyän derejesini saklamak üçin 1 ýa-da birnäçe maşyny duruzýarlar.

Arassa zerkal meýdanynda aýnanyň belli ölçeginde we ahyrky jübüt gorelkalaryň yzyndan köpürjikler ýüze çykan ýagdaýynda-aýna massasynyň alnyşy şihtä bilen köpürjigiň araçägin, pejiň zolagy boýunça howanyň we pejiň sarp edişini, gaz gurşawyň basyşyny, şihtada dikeldiji bilen sulfatyň gatnaşygyny kadalaşdyrmak boýunça çäreler görülýär. Ondan başgada

temperaturanyň ölçenişiniň dogrylygyny barlamaly we aýrylýan gazlary analiz etmeli.

Odaçydamlylaryň dargamagy netijesinde döreýän ýerli düwmeleriň çykmasyny sowadyjylaryň oturylmasy bilen düzedýärler, pejiň dürli ýerindäki odaçydamlylardan çykýan düwmeleriň uly mukdary ýüze çykanda- ýylylyk we gaz retimlerini normallaşdyrýarlar.

Aýna massaň 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 birmeňzeşdälligi, daşlaryň ýüze çykmasynda ýa-da durgun uçastoklarynyň emele gelmegini maşyn kanallarynyň we wanna peçleriniň jübüleri we lotoklary bilen aýna massanyň hapalnan üstki gatlaklaryny aýyrýarlar.

Pejiň studka we çykaryjy bölejiklerindäki temperatura $\pm 1^{\circ}\text{C}$ -dan artyk üýtgemeli däl, dykzlygyň sutkalaýyn üýygemesi bolsa $\pm 0,0005 \text{ } 2/\text{cm}^3$ –dan. Bu şertleriň ýerine ýetirilmegi üçin- şihanyň düzümi, döwür- şihata gatnaşygy, pejiň öndürjiligi we beýleki parametrlar üýtgeşsiz bolmalydyr. Demir oksidiniň $\text{FeO} \div \text{Fe}_2\text{O}_3$ saklanyşy durnukly ýagdaýda bomaly, sebäbi şonda aýna massaň kesgitli ýagtylyk we ýylylyk durlygy üýtgeşsiz saklanylýar. Demir oksidiniň 25-30% peseltmeklik aýna massaň artyk gyzmagyna we kiçi akyma aýna massaň diffektli (düwmeler, swiller we baş.) aşaky gatlaklaryň goşulmagyna getirýär.

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

Listleýin aýna öndürilýän zawodlarda aýna massaň hiline gözegçilik etmek üçin we ol ýa-da beýleki sebäpleri we kemçilikleri ýüze çykarmak üçin PTE boýunça aýnaň hilini kontrollyk etmek aşakdaky tertipde alnyp barylýar. Aýnaň düzüleni az bolanda 7 günde bir gezek her BBC sistemada kontrollyk edýärler; günde bir gezek: 1m^2 -da aýnaň porogynyň mukdaryny maşynlar boýunça,

düzümiň hemişeligi we aýna massasynyň birmeňzeşligi fiziki usullar bilen, aýnanyň köýdürilmeginiň hili, aýna lentasynyň hili, gaty goşulmalaryň we swilleriň tebigaty, aýnaň ýagtylyk geçirijiligi, demir oksidiniň mukdary kontrolyk edilýär. Gaz goşulmalaryň tebigaty we mukdary zerurlyk ýüze çykanda kontrolyk edilýär.

3.5. Aýnanyň kemçilikleri

Aýnanayň düzümine girýän başga goşundylara aýnanyň kemçilikleri diýilýär. Hakyky aýna elmydama kemçilikleriň ol ýa-da beýleki mukdaryny saklaýar we şonuň üçin aýnanyň her bir görnüşi üçin kemçilikleriň häsiýeti we mukdary boýunça öz talaplary bar. Has ýokary talap optiki aýnalara we tehniki aýnalary käbir görnüşinde edilýär, az talap- gap öndürmek üçin aýna. Ähli kemçilikler aýnadan ýasalan önümiň hilini peseltmek we zaýalygyny mukdaryny köpeltmek ýaly umumy häsiýetlere eýedir. Kemçilikleriň 3 görnüşini tapawutlandyryrlar: gaz, aýnagörnüşli, kristaliki .

Gaz goşulmalar ölçegi, görnüşi we reňki boýunça tapawutlanýar. Gaz goşulmalaryň ölçegi mm-in böleginden birnäçe mm-e çenli 0,8 mm-den kiçi köpürjiklere aýnatehnikada adaty "çirkeý" (мошка) diýip atlandyrylýar. Görnüşi boýunça köpürjikler - sferiki, ellipsoid, sapak görnüşli bolýarlar. Köpürjikler başga çökündiler ýa- da goşulmalar bilen reňklenen ýa-da reňksiz bolup bilerler. Köpürjiklerde dürli gazlar bar: CO_2 , SO_2 , O_2 , H_2O we beýlekiler. Köpürjikler aýna önümleriniň görnüşini, durulygyny, himiki durnuklylygyny we mehaniki gatylygyny ýaramazlaşýarlar.

Gaz goşulmalaryň sebäpleri dürli – dürlidir. Gelip çykyşy boýunça *ilkinjiler* we *ikilenjiler* (ikilenjilere) bolup biler. *Ilkinji* düwmeler şihanyň gazgörnüşli dargama önümleriniň çykarylmandygy netijesinde döreýärler. Silikat we aýna emele geliş stadiýasynda ýüze çykýan gazlar ýagtylandyryjy tapgyrynda hemişe doly aýrylanoklar. Bu birnäçe sebäplere görä bolýar we netijede ýagtylandyрма düzgüni bozulýar. Peselen temperatura we ýagtylanmanyň dowamsyzlygy aýna massaň artykmaç alynmagy we nädogry temperatura režimi, şihada ýagtylandyryjylaryň

ýetmezçiligi ýaly birnäçe sebäpler aýna massada düwmeleriň ýokary konsentراسیýalyga getirýär.

Ikilenji düwmeler adatça aýna massaň gaýtadan gyzdyrylanda ýüze çykýarlar. Aýna massada elmydama sulfatlaryň we karbonatlaryň ergin galyndylarynyň käbir mukdary bolýar. Bu galyndylar degişli şertlerde (temperaturanyň ýojkarlanmagy, dikeldiji sreda, gaty üst bilen kontakt) gazlary döredip dargaýarlar. Şeýlede aýna massa garyşan gazlaryň käbir mukdaryny saklaýar. Bu gazlar näçe köp bolsa, şonçada aýna massa ikilenji düwmeleri döretmäge ýykgyň edýär.

Natriý sulfatynyň galyndylary darganda dürli dikeldijileriň täsiri astynda düwmeleriň köp mukdary döräp biler. Ikinji düwmeler aýna massanyň odaçydamlylar bilen ozara täsirleriniň netijesinde-de döräp biler. Aýna massasynyň degişýän gatlaklary Al_2O_3 , SiO_2 we başgalar bilen baýlaşdyrylýar. Bu bolsa deňagramlylygyň süýşmesine we garyşan gazlaryň düwme emele getirip bölçünmegine getirýär. Odaçydamlylaryň boşlugynda uglerodyň bolmaklygy hem düwmeleriň emele gelmeginiň sebäbi bolup biler.

Odaçydamlylardaky demiriň birleşmeleri hem aýna massa garyşan dyzlaryň dargamagyna katliki täsir edip, gazlaryň aýrylmagyna ýardam edýär. Şonuň üçin odaçydamlylaryň hilini ýokarlandyrmaly: dykyzlygyny, aýna durnuklylygyny, berkligini we arassalygyny.

Aýna massa metalliki demir (obzal, armatura bölegi we ş.m) hem düşüp biler w ol aýna massada eräp ony reňkleýär, demiriň uglerody düwmeleri bölüp çykaryp okislenýär.

Düwmeleriň ölçegleri olaryň gelip çykyşyny görkezip bilerler: kiçi düwmeler aýna massa gaýtadan gyzdyrylanda döreyär, uly düwmeler odaçydamlylygy bilen serhetde täzedden dikeldilende, howanyň mehaniki girizmesinde, halmowka wagtynda döreyärler. Şonuň üçin düwmeleriň döreyän ýerini we sebäbini kesgitläp, olaryň ölçeglerine üns berýärler, soňra olaryň has köp döreyän ýerine we aýratynlyklaryna (çökündi, reňki, gazlaryň düzümi we ş.m). Erkin şeloklaryň ýüze çykması aýna lentasynda aşgarly düwmeleriň döremeginiň sebäbi bolup biler, şonuň üçin şihpanyň düzümi we gaýnatma režimi aýna massada SO_3 -iň 0,4%-den artyk bolmazlygyny üpjün etmelidirler. Düwmeleriň tebigatyny

görkezmek üçin, olary ýörüte taýýarlanan görkezme aýnalaryndan çykaryp aýratyn metod bilen gazly düzümi analizleýärler. Gazlaryň düzümini dürli siňdirijileriň (gliserin, prigallol, hlorly ammonyý we başg) kömegi bilen kesgitleýärler. Düwmelerdäki gazlaryň düzümi boýunça olaryň gelip çykyşy barada, näçe kyn bolsada, aýtmak bolar, sbäbi gazlaryň şol bir düzüminde düwmeleriň gelip çykyşlary dürli bolup biler. Penjire aýnasynyň düwmelerindäki gazlar aşakdaky ýaly gelip çykyşlara eýe bolup bilerler: a) tamamlanmadyk ýagtylandyrma (karbonatlaryň we sulfatlaryň galyndylarynyň dargamagy) – CO_2 , SO_2 , O_2 ; b) ikilenji düwmeler(natriý sulfatynyň dargamagy)- SO_2 we O_2 ; ç) aýna massa mehaniki salnan howa- N_2 we O_2 ; d) odaçydamlynyň boşlugy- N_2 , O_2 , CO_2 , CO ; e) aýna massadaky demir- CO_2 , CO , H_2S we H_2 ; ä) maşynasty kameraň gazly sredasy- N_2 , O_2 , CO_2 , SO_2

Sulfat (aşgar) düwmeler daşky görnüşi boýunça ýeňil kesgitlenilýär. Şeýle düwmeleriň içinde- ak, sarymtyl ýa-da mawyrak reňkli nalet bar, olar N_2 , SO_2 , O_2 saklaýarlar, köp halatda bolsa gazsyzdyrlar. CO we H_2 ýaly gazlar aýnaň komponentleri we düwmeleriň gazlary bilen ikilenji reaksiýa girip bilerler, şonuň üçin CO_2 , SO_2 , O_2 , N_2 analiz prosesinde san taýdan kesgitleýärler.

Gazlaryň gelip çykyşy barada gutarnykly netije çykarmak üçin olaryň ol ýa-da beýleki gaz çeşmesine häsiýetli gatnaşygyny bilmek gerek meselem, oda çydaýjylardan çykýan düwmeler esasan howadan durýar we turşy gazlary saklanok diýen ýaly.

Aýna görnüşli goşulmalar. Aýna esasan sapaklary we süýümleri döredýän başga düzümiň goşulmasyna swiller diýilýär. Has gödek aýna görnüşli goşulmalara şililler diýilýär. Aýna görnüşli goşulmalar esasy aýna massa bilen deňweşdirilende başga dykyzlyga, döwülme koeffisiýentine, düzüme, kähalatda reňke eýedirler.

Değişli relýew döredýän swillere üstki, aýnaň göwrümindäki bolsa içki swiller diýilýär. Ýörüte usullaryň (polýarlaşan ýagtylyk) kömegi bilen ýüze çykarylýan örän inçe swiller hem bar. Swilleriň döremekleriniň sebäpleri dürli-dürlidir: başga düzümiň döwüginini ulanmak, şihpanyň erbet garyşmagy, şihpanyň himiki düzümini bozmaklyk, durgunlaşan aýna massanyň işçi akyma goşmak we başgalar.

Köp halatda aýna görnüşli goşulmalaryň çişmesi- oda çydamlylaryň korroziýasydyr. Aýna massa odaçydaýjy bilen diňe himiki däl, mehaniki hem täsirleşýär. Şonda aýna massa eremek netijede oda çydaýjylaryň diňe himiki komponentleri däl, eýsem hereket edýän aýna massaň ýuwuş prosesinde goparylýan oda çydamlylaryň bölejikleri hem goşulýar. Oda çydamlylar kristalliki fazadan başga aýna görnüşli faza hem eýedirler. Bu aýna görnüşli faza aýna massada ereýär we düzümi boýunça başga balansyň swilleri döredýär. Oda çydamlylaryň kristalliki fazasy hem aýna massa garyşanda swilleri berýär. Bu prosesleriň netijesi oda çydamly bilen serhetleşýän aýna massaň gatlaklarynyň korroziýa önümleri bilen baýlaşmasydyr. Bu gatlaklar çykaryjy zolagyna ýylylyk akymlyry bilen äkidilýär we swilleriň sebäbi bolýar.

Aşgarlaryň buguny saklaýan gyzgyn gazlaryň oda çydamlylar bilen özara täsiri netijesinde hem swiller döredýär. Wanna peçleriniň sütünleri we asma diwarlary aşgar buglaryny adsorbasiýasy netijesinde we üstki gatlakda has ýeňilereýän birleşmeleriň döredýänligi sebäpli adatça aýnalan an üste eýedirler. Oda çydamlynyň bu aýnalan an gatlagy korroziýanyň güýçlenmeginde, aşak akyp aýna massa goşulžýan damjalary döredip biler. Degişli komponentler (meselem, dinas sütüniniň kremnezemi) bilen baýlaşan damja aýna massada eräp başlaýar we eremeklik kähalatda gutarmaýar we neijede swiliň çeşmesi ýüze çykýar.

Aýna görnüşli goşulmalaryň erginliligi olaryň üstdartyşyna bagly: kremiýerli swiller aýna massa garanynda kiçi üst dartyşa eýe we olar otnasitel ýeňilereýärler. Glinozýomly swiller aýnanyňkyda uly üst dartyşa eýe bolup kyn ereýärler.

Şu sebäpli çykaryjy zolagynda ýokary aýnadurnuklyly oda çydaýjylar ýa-da aýna massada korroziýa önümi ýeňil ereýän kremnezomyň köp mukdaryny saklaýan oda çydaýjylar ulanylýar.

Swilleriň gelip çykyşyny himiki ýa-da spektral analiz bilen kesgitleýärler. Bu metodlar swilli aýnanyň aýrylmagyny we analiz üçin degişli taýýarlygy talap edýärler. Rentgenoflüouessent ýa-da mikrorentgen analizi prosedurasy ýönekeleşýär. Şonda swiliň element düzümini etalan aýnanyň düzümi bilen deňeşdirýärler we tapawut boýunça swiliň çeşmesini kesgitleýär. Eger swiliň sebäbi oda çydamlynyň döwülmesi bolsa, korroziýa uçastogyny sowatmak

we oda çydamlyň aýna massa goşulmasyny togtatmk ýaly çäreler görýärler. Başga ýagdaýlarda gaýnatma režimini we çykarylyşy durnuklaşdyrýarlar hem-de swilleriň beýleki potensial çeşmelerine (şihta, ortalaşma we beýlekiler) aýyrýarlar.

Kristalliki goşulmalar. Aýnada gaty goşulmalar ýa-da aşakdakylaryň netijesinde döreýärler: aýna massaň kristallaşmasy, oda çydamlynyň bölejikleriniň aýrylmany, şihanyň komponentleriniň bişmegi bolmazlygy, beýleki sebäpler (sulfatly we hromly goşulmalar).

Kristallizasiýa önümleri ýa-da “kristallizaiýa daşlary” aýnaň kristallaşmasy netijesinde ýüze çykarýarlar. Olar dürli ölçegli, ýöne dogry geometriki formalydyrlar. Bu daşlar aýry-aýrylykda-da bolup bilýärler, ýygnaňsan görnüşde-de. Kristallaryň döreýän ýeri adatça bölünişi serhetleri hyzmat edýärler. Senagat aýnalarynda köplenç tridimit, kristabolit, wollastonit, psewdowollastonit, dewitrit, diopsid bölünip çykýarlar. Aýna massany gerekli temperaturada uzak wagtlaýyn saklanyňda, goşulmalar we gazlar bolanda, düzümi bozulanda we birmeňzeşdälligini şeýle kristallar ýüze çykýarlar.

Listleýin çekilýän aýna kristallary gaýylyklaryň formirleýji üstlerde döreýän dewitridi $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ bölüp çykarmak häsiýetlidir soňra bu kristallar aýna lentasynyň üstüne düşýärler (kiçi ýygnaňmalar ýa-da zynjyrlyklar). Kristallizasiýa bolmazlygy üçin aýnanyň gaplama temperaturasy kristallizasiýanyň howply interwalyndan $25-30^\circ\text{C}$ beýik bolmalydyr.

Oda çydamlylaryň döwürleme önümleri aýna gaýnatma peçlerinde ulanylýan oda çydamlylaryň defektleriniň netijesidir: jaýryklar, ulydänelilik we dykyzdäl struktura, baglňsygyň az aýna durnuklylygy we ýokary mukdary ýa-da aýna görnüşli faza (elektroeredilen oda çydamlylar) we ş.m.

Oda çydamlylaryň aýna massasyna düşende emele gelýän daşlaryň üç görnüşü bar: bakor, dinas we şamot daşlary. Ondan başga-da pejiň ýokarky diwaryndan akyp we baseýiniň glinomzýomly oda çydamlysy bilen täsirleşip döreýän damjalar bişip emele gelýän garyşyň kremnezýom - glinomzýomly garyndylar hem duş gelýärler. Oda çydamlynyň görnüşini

petrografiki metody bilen kesgitleýärler, sebäbi olaryň her biri öz kristalloptiki aýratynlyklara eýedirler.

Bişişmedik ýa-da şihmanyň daşlary şihmanyň gaýnamadyk komponentleriň galyndylarydyr. Bu däneleriň ýüze çykmasykynereýän koponentleri, çärede agyr minerallaryň galyndylarynyň, şihmanyň gatlaşmasy, gaýnatma režiminiň bozulmasy, gaýnatmada kristobalitiň döremegi ýaly sebäplerdir. Bişişmegiň şertleri ýaramazlaşanda aýna massada pematidiň, korundy we çägäniň agyr fraksiýalarynyň (kianit, sillimanit, sirkon, hromit), kwars däneleri, glinomzýomly komponentleriň tokgalary, izwestnýagyň, hekiň we natriý sulfatynyň kremeni galýarlar.

Natriý sulfatynyň gatan damjalary görnüşindäki sulfat goşundylary jaýryklaşan struktura eýedir. Bu goşulmalaryň döremeginiň sebäpleri bolup bilýärler: pes temperaturada we dikeldijiniň ýetmezçiliginde, gaýnatma zonasyndaky aşgar damjalar; çykym zolagyndaky şelok ergini (kükürtli gaz bilen kislorodyň aýna massanyň ýokarky gatlagyndaky aşgarlar bilen ozara täsirlerinde döreyän); sulfat buglarynyň kondensasiýasy netijesinde, çykaryjy ýerinde sowadyjylaryň üstündäki natriý sulfatynyň çökündisi. Temperaturany galdyryp we gaýnatma zonasynda normal dikeldiş şertlerini döredip- aşgarly goşulmalary aýyrýarlar. Eýýäm dörän şelok erginini üstünden aýyrýarlar.

Aýna massadaky gara nokatlar- aýnada kyn ereýän hromitlerdir. Olaryň ýüze çykmasynyň çeşmesi- transportirowka edilende hromly birleşmeler bilen hapalanan çig mal komponentleridir. Hromly minerallar kähalatda çägelereň agyr fraksiýalarynda hem saklanýarlar.

3.6. Aýna önümçiliginiň peçleri

Şihtadan önüme ýaramly aýna massasyny almak prosessi – zerur temperatura şertlerini we materiallara ýylylyk akymyny üpjün edýän aýna gaýnadylýan peçlerde bolup geçýär.

Senagatda ýylylyk režiminiň we tehnologiýa prosessiň häsiýetleri bilen tapawutlanýan peçleriň 2 tipi ulanylýar: periodiki hereket peçleri – gorşokly we wannaly: üznüksiz hereket peçleri - wannaly

Gaz halyndaky we suwuk ýangyç bilen gyzdyrylýan ýangynly aýna gaýnatma peçleri has hem giň ýaýrandyrlar. Bu peçleriň konstruksiýasy, olarda ýylylyk we massa çalyşygy “Silikat tehnologiýasynyň ýylylyk prosesleri” diýen kursda seredilýär. Aşakda diňe elektro gaýnatma we peçleriň ösüş perspektiwasy boýunça, hem-de olaryň ulanyş aýratynlyklary barada gysga maglumatlar getirilendir.

Elektrik we ýangyn – elektrik peçleri.

Aýna gaýnatmak üçin elektriki peçleriň ýangynly peçlere baraňda aşakdaky artykmaçlyklary bar: pejiň işçi kamerasynda ýangyjyň ýanma önümleriniň we gazlar bilen ýylylyk ýitgisiniň ýoklygy, gorag meýdanynyň kesgitlenmegi netijesinde pejiň işçi kamerasynyň goralýan ýylylyk ýitgisiniň kiçelmegi we önümleriň gowy ýylylyk izolýasiýasy, aýna gaýnatma prosesi üçin optimal ýylylyk režimini döretmek, aýna massa aýnasynyň (зеркала) üstünde islendik gaz sredasyny döretmek, şihadan we aýna massadan uçýan birleşmeleriň ýitgisini azaltmak.

Bu artykmaçlyklar pejiň PTK-i 0,6 çenli ýokarlandyrýarlar, şihatanyň we ýylylygyň udel çykdaýjysyny azaldýarlar, udel iýimi (съем) ýokarlandyrýar hem-de ýylylyk režiminde we pejiň rasional konstruksiýasynda aýna massaň hilini gowulaşdyrýar.

Aýna gaýnatmak üçin ulanylýan elektrik peçleri ýylylyk berijilik we elektro energiýany öwürmek prinsipleri boýunça 3 topara bölünýärler: göni gyzdyрмаň garşylyk peçleri, keseleýin gyzdyрма garşylyk peçleri, ýokary ýygylykly peçler. Köp ýaýranlary birinji toparyň peçleri – senagatda aýnanyň köp tiplirini gaýnatmak üçin ulanylýan göni gyzdyryş garşylyk peçleridir. 2-nji we 3-nji toparyň peçleri aýratyn sredany ýa-da başga aýratyn şertleri talap edýän ýörite aýnalary gorşoklarda gaýnatmak üçin ulanylýarlar. Göni gyzdyryş garşylyk peçleriniň öndüriligi sutkada 0,5-den 100t çenli. Beýleki toparlaryň peçleriniň öndüriligi onlarça kg-dan 100 kg çenli.

Elektriki aýna gaýnatma peçlerinde ýylylyk çalyşma prosesipejiň konstruksiýasynyň umumy çözgidine bagly. Keseleýin gyzdyrylyş garşylyk peçlerinde we ýokary ýylylykly peçlerde ýylylyk alyş-çalyş prosesi aýna massaň özündäki ýylylyk çalyşygyna hasap etmezden, bu tipiň adaty elektriki peçlerindäki

ýylylykalyş-çalyş prosessi ýalydyr. Aýna massada ýylylyk çalyşma prosesinde ýylylyk geçirijilik bilen berilýän ýylylykdan başga-da, şöhle göýbermek bilen geçirilýän ýylylygy hem göz önünde tutmaly, käbir halatda bolsa konweksion akymlarynyň bardygyny hem göz önünde tutmaly. Göni gyzdurma elektriki peçlerinde ýylylyk çalyşygy elektriki toguň erän aýna massadan geçende döreýän ýylylyk meýdanyna baglydyr.

Göni gyzdyrylýan elektriki aýna gaýnatma peçleri aýna massaň hereketiniň ugry we umumy konstruktiv çözüwi boýunça 2 topara bölünýärler. Pejiň gaýnatma böleginiň aýna zerkalasyna erän aýna massasynyň üstünde ýatýan şihata gatlagy bilen doly ýapylan birinji toparyň peçlerinde aýna gaýnatma prosesi şihataň gatlagynyň aşagynda ýatýan göwrümde geçýär. 2-nji toparyň peçlerinde ýangynly wana peçleriň basseýniniň umumy konstruktiv çözüwi we umumy iş prinsipini ulanylan. Bu peçlerde şihata we köpükli ergin pejiň gaýnaw zolagynyň aýna zerkal böleginde ýerleşýär. Aýna massaň döküji jübiden çykym zolagyna umumy hereketi – keseleýin.

Birinji toparyň peçlerinde aýna emele geliş prosesinde emele gelen gazlar şihadan we aýna massadan bölünip çykan uçujy birleşmeler şihata gatlagynda geçip, oňa özüniň ýylylygyny berýär we şihany $150-200^{\circ}\text{C}$ gyzdyrýar. Uçýan birleşmeler şihata gatlagyndan geçenlerinde kondensirlenýärler we şihataň bölejiklerinde oturýarlar. Bu bolsa uçujy birleşmeleriň ýitgisini azaldýar. Meselem, B_2O_3 -iň ýitgileriniň prosenti 15-20-den 2%-e çenli azalýar. Erän aýna massaň üstünde ýerleşýän şihata ýylylyk izolýatordyr we şihataň üstüniň temperaturasy $120-200^{\circ}\text{C}$ -dyr.

Elektriki wana peçleriniň gaýnaw basseýnlerinde aýna massanyň çuňlygyna aýnanyň üstünden käbir aralykda maksimal temperaturalar zonasy bar. Basseýniň düýbinde we aýnanyň zerkalasyna ýa-da şihata gatlagynyň aşaky üstüne aýna massaň temperaturasy peselýär. Maksimumyň ýagdaýy we basseýniň çuňlygyna temperatura egrisi – elektrodларыň formasyna, ölçegine we olaryň basseýnde ýerleşişine baglydyr. Basseýniň boýy we ini boýunça temperaturanyň paýlanyşy şu sebäplere hem baglydyr. Temperatura ergisi maksimum bolup bilerem, bilmezem.

Pejiň gaýnaw böleginiň aýnasynyň zerkalasy şihda bilen doly ýapyk elektriki wanna peçlerinde şihdany gyzdyrmak we eretmek, hem-de aýna emele gelmäniň birinji stadiýasy geçmek üçin zerur ýylylyk – şihdanyň gatlagyndan geçýän gazlar we şihdaň gatlagynyň aşaky ergin aýna massaň aşakda ýatan gatlaklaryndan geçirilýär. Aýna emele geliş we eremek birinji stadiýalary prosesleri şihda bilen ergin aýna massaň arasyndaky gatlakda geçýär. Aýna emele gelişin indiki prosesleri we täze emele gelen aýna massanyň ýeneden gyzdyrylmasy şihdanyň aşagynda ýerleşen basseýniň göwrümünde bolup geçýärler.

Şihda bilen zerkalasy bölekleýin ýapyk 2-nji toparyň peçlerinde gyzdyrmak we aýna emele gelişin birinji stadiýasy üçin ýylylygyň esasy mukdary şihda gatlagynyň aşaky üstünden aýna massa bilen geçirilýär, ýylylygyň az mukdary şihda gatlagynyň ýokarky üstünden germewleriň içki üstünden şöhle göýbermeklik bilen geçirilýär. Işçi kameranyň germewleri ýylylygy aýnanyň açyk zerkalasyň şöhle göýbermeginden alýar. Aýna massanyň çykym zolagyna umumy gorizonta hereketi aýna emele gelişin indiki prosesleri üçin, köpükli ergini we ýene dörän aýna massany gyzdyrmak üçin zonalaryň gaýnaýyş basseýniň uzynlygy boýunça ýerleşişini kesgitleýär. Bu prosese degişlilikde gaýnatma basseýniň uzynlygy boýunça temperatura egrisi we bölünip çykýan ýylylygyň paýlanyşy (sany, ýerleşiş, käbir ýagdaýda elektrodalaryň formasy) döredilýär.

Şihdanyň aşaky üstüniň ergin aýna massasyndan ýylylyk geçirilişi prosesi edil ýangynlywanna peçlerindäki ýylylyk prosesleri ýaly, ýöne has intensiw, sebäbi bu üstden aýna emele gelişin ilkinji stadiýalary üçin zerur ýylylyk mukdarynyň ählisi ýa-da ählirägi geçirilýär.

1-nji toparyň elektriki peçleri köplenç pejiň az öndüriliginde sortlaýyn we tehniki aýnalar öndürlende ulanylýar, 2-nji topar – wanna peçleriniň köp öndüriliginde tekiz we gap aýnasy öndürlende.

Tok eltmek üçin hyzmat edýän elektrodalaryň materiallary 1500-1700⁰ C-a çenli temperaturada aýna durnukly, aýna massaň garşylygyna garaňda kiçi udel garşylykly, iş temperaturasynda mehaniki gaty bolmalydyrlar. Senagat elektriki wanna peçlerinde

molibdenden, grafitden we oksidnogalaýy keramikadan (SnO_2 esasynda) bolan elektrodlar ulanylýar. Elektrodларыň formalary – plastinalar, steržnler we SnO_2 -den bloklar.

Plastinaly elektrodларыň ýa-da bloklaryň ýerleşmegi 1 fazaly togy peýdalanylýar, az kuwwatly peçlerde ulanylýar. Steržen elektrodлары köp wariantda ýerleşip bilýärler. 3 fazaly tok ulanylýan peçlerde wertikal elektrodларыň pejiň düýbünden oturdylyşy has köp duş gelýär, pejiň diwaryndan bolsa gorizontaly ýa-da ýapgyt oturdylyşy. Elektrody gorizontaly we wertikal oturdylan peçler hem, steržnli we diwara oturdylan elektrodly peçler hem bardyr.

Elektrodlar üçin materiallary aýnaň düzümine görä saýlaýarlar. Listleýin we gap aýnalaryň adaty düzümi üçin molibden we grafit elektrodлары ulanylýar. Gurşunly aýnalar üçin – SnO_2 esasyndaky elektrodlar.

Elektriki wanna peçlerinde aýna massaň 1 kg-a elektro energiýanyň udel sarp edilişi 0,8-den 3 kWt·sag/kg çenli. Pejiň umumy we udel öndürjiligi ulalmagy bilen ol kiçelýär. Aýnaň düzümine we pejiň kuwwatyna baglylykda udel öndürjilik pejiň gaýnatma böleginiň aýna zerkalasynyň 1m^2 -dan sutkada 1000-5000 kg.

Elektriki wanna peçleriniň çykaryjy böleginde ýylylyk režimi gaz ýa-da suwuk ýangyçýananda bölünip çykýan ýylylygyň hasabyna ýa-da ýylyga öwürülen elektro energiýanyň hasabyna goldanylýar. 1-nji ýagdaýda çykaryjy basseýniň gaýnaýyş giňişliginde gaz gorelkalary ýa-da suwuk ýangyç üçin forsunkalar oturdylýar, ýangyç önümleri diwardaky tüsse kanallardan çykarylýar. 2-nji ýagdaýda çykaryjy basseýniň aýna massasynda pejiň gaýnatma bölegindäki ýaly elektrodlar oturdýarlar ýa-da gaz giňişliginde aýna massa şöhle göýbermek bilen ýylylyk geçirýän elektriki gyzdýryjylar oturdylýar. Elektriki wanna çykaryjy peçleriniň böleginiň konstruktiv çözgüdi çykaryjy enjamlar bilen kesgitlenilýär.

Ýangynly wanna peçlerinde elektriki energiýa aýna massaň goşmaça mukdaryny ýa-da aýna massaň hilini gowulaşdyrmak üçin ýylylyk energiýasynyň deregine ulanylýar. Şu maksat üçin ýangynly wanna peçleriniň basseýinleriniň aýna massasynda elektrodlar bu aýna massany gyzdýrmak we konweksion akymy güýçlendirmek

üçin oturdylýar. Pejiň düýbünde ýylylyk päsgeleşligini döredýän we gaýnamadyk aýna massasynyň çykaryjy basseýne geçmesine päsgeleşlik berýän aýna massaň konweksion akymy döredilýär. Konweksion akym bilen alnan goşmaça ýylylyk şihata gatlagynyň aşaky üstünden geçirilýär we basseýindäki aýna massanyň umumy temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen bilelikde aýna emele geliş prosesiniň tizleşmegine we pejiň öndürijiligini ýokarlandyrmaga ýardam edýär. Kābir peçlerde ýylylyk akymy güýçlendirmek üçin şihata gatlagynyň aşaky üstünde goşmaça gorizonta elektrodlar oturdylýar.

Kwelpunkt zonasynda ikihatar oturdylan düýp molibden elektrodларыň döredýän ýylylyk päsgeleşlikleri gaýnamadyk aýna massasynyň çykaryjy basseýne böwüsliligini kynlaşdyrýar, konweksion akymлары güýçlendirýär we aýna massaň gomogenizasiýasyny gowulaşdyrýar.

Goşmaça elektro gyzdyrmany ulanmak hereket edýän ýangynly wana peçlerinde goşmaça elektrogyzdyryşyň ýylylygynyň ýokary ulanyş koeffisiýentinde pejiň öndürijiligini 30-100% köpelmegi üpjün edýär. Goşmaça elektro gyzdyryşyň girizilmegi ýylylyk ýitgisini diňe peçleriň ýangynly gyzdyrmasyndaky ýitgiler bilen deňeşdirlende az-owlak köpeldýärler. Goşmaça ýylylyk diňe aýna massa almaklyga sarp edilýär diýip şertli hasap edip bolar (hakykatda ýylylyk akymларыnyň paýlanyşy görünýär) 1 kg goşmaça aýna massa almak üçin elektro energiýanyň udelsarp edilişi – pejiň umumy öndürijiligine we goşmaça girizilen ýylylyk mukdaryna baglydyr, we 0,6-dan - 1,2 kWt·sag/kg aralyga deňdir.

Ýangyn elektriki wana peçleriniň konstruktiv çözgüdi ýangynly wana peçleriniň adaty çözüwleriýalydyr we diňe goşmaça elektrogyzdyryş üçin ulanylýan elektrodларыň ulanylmagy bilen tapawutlanýandyr.

3.7. Aýna gaýnatmak üçin täze peçler

Bar bolan ýangynly wana peçlerinde aýna gaýnatma prosesiniň tizligi pejiň işçi kamerasyndaky proseslerwe aýna emele gelmāniň aýry-aýry stadiýalarda geçiş tizligi bilen çāklenilýär. Aýna

emele gelişin başlangıç stadiýasynda ýokary tizlikde geçip bilýän şihpanyň gyzma prosesleri massaň ýa-da göwrüm birliğin düşýän şihpanyň üstüniňkiçi udel ýylylyk kabul edijiligi, şihpanyň gatlagynyň uly otnositel galyňlygy, köpükli erginiň we şihpanyň kiçi ýylylyk geçirijiligi ýaly sebäplere görä haýalrak geçýär. Gatlak esasan kameranyň gaz giňişligi bilen galtaşýanüsti bilen gyzdyrylýar. Aýna emele gelişindiki stadiýalarynyň tizligi hem şol faktorlara bagly.

Ýangynly wanna peçleriniň kiçi PTK-i we ýangyjyň ýokarlanan udel sarp edilişi köp sebäpleriň netijesidir, şeýle-de iş kamerasyndan $1500-1700^0$ C tüsse gazlarynyň we pejiň önümlerindäki ýylylyk ýitgisi ýaly sebäpleriniň hem netijesidir.

Aýna gaýnatma prosesiniň täze ideýalary we aýna gaýnadylýan peçleriň täze konstruksiýalary – üstleriň udel ýylylyk kabul edijiligini ulaltmak, ýylylyk akymlyry we gazlaryň, şihpanyň, aýna massaň akmagarşy (противоток) prinsipini ulanmaklygyň hasabyna aýna gaýnatma tizligini ýokarlandyrmagy göz önünde tutýärlar. Bu aýlanýan ýa-da şahtaly peçleriň iş shemasyny ulanyp, ýa-da akýan şihpanyň ýa-da granulirlenen şihpanyň örän ýokary temperaturaly gazlaryň akymyna berilmegi bilen gazanylýar. Şihpanyň gatlagynyň galyňlygyny kiçeltmek, erginiň we şihpanyň böleklerini ýa-da aýratyn granullaryny gyzdyrmak, şeýle peçlerde aýna gaýnatma prosesini tizleşdirýär

Aýna gaýnatmak üçin adaty konstruksiýaly aýlanýan we şahtaly peçleri ulanmaklyk položitel netije bermedi. Şonuň üçin aýna gaýnatmada beýle peçleriň iş prinsipi goşmaça tejribelerden we ýörite konstruktiv çözümlerden soň ulanylyp bilner.

Aýnanyň udel öndürijiligini has ýokarlandyrmak tejribe – senagat gurallarynyň iki tipinde – siklon we konwertor peçlerinde – gazanyldy. Siklon peçinde tozan görnüşli ýa-da suwuk ýangyç ýakylýan wertikal silindriki şahta ýokardan berilýär. Ýangyç intensiw ýananda $40 \cdot 10^6$ kJ/m³-a çenli ýokary ýylylyk naprýaženiýesini we ýokary ýylylyk berijilik koeffisiýentini üpjün edýän Alaw (факел) tangensal ugrykdyrlan. Şihpa gaz akymy bilen aýna emele gelişin indiki stadiýalary geçýän şihpanyň kameralarynyň diwarlaryna geçirilýär. Gazlar bilen doýgunlaşan aýna massa şihpanyň diwarlary boýunça aşak akýar we $1600-1700^0$ temperatura bilen gazlaşsyzdyrmak we gomogenizleşdirmek üçin

siklon şataň basseýnine düşýär, ol ýerden bolsa çykaryjy gurluşlara ugrukdyrylýar. Siklon peçlerinde aýrylýan gazlaryň ýylylygyny ulanmak kyn bolýar.

Konwertor peji – aşaky böleginde ergin aýna massaly basseýin ýerleşen örän beýik şahtadyr. Gaz görnüşli ýa-da suwuk ýangyç howa bilen bilelikde garyşan aýna massa berýärler we şol ýerde ýangyçlar ýanýar. Intensiw ýylylyk çalyşygy we garyşdyrmak şahtanyň ýokarky göwrümlerinde başlanýan aýna emele geliş prosesiniň gutarmagyna ýardam edýär. Aşak gaçýan şihtä bölejiklerini we olardan dörän ergin damjalaryny gyzdýryp, ergin aýna massadan çykýan gazlar ýokary hereket edýärler. Şihtany 600-800⁰ C-ly tüsse gazlary çykarylýan şahtanyň ýokarky bölegine berýärler. Gazlaryň we şihtanyň hereketleriniň akymagarşy peje düşýän şihtany gyzdýrmaklyga ulanmaklygy üpjün edýär. Aýna massa ýangyjyň ýanmasy bolup geçen basseýinden ýörite kamera – gazsyzlaşdyrmak we gomogenizleşdirmek üçin basseýne – gelýär, soň çykarma geçýär .

Peçleriň täze tipleriniň görkezilen 2 konstruktiv çözgidinden başga-da, şihtanyň we erginiň udel üstüni we ýylylyk beriş koeffisiýentini ulaltmak ideýalary ulanylan birnäçe çözüwler bar. Aýna gaýnatmak üçin şeýle täze peçlere – fontan tipli peç, kaskadly, peç-akym we beýlekiler degişlidir.

4. Aýna gap önümçiliginiň tehnologiýasy

4.1. Aýna gap önümçiliginiň tehnologiýasy

Owradylan, maýdalanan, elenen, guradylan çig mal amardan düzümlere sehlere gelýär. Taýýarlanan çig mal saklanmak üçin bunkera gelýär. Soň ony berlen resept boýunça şihmanyň düzümi üçin ölçeyärler. Şihmany wannaly peje berýärler we bölekleri 2 sm² ölçegde owradylan we başga goşundylardan önünçe arassalanan, getirilen aýna döwürleri gelýär. Şihmany we aýna döwürleri kesgitli gatnaşykda aýna gaýnadyjy peje ýükleyärler. Gaýnadylan aýna öndürilýän önümiň agramyna laýyklykda kesgitli agram mukdarda elde, iýmitlendiriji bilen ýa-da peçden sorup almak bilen maşynyň önürti garalama hem-de soňra arassa maşyna aýna gap formalanýan ýerde formalanýar. Maşynda formalanan aýna gap elde ýa-da konweýerde köýdürýän peje eltyärler. Köýdürme prosesde aýna gap önümlerine kremniý – organiki birleşmelerden (silikon) bolan inçe plýonka geçirýärler, bol bolsa olaryň mehaniki berkligini we termiki durnuklylygyny has ýokarlandyrýarlar. Aýnany hili, önümçiligiň hili esasan germetiki ukupla üçin bokurdagyň dogry ýasalygy hem-de mehaniki we termiki durnuklylygy barlanylýar. Gerekli wagtda bokurdagyny goşmaça slifowat edýärler. Barlanan we bellenen aýna gap taýýar önümleriň ammaryna getirilýär we şol ýerden demirýol arkaly alyjylara wagonlarda ugradylýar. Köýdürýän peçden ulanyp bolmadyk we ýogyn aýna gaplary tejribehananyň barlagyndan geçmeli. Bu bilen bilelikde hemme tehnologiýa prosesine gözegçilik edilýär. Munuň esasy maksady tehnologiýa prosesiniň durnuklylygyny üpjün etmegini we gurnalan parametrlere onuň degişlilik bolup durýar. Aýna gaby suwlandyrmak boýunça iş geçirmek, onuň birden mehaniki berkligi we termiki çydamlylygy ýokarlanýar we önümçiligiň tehnologiki prosesini ýokarlandyrýar.

4.2. Awtomatiki press üfleýji maşynlar

Press üfleýji maşynlarda giň bokurdakly aýna gap işlenip çykarylýar. Bu maşynda önümi taýýarlamak iki usulda geçirilýär: önünçe taýýarlama – pylka presslenýär, we aýna gabyň bokurdagy soňky gezek bezelýär, soňra gysylan howa bilen pylka taýýar

önümiň ölçeglerine we görnüşlerine çenli geçirilýär. Şeýle maşynyň has köp ýaýrany ПБМ – 12. Maşynyň esasy bolup hyzmat edýän çoýun guty maşyny hereketlendirmek üçin tigire gurnalan. Gutunyň çuň merkezi boýunça maşynyň hereketsiz we berk wertikally merkezi sütün ýerleşdirilen. Maşynyň esasy gutusynda merkezi sütün geçiriji mehanizmiň esasy bölegi – multiýskiý haç oturdylan, bu elektrodwigateliň üznüksiz hereketinde maşynyň üznikli hereketini iberýär. Multiýskiý haç göniburçly we ýarymtegelekli kesikleri bolan tegelek disk. Bu disk maşynyň geçirijisinden hereket alýan egrisipli mehanizmiň kömeginde herekete getirilýär. Egri sipli mehanizmiň barmagy multiýskiý hajyň göniburçly kesigine girende, ol $1/12$ töwereklige (30^0) aýlanýar. Haçanda egrisipiň barmagy göniburçly kesikden çykanda, diskiň ýarymtegelek kesige egrisipiň tegelek bölegi girýär, we diski indiki aýlanmanyň balangyna çenli hereketsiz ýagdaýda ýerleşdirilýär. Multiýskiý krestiň ýokarky diskine maşynyň stol sistemasy garalama forma üçin stol, arassa forma üçin stol, bokurdak kleçler üçin stol berkleşdirilen. Üç stolyň hemmesi biri – biri bilen gaty baglanyşan we bitewi ýaly aýlanma edýärler. Maşynyň stanirasyna guralan elektrodwigatel çoýun kronsteýnde abatlanan karobkada maşynyň staninasyna berklenen priwod mehanizmiň sestern sistemasy arkaly multiýskiý kresti we ol bilen bilelikde 2,5 – 2 aý/min edýän maşynyň stollaryny herekete getirýär. Priwodyň mehanizmleşdirilen maşynyň sinhronizatorynyň barabany, iýmitlendirijini herekete getirýän wertikal wal, iýmitlendirijini we maşyny işini görkezýän ýakyjynyň görkezijisi. Elektrodwigatelde we iýmitlendirijide işleýän stollaryň saklanyşy we işe goýbermekligi, işe goýberiji rokoýatka bilen amala aşyrylýar.

ПБМ – 12 maşynyň stolynda 12 sany garalama formanyň kronsteýni, 12 sany arassa formany tutujylary we 12 sany bokurdak koles üçin klesseyiň bugy staninada, abatlanan pressleýji silindr bilen pressleýji mehanizm bolan kolonnalar, üfleýji golowkalar, gysyjy klessler, wentilýator gurnama, turba geçiriji we ýakyjylar hatary gurnalan we berkidilen.

4.3. Maşynyň tehniki häsiýeti

Maşyn önümi 110-dan 1800 sm³ çenli göwrümlü (0,5-den 11-çenli göwrümlü) minutda 35 önüme çenli tizlik bilen (onuň ölçeginden bagly) işläp çykarýar. Önümiň maksimde ölçegi – bokurdagyň diametri 120 mm, dabarasynyň diametri 120 mm, önümiň beýikligi – 90 – 240 mm.

Gysylan howanyň harçlanyşy – 6 m³/min (howanyň sorulmasy boýunça). Basyşy – 2,5 – 3 atm. Wentilýatly howanyň harçlanyşy – 14000 m³/sag. Züledeki basyş 150 – 200 mm suw. süt.

Elektrodwigateliň kuwwatlylygy 3 l/sag sowatmak üçin suwuň harçlanyşy – 200 l/sag, basyşy – 1,7 atm. Ölçeginiň möçberi – 2,4 x 2,9 x 3,15 m, agramy 9,5 tn. Maşyn zalynyň syýyndan, wanna pejiniň aýnasynyň derejesine çenli uzaklyk 2,4 m düzülýär. Peçde gurnap bolýan damja iýmitlendiriji maşynlaryň hemmesiniň aralygy 3,6 m-e deň bolmaly. Bu maşynda işleýän içginiň şertini oňatlaşdyrýar.

PWM – 12 maşyny sag we çep tarapa aýlanyp bilýär. Sag tarapa aýlanýan maşynlarda stollaryň öwrümi we tehnologi prosesiň gidişi sagat dili boýunça hereket edýärler. Çep tarapa aýlanýan maşynlarda sagat diliniň tersine hereket edýärler. Sag tarapa aýlanýan maşynlar wanna pejiniň işleýiş bölüminiň sag tarapyna gurnalýar (maşyn zalyndan), çep tarapa aýlanýan maşynlar çep tarapy boýunça gurnalýar.

PWM – 12 press üfleýji maşynlarda 0,2 we 0,5 l göwrümlü iki ýerli formada giň bokurdakly bankalar işläp çykarylýar. Munuň üçin amatly sterženyň we gaýçyjagazyň mehanizmleriniň aýlanýan diskleriniň gapdal görnüşiniň şu mehanizmleriň tigirçekleri gysylýan torsly tarapyna esasy çykarmalaryň garşy gapdal tarapyndan damjanyň kesigine we aýnegiň deşiginden aýnany iterip çykarmak üçin ikinji çykarmalar edilen. Netijede, diskiň bir aýlawynda bir damjanyň deregine ikinji damja taýýarlanýar. Maşynyň garalama formasyna laýyklykda aýnanyň damjasynyň ugry üçin iki kabul ediji howanyň hereketini üpjün ediji mehanizm edilen. Maşynyň her poziýasynda iki garalama we iki arassa düýpli forma gurnalan, muňa laýyklykda arassa we garalama formanyň tutujylary, düýbi süýşirýän mehanizmleri we tutujylary, bokurdak

halkanyň tutujylary täzeden ýasalan. Press apparadyň mehanizmi bir wagtda iki önümi presslemek üçin, üfleýji basjagazlar bir wagtda iki önümi üflemek üçin enjamlaşdyrylan. Maşynyň süýşirijileri we hyr kesýän gurala önümiň aýryp goýujylary bir wagtda iki önümi hyr kesýän gurala gurnamak we maşyndan bermek üçin ikili ýapyşyjylary bilen üpjün edilen. Netijede, PWM – 12 maşynyň 0,2 we 0,5 l göwrümlü bankalary işläp çykarmagyň öndürijiligi 60-70% ýokarlandyrylýar.

4.4. Aýna gap önümçiliginiň alnyşynyň senagat usullary

Aýna öndürmekde tehnologiýa iş ýörediji aşakdaky operasiýalary özüne alýar: çig mallary jemlemek we şihany taýýarlamak: aýnany gaýnatmak, önüme şekil (forma) bermek; önümi ýuwaşdan sowatmak.

Zawoda bölek görnüşinde getirilýän çig mal önümlerini ilki başda döwürleýär, soňra guradylýar we ownuklaşdyrylýar. Çäge gurnadylýar we keseki goşundylaryndan arassalandyrylýar. Taýýarlanan çig mal önümleri 0,7-0,8 mm ölçegli deşigi bolan setkadan eýelenýär. Düzümindäki komponentler awtomat terezisinde ölçenýär, soňra tarelka görnüşindäki garyjy enjamlarynda garylýar. Şeýle ýagdaýda taýýarlanan şihany aýna gaýnatmak üçin berilýär.

Aýna gaýnadylanda çylşyrymly we dürli fiziki – himiki prosesler bolup geçýär, olaryň häsiýeti şihanyň düzümi we gaýnadyş gyzygynlygy bilen kesgitlenýär. Peçe ýerleşdirilen şihany az-kemden ýokary gyzygynlyga çenli gyzyýar, ereýär we aýna möçberine öwürülýär, düwmelerden arassalanýar we düzümi boýunça aralaşýar, soňra sowatýar. Şol bir wagtda aýna möçberiniň ýelmeçegenligi ýokarlanýar we ol hereket ediji görnüşden plastiki görnüşe geçip, dürli usullar bilen önümleri şekillendirmäge mümkinçilik döredýär.

Gurluşyk aýnasy gyzygyn oda çydamly materiallardan ýasalan yzygiderli hereketdäki wana peçlerde gaýnadylýar. Aýnanyň gaýnadylyş gyzygynlygy 1500°C; peçdäki ot ýalkymyň ugurlary keseligine bolmaly; gurelka jübütiniň sany 3-9; peçniň baseýiniň ini 6-10 m; uzynlygy 24-40 m; çuňlugy 1,2-1,5 m; baseýiniň aýna sygdyryjylygy 2500 tonna. Ýangyç görnüşinde tebigy gaz ýa-da

mazut ulanylýar. Şeýle peçleriň önümçiligi bir gije-gündiziň dowamynda 350 tonna ýetýär. Peçler mehaniki ýükleýjiler hem-de awtomatik gözegçiligi we sazlaýjy ulgamy bilen enjamlaşdyrylan. Önümleriň şekile getirmek maksady aýna möçberini degişli şekile salmakdyr we soňra ony berkitmekdir. Şonuň üçin aýna möçberi plastiki ýagdaýa çenli eltilýär. Şekile getirmek usulyny saýlamak, önümiň konfigurasyňa baglydyr. Aýna möçberinde alynýan önümleri çekip almak, üflemek, gysmak, guýmak arkaly şekile getirilýär. Bir ýa-da iki enjamdan durýan çylşyrymly önümleri gaýnatmak ýa-da birleşdirmek arkaly taýýarlanýar. Gurluşyk aýnasy mehnizmlaşdirilen usul bilen şekile salynýar.

Aýna çalt sowadylanda onuň daş gatlaklary içki gatlaklaryndan çalt sowaýar. Gyzgynlygyň tapawudy aýnanyň ýyly geçirijiliginiň pesligi bilen düşündirilýär. Aýnanyň deň derejede sowamadyk netijesinde dartgynlyk döreýär, ol hem önümleriň döwürmegine (çyzyk atmagyna) getirýär. Şeýle halatlary aradan aýyrmak üçin önümleri haýal deň derejede sowatmak, olaryň daşky we içki gatlaklaryndaky uly bolmadyk hem-de dartgynlyk şeýle gowşak ýagdaýynda, ýagny, hiç-hili döwürmege getirmegi önümleri peçlerde ýakmak, aýna ýumşadylyş gyzgynlygyndan 20°C-den pes gyzgynlykda geçirilýär. Önümleriň ýakylyş gyzgynlygyndaky saklanmaly wagty 15-20 minutdan ýokary bolmaly däldir.

4.5. Aýnanyň düzümi

Her dürli görnüşli aýna gaplar üçin aýnanyň düzümi onuň taýýarlanyň usulyna we berkligine baglydyr. Elde çigirlerde haçanda tehnologiýa proses otnositellikde ýeňil bolanda fiziki – mehaniki häsiýeti üýtgeýändigini hasaba almaly, aýna gaby öndürmek üçin $R_2O - 12,5 - 13 \%$; $K_2O - 11,5 - 12,5 \%$; $SiO_2 + K_2O_3 - 74,5 - 76 \%$ düzümlü az aşgarly aýna ulanylýar. Ýarym awtomatly işlenilende çigirme prosesi has uzak wagtdy. Aýna metal forma bilen köp wagtda degip durýar, şonuň üçin ol elde öndürilişden has “uzakrak” bolmaly we $K_2O - 14 - 14,5 \%$; $K_2O - 10 - 11,5 \%$; $SiO_2 + K_2O_3 - 74 - 75,5 \%$ düzüminde bolmaly. Iýmitlendiriji maşyn ulanylanda, iýmitlendirijide aýnanyň gyrylmagynyň önüni almak üçin düzüminde aşgarlar ýokarlanmaly we esasy okisleriň saklanyşy

peselmeli. Şunlukda aýnanyň düzümi aýna gabyň maşinalarda tehnologiiki prosesiniň öndürilijiligine baglydyr. Çüýşeli maşinalar üçin aýnanyň düzümi K_2O – 15 – 16 %; KO – 9–10 %; $SiO_2+K_2O_3$ +74 – 76 %; bolmaly. Giň bokurdakly aýna gap presso – çişirme maşinalarda öndürilende aýna gabyň bokurdagy we pulpasy pressleme bilen ýasalýar, aýnanyň düzümi K_2O – 16,5 = 16,7 %; KO – 8,5 = 8,7 %; $SiO_2+K_2O_3$ +74,6 – 75 % bolmaly. Peçden çykan garalama forma aýna massanyň gös – göni siňýän we iýmitlendirijide aýnanyň gyrylma howpy bolmaýan wakuum – çişiriji maşyn üçin aýnanyň düzümi elde çişirmede ulanylýan düzüme K_2O – 12 – 13 %, KO – 11 – 13 %, $SiO_2+K_2O_3$ – 75 – 76 % ýakynlaşýar. Aýna gapda aýnanyň esasy häsiýetini oňat täsiri edýän SiO_2 , Na_2O we CaO başga – da MgO we Al_2O_3 saklamaly. Aýna MgO 3 – 3,5 % çenli bolup bilýär. Damja iýmitlendiriji maşynlarda işlenip çykarylan aýnada Al_2O_3 3-4 % - e çenli bolmaly, wakuum maşynlarda 5-7 % bolmaly. Ýöne wakuum maşynlar, damja iýmitlendiriji maşynlar üçin niýetlenen aýna düzümi işläp çykaryp bilerler. Fider iýmitlendiriji maşynlarda ýokary toýunsow saklaýjy, ýokary toýunsowly, reňkli aýna gaplaryň himiki düzümi SiO_2 – 61 – 63 %; K_2O_3 – 12 – 14 %; MnO – 0,5 – 4 %; KO – 10 – 13 %; K_2O – 12 – 14 %. Reňksiz we ýarym ak aýnalarda ulanylýan çägäniň arassalygyna baglylykda 0,05 – 0,5 % - e çenli Fe_2O_3 bolýar. Reňklenen aýnalar 1,5 – 2,5 % Fe_2O_3 we 2-2,5 % MnO saklaýar. Reňksiz aýnany gaýnatmakda 2-3 % Na_2O – ñ H_2O çalyşman amatly. B_2O_3 we BaO 1%-e çenli mukdarda aýnanyň düzüminde bolmagy, onuň fiziki – himiki we öndürilijiligine oňat täsir edýär. Parfýumer çüýşeler üçin oňat reňksizlendirilen ýylmamaly aýnalara 1%-e çenli BaO oňat täsir edýär. Aýnada SO_3 saklanyşy 0,5% - den ýokary bolmaly däl.

Aýna gabyň awtomatiki işläp çykarylyşy:

Aýna gaby işläp çykarmak üçin awtomatiki maşynlaryň oňat işlemegi üçin gerekli şertler aýnanyň garalama formasyna berilýän takyk dozalamada. Aýnamassa bilen iýmitlendiriji usul boýunça aýna formalajy maşynlar şulara bölünýär:

- a) Aýnamassa – iýmitlendiriji (fider) bermek üçin esas mehanizmi bolan damja iýmitlendiriji maşynlar.

b) Sorup dem almak bilen ýa-da wakuum iýmitlendirijiniň kömegi bilen aýna garalama forma girýän wakuum maşynlar.

Güýjiň häsiýeti boýunça herekete getirilýän maşynlary tapawutlandyrýarlar:

a) Getirilen maşynlar we olary esasy işçi organlary gysylan howa bilen amala aşýan pnevmatiki maşynlar.

b) Elektrodwigatelden we mehaniki gurluşyň her dürli kysymyndan işleýän mehaniki maşynlar.

Işlenip çykarylyşyň tehnologiýa prosesiniň ýerleşşi we ugry boýunça tapawutlandyrýarlar:

a) Karusel görnüşli maşynlar, bu maşynlar merkezi kollonanyň töwereginde stoluň üznükli ýa-da üznüksiz aýlanmagyndan önümi işläp çykarýarlar. Olar önümiň doly işlenip çykarýan bir stolly bolup bilýärler we iki stolly, birinjide (garalama) stolda diňe pulka (güllejik) işlenip çykarylýar, ikinjide bolsa (arassa) önüm gutarnykly taýýarlanýarlar (bezeýärler).

b) Seksion tipli maşynlar (iki – dört – alty seksionly), bular aýlanýan stolly ýok (pylka (güllejik)) gaýtaryş mehanizmiň kömeginde garalama formadan arassa forma geçirilýär.

Önüm taýýarlanylş usuly boýunça maşynlar şulara bölünýärler:

a) Pressli, önümi bir gezek kabul etmekde pressleme bilen işläp çykarýanlar.

b) Pressli üfleýjiler, bularda pulka (güllejik) pressleme bilen taýýarlanylýar, önüm bolsa olardan üfläp taýýarlanylýar.

c) Üfleýji, bularda pulka (güllejik) we önüm gyssyla howa bilen üfleýärler. Bu görnüşli maşynlaryň birnäçesinde bokurdagy taýýarlamak üçin wakuum ulanylýar.

Aýna senagatynda giň bokurdakly we dar bokurdakly aýna gaby öndürmek üçin damja iýmitlendirijili aýna formalaýjy awtomatiki maşynlaryň köp görnüşleri ulanylýar. Ýöne giň bokurdakly aýna gaplary taýýarlamakda presso üfleýji maşynlar bokurdagyň täjiniň uly takyklygyny önümiň gabaragy boýunça aýnanyň kanagatly paýlanylşy, taýýar önümiň köp çykyşyny tejribe görkezýär.

Dar bokurdakly önümi taýýarlamakda hem wakuumly maşynlara garanyňda damja iýmitlendiriji awtomatiki maşynlar hili

boýunça we çykýan önümleriň mukdary boýunça hem olardan örän oňat.

4.6. Damja iýmitlendirijilikli awtomatiki maşynlar

Damja iýmitlendiriji awtomatiki aýna formalaýan maşynlaryň işleýşi oňa aýna massanyň damjalarynyň gelýän porsiyasynyň hiline, iýmitlendirijiniň (fider) içinden we kontruksiýasyndan bagly. Aýnamassa hökman bir düzümlü, oňat barlanan kemçiliksiz, hemişelik himiki düzümlü. Aýnanyň damjasynyň, kesgitlenen formasy, hemişelik agramy we deň ölçegde paýlanan temperaturasy bolmaly.

Iýmitlendirijiniň bellenilişi – aýna gaýnatýan pejiň işläp çykaryjy basseýinden aýna massany kabul etmek we kesgitlenen formada we agramda aýratyn porsiyalara (damjalara) paýlamak. Ondan başga – da iýmitlendirijide aýnamassa işlenip çykarma üçin hemme ýogynlygy boýunça gerekli temperaturasyna ýetýär. Her dürli sistemaly we görnüşli köp iýmitlendirijiler bolýar. Esasan her iýmitlendiriji şulardan durýar: aýna peçden maşyn gelýän şamot kanalyndan, damjanyň gerekli ýylylyk kadasyny saklamaklyga we döretmeklige mümkinçilik berýän gyzdryjy sistemadan hem-de aýnamassadan damjany formalaýan we ony maşyna berýän mehanizm sistemasyndan durýar. Eger iýmitlendirijileriň mehanizmleri gysylan howada işleýän bolsalar, olara pneumatiki diýýärler. Eger iýmitlendirijiniň mehanizmleriniň hereketi mehaniki esasan düýlendirlen bolsa, olara mehaniki diýýärler. Olar damjanyň kadasynyň uly durnuklylygy bilen tapawutlanýarlar. Aýnamassa wannaly peçden, pejiň işleýän basseýniň töwereginiň aýnasynyň üstünden şamotly nowasyna gelýär we iýmitlendirijiniň burun käsesine hereket edýär. Iýmitlendirijiniň ýokarky bölegi, aýnamassanyň derejesiniň üsti, aýnamassany gyzdyrýan ýalynly, nebitli gazlar ýa-da gazly forsunkalar üçin otly kamera bolup hyzmat edýär. Iýmitlendiriji iki bölege bölünýär. Bir bölegi peje ýakyn ýerleşen, muňa sowatma seksiyasy diýilýär, bu ýerde aýnamassa işläp çykarma temperaturasyna getirilýär. Başga bölegi pejiň aňyrsynda ýerleşen, oňa kondisionirlenen seksiýa diýilýär, munda aýnamassanyň ähli ýogynlygyna temperaturanyň deňlemesi

bolup geçýär. Kondisionirlenen seksiyada damjany formalaýan we ony maşyna alyp berýän mehanizm ýerleşdirilen. Iýmitlendirijini aşaky hemme bölegi peçden, käse çenli daşy örtülen. Aýna massanyň gerekli ýylylyk kartasynda saklamak üçin iýmitlendiriji başinji nebitli forsunkalar bilen ýa-da gazly sistemanyň forsunkalary gyzdýrylýar. Iýmitlendirijiniň ýylatma sistemasy, ýangyny hemişelik saklamaga, mümkinçilik berýän enjamlaryň hataryny we sazlaýjylary girizýär, bu bolsa damjanyň durnukly ýylylyk kadasyny üpjün edýär. Iýmitlendiriji aýnamassany sowatmak üçin ýaramly sowatma seksiyasynyň potology örtüji plitanyň sistemasy görnüşinde konstruirlenýär, bu bolsa gerek wagtynda açmaklyga mümkinçilik berýär. Tüsseli gazlary sowmak üçin kondisionirlenen seksiya sorup çykarýan turba gurnalan. Iýmitlendirijiniň esasy mehanizmleri (şamotly çalt akymly çuňňurlylygy we gaýçylar mehanizmleri) ýörite gysygy boýunça profili bolan aýlanma diskleri bilen herekete getirýär. Mehanizmiň roligi bu diskleriň ekssentriki kese – kesilen tarapyna gysylan we ekssentrigiň profiline laýyklykda leňner sistema arkaly mehanizmiň işçi organlaryna hereket geçirýär. Burun käsesiniň çuňlugynda 1 fiderde tegelek 2 deşigi we oňa ýakyn goýlan äýnegi 3 bar. Aýnamassa äýnekden tebigy akym görnüşinde akýar. Aýnamassa aşaky soňy bilen çümülen äýnegiň üstünden wertikallygyna dikligine şamotly steržen 4 işleýär, ýokarky soňy bilen iýmitlendirijiniň mehanizmine laýyklykda birleşdirilen. Steržen şu mehanizmiň täsiri astynda aýnamassada nasosyň porşeni ýaly aşak we ýokaryk sazlaşykly hereket edýär. Şamotly sterženiň aşak hereket edende, akymyň ýognamasyny emele getirmek bilen äýnekden aýnamassany mejbury ýagdaýda itip çykarýar. Haçanda şamotly steržen ýokaryk gidende aýna akymynda ýakynlaşan ýognalan – damjalaryň gysylmasyny emele getirip äýnege gaýtadan aýnamassany sorup alýar. Fider äýneginiň aşagyndaky gaýçy 5 gysma ýeri boýunça akymy aýnamassanyň aýratyn porsiya – damjalary gös – göni kesýär.

Gaýçylar haçan – da şamotly steržen damjany iterip, ýene – de ýokaryk göterilip başlan pursadynda kesýär. Inçe swili aralaşdyrmak we käsedäki bir düzümlü däl aýnamassanyň akymyny garyşdyrmak üçin şamotly sterženiň töwereginden aýlanýan şamotly ellik 6 kömek edýär. MII – 4 iýmitlendirijide şamotly sterženiň

uzynlygyny we ýöriminiň häsiýetini, onuň beýikligini sazlamak mümkin. Ondan başgada äýnegiň diametriki, şamot sterženiň işçi sojynyň oçertaniýasyny (ýiti konusdan, tekiz kesime çenli) ekssentrikleriň profilini, aýnamassanyň temperaturasyny üýtgedip bolýar. Bularyň hemmesi damjalary dürli agramda, formada we temperaturada alynmaklygyna mümkinçilik berýär. МП – 4 iýmitlendirijini gyzdymak üçin nebit – 20 kg/sag, gurnalan düzgünde – 15 kg/sag, gorelkalar üçin howa – 2 m³/min, gaýçylary sowatmak üçin – 1m³/min, elektroenergiýa – 0,3 knt – s gaýçylary sowatmak üçin suw – 500 l/g/g, aýnany sowatmakda – 500 l/sag talap edilýär. Mehaniki priwodly iýmitlendirijili aýna formalaýjy maşynlar МП – 4, maşynyň priwodynyň mehaniziminden herekete getirilýär.

Pnewmatiki priwodly iýmitlendirijiler МП – 4 özboluşly elektrodwigateliň wariator tizliginiň üsti bilen herekete getirilýär. Şu ýagdaýda pnewmatiki aýna formalaýjy maşynlar iýmitlendirijiniň mehaniziminden herekete getirilýär. Işlenip çykarylýan önümleriň ölçeglerine we aýna formalaýjy maşynlaryň işiniň tizligine baglylykda iýmitlendirijiniň ölçegi saýlanylýar. Iýmitlendirijiniň kanallarynyň ini 400 we 650 mm, hem – de 3,4 we 6 örtüji plitaly bolýar. 1 minutda iýmitlendirijiden geçýän aýnanyň agramy köp boldugyça, iýmitlendirijiniň ölçegi hem köp bolýar. МП – 4 iýmitlendirijileri saýlap almak üçin berlenler şu tablisada getirilen.

МП – 4 Iýmitlendirijiniň ölçegleri:

Aýnanyň harçlanyşy, Iýmitlendirijiniň uzynlygy peçden
Kanalnyň ini,

kg/min	äýnegiň merkezine, mm	mm
5	400	650
7	1400	-
8	2000	-
10	2600	-
12	2900	-
15-16	3250	600
20	3550	2900
25	-	3250
	-	3550

Mehaniki iýmitlendiriji MII – 4 onuň mehanizmleriniň işiniň hemişelik režiminiň kömeginde, maşyna girýän aýnanyň damjalarynyň esasy hilini üpjün edýär. Maşyna iýmitlendiriji bilen berilýän aýnanyň damjasynyň temperaturasy, aýnanyň düzümine, onuň reňkine, işläp çykarylýan önümiň ölçegine bagly. Ýarymak aýnadan önüm işläp çykarmak üçin damjanyň temperaturasy adatda şuňa deň.

Önümiň göwrümi l-de	Temperatura gradusda
0,2 – 0,3	1100 – 1120
0,5	1080 – 1100
1	1070 – 1090
3	1060 – 1080

Ýokary toýunsow aýnadan çüýşe öndürmek üçin temperaturasy, işläp çykarylýan önümiň ölçegine baglylykda 1145 – 1170 °C deň. Aýnanyň damjasyny temperaturasy tejribäniň her aýratyn ýagdaýynda önümçilik şertlerine baglylykda kesgitlenýär. mümkinçilik boýunça hökman iýmitlendirijiniň işiniň režimi wannaly pejiň işiniň režiminden bagly bolmaly däl.

4.7. Peçleriň ulanylyşy

Aýna gaýnatma peçleriniň talap edilýän öndürijiligi kabul edilen tehnologiýa we ýylylyk režimleriniň ýerine ýetirilişi we peçleri zerur hyzmat edilmegi bilen gazanylýar .

Aýna gaýnatma peçleri – özara baglanyşykly, biri-birinden iş režimleri bilen tapawutlanýan birnäçe uzellerden durýan – çylşyrymly ýylylyk tehniki agregatlardyr. Pejiň esasy bölegi işçi kameradyr we şonuň üçin beýleki ähli uzelleriň iş režimleri işçi kameranyň iş režimine boýun egýärler.

Her bir aýna gaýnatma peji onuň tipine, ölçeglerine we öndürijiligine, şihanyň we aýnanyň düzümine, ýylylyk çeşmesiniň görnüşine, ýangynly peçlerde bolsa ýangyjyň görnüşine, awtomatizasiýa we mehanizasiýa derejesine we başga birnäçe faktorlara baglylykda öz ýylylyk we tehnologiýa režimlerine eýedir.

Küýzeli peçleriň işiniň periodikliligi ýylylyk we tehnologiýa režimleriniň periodikliligini, temperaturanyň we ýanýan ýangyjyň wagt boýunça üýtgemegini, howanyň, basyşyň bahasynyň artykmaçlyk koeffisiýentiniň, regeneratoryň we şihata guýuş periodlaryň dowamlylygynyň, pejiň kesgitleýiş periodynda studkany, burleniýany talap edýär. Pejiň ýylylyk iş režimi tehnologiýa režim bilen ylalaşylýar, zerur bolan ýagdaýda bolsa korigirlenilýär. Ýylylyk režimi berlen programma laýyklykda, degişli regulirleýji organlaryň ýagdaýyny üýtgedip, el bilen ýa-da awtomatiki regulirlenilýär. Gaýnatma we ýagtylanma tapgyrynda aýnanyň hili ölçejilerde ýa-da aýnaň “demir” probasynyň kömegi bilen takykklanýar.

Küýzeli peçler işleýän wagty, pejiň örümniň we küýzeleriň ýagdaýyna gözegçilik edýärler. küýzeleriň iş möhleti gorşogyň materialynyň hiline, şihanyň we aýnanyň düzümine bagly we 1-2 aýa deňdir. Küýzeleri işçi kameranyň peseldilen temperaturasynda işlenmeýän günler çalyşýarlar. Ýörite peçlerde 1000-1200⁰ C-a çenli ýakylan gorşoklar 1500-1600⁰ C-a çenli gyzdyrmaklyk üçin gorşokly peçleriň iş kamerasyna oturdylýar. Täze küýzeler oturdylan soň pejiň işiniň birinji sikli, küýzelere döwügiň ýokarlandyrylan prosesni guýulyp olaryň içki üstüni aýna döwügi bilen aýnalaşandan soň başlanýar. Optiki aýna gaýnatmaklyk oda çydamly materiallardan ýasalan garyjylar bilen aýnany mehaniki garyşdyrma prosesini hem göz önünde tutýar. Garyşdyrmany adaty we ýagtylamany studka tapgyrynda geçirýärler.

Üznüksiz hereketli wanna peçleriniň ekspluatasiýasy ilkinji nobatda pejiň berlen ýylylyk we tehnologiýa iş režimleriniň hemişeligini göz önünde tutýar. Wanna pejine ýüklenýän şihanyň mukdary aýnanyň hiline, oda çydamlylaryň işliligine, pejiň öndürijiligine üýtgemegi täsir edýän aýna massaň zerkal hemişelik derejesini üpjün edýän taýýarlanylýan aýna massaň mukdaryna gabat gelmeli. Aýnaň zerkal derejesiniň hemişeligi peje şihanyň berilişine awtomatiki regulirlemek bilen gazanylýar. El kontrolygynda (periodiki) derejäniň käbir yrgyldysy (üýtgemesi) görünýär.

Aýna gaýnatmak normal prosesi üçin her bir wannaly peç gaz giňişliginiň we aýna massanyň temperaturalarynyň berlen bölünişine eýedirler. Berlen temperaturalardan yzagaýtmaklyk ± 5 -

10⁰ C-dan geçmeli dälidir. Gaz giňişliginiň maksimal temperaturaly zonasy aýna massanyň zerkal şihda köpürjiginden arassalan uçastogynda ýerleşýär. Ýüklenme jübüsinde pejiň temperaturasy gap we tekiz adaty aýnalar üçin 1400-1420⁰ C-a çenli peselýär, beýleki aýnalar üçin ondan hem pes. Pejiň çykaryjy böleginiň temperaturasy çykarma usulyna bagly.

Kese ýangynly wanna peçleriniň gaz giňişliginde ýylylyk režimi her gorelkada ýanýan ýangyjyň we bu gorelkalara berilýän howanyň mukdary bilen regulirleýärler. Hal görnüşli ýangynly regeneratiw wanna peçlerinde ýylylyk režimi ýangyjyň ýanma tizligini üýtgedip regulirleýärler. Bu bolsa kese ýangynlywanna peçleriňkä garaňda, birneme çylşyrymlydyr.

6 jübüt gorelkaly wanna peçleriniň uzynlygy boýunça temperatura egrisiň her gorelkada ýakylýan gazyň mukdary we bu gorelkalarda howanyň artykmaçlyk koeffisiýenti 9.2 suratda görkezilendir.

Wanna peçlerinde aýna gaýnatma prosesini basseýniň dürliböleginden alnan aýna problarynyň kömegi bilen we aýna zerkalasyndan üýtgeşsiz bolmaly şihda bilen köpükli erginiň serhedine gözegçilik etmek bilen kontrollanylýar. Araçäkleriň çykaryjy basseýne tarap orun üýtgemegi gaýnatmaň normal gidişiniň bozulandygyny görkezýär. Ondan başga-da gaýnatma prosesini şihdanyň eremek prosesine we aýna zerkalasyň, onuň ähli meýdany boýunça ýagdaýyny gözegçilik etmek arkaly kontrolirleýärler.

Pejiň ähli örüminiň ýagdaýyny, esasan basseýniň diwarlaryny, sütünleriň aşagyny, gorelkalaryň wletyny, bölüji gurluşlary we ş.periodiki kontrolirleýär. Aýratyn konstruksiýalar suw bilen sowadylýan bolsa – çykýan suwuň temperaturasyny we şol konstruksiýalarynyň ýagdaýyny kontrolirleýärler.

Wanna peçleriniň örümleriniň uly bolmadyk aýratyn uçastogy pejiň işini saklaman bejerýärler, zerur ýagdaýda bu uçastogy pejiň beýleki uçastogyndan peregorodkalar, suw sowadyjylaryýa-da beýleki gurluşlar bilen aýyrýarlar.

Gaýnatma basseýniň bruslarynyň ýokarky hatary döwülende käwagt gyzgyn remont diýilýäni geçirýärler, şonda pejiň temperaturasyny birneme peseldýärler, basseýinden aýna massaň

bölegini çykarýarlar we döwülen bruslary öňünden 1000-1100⁰ C-a çenli gyzdyrylan täzeleri bilen çalyşýarlar.

Örümleriň, esasan basseýniň diwarlarynda we gaz giňişliginiň ograždeniýelerinde uly döwülmeler bar bolanda, pejiň “sowuk remonty” üçin peji duruzýarlar. Pejiň kompaniýa dowamlylygy oda çydamlylaryň hiline, aýnaň we şihtaň düzümine bagly we 3-5 ýyla ýetýär. Peç sowuk remonta duruzylmazdan öň örümleri ünsli barlaýarlar, defekt wedomostyny düzýärler, remont geçirmekligiň planyny düzýärler, gerekli materiallary taýýarlaýarlar,

käwagt bolsa remonty tizleşdirmek üçin örümiň aýratyn böleklerini öňünden ýygnaýarlar.

Işçi temperatura çenli pejiň örümelerini gyzdyrmaklyk we basseýni aýna massa bilen gaýnawa getirmeklik, pejiň ölçegine we remontyň göwrümine baglylykda 5-15 sutkanyň geçirilýär.

Gyzdyrylma wagtynda örümeleriň ýagdaýyna, esasan hem pejiň esasy sütüniň ýagdaýyna ünsli gözegçilik edýärler, pejiň aýratyn bölekleriniň berkidilişini regulirleýärler. Peji gyzdyemagyň soňky pursadynda (pejiň вывода) kontrol- ölçeg obzallary we awtomatiki regulirlemäni barlaýarlar we olaryň işini ýola salýarlar.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş 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» gazetini, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. Химическая технология стекла и ситаллов (под редакцией д-ра техн. наук проф. Н.М.Павлушкина) Москва Стройиздат 1983.
10. Павлушкин Н.М., Сентюрин Г.Г., Ходаковская Р.Я. Практикум по технологии стекла и ситаллов. Москва, 1970.
11. Справочник по производству стекла (под ред. И.И. Китайгородского и С. И. Сильвестровича, Москва 1963, т. 1,2)
12. Даувадьгер А.Н. Хрустальные, цветные и опаловые стёкла. Москва 1958. 12. Безбородов М.А. Синтез и строение силикатных стёкол. Минск 1968.
13. Качалов Н.Н. Технология шлифовки и полировки листового стекла. Москва 1969.
14. Роус Б. Стекло в электронике. Москва 1969.

15. Ходкевич Л. П., Леко В.К. Кварцевое стекло в производстве электро вакуумных изделий. Москва 1981.
16. Китайгородский И.И., Кешишян Т.Н. Пеностекло. Москва 1958.
17. Бережной А.И. Ситаллы и фотоситаллы. Москва 1966.
18. Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. Москва 1979.
19. Низовой В.Г. Охрана труда на предприятиях стекольной промышленности. Москва 1974.

Mazmuny

Giriş.	7
1. Türkmenistanda aýna önümçiliginiň gurnalşynyň taryhy, parfiýa aýnalary we bu önümçiliginiň Garaşsyzlyk ýyllarynda ýeten derejeleri.	9
1.1. Aýna emele gelmäniň teoretiki esaslary we onuň häsiýetleriniň dolandyrylyşy	
1.2. Aýnalaryň düzüm boýunça klaslara bölünişi	9
1.3. Aýnanyň süýgeşikligi	12
2. Aýna gaýnatmagyň fiziki-himiki esaslary	15
2.1. Gig mal önümleri we şihla	
2.2. Aýnanyň häsiýetine oksidleriň täsiri	15
2.3. Çig mal materiallaryň görnüşleri	25
2.4. Esasy önümler	25
2.5. Kömekçi materiallar	32
2.6. Şihtanyň taýýarlanyşy	35
2.7. Şihtanyň taýýarlamagyň aýratyn usullary	40
2.8. Aýna gaýnatma	48
2.9. Silikat emele gelme	50
2.10. Sulfatly şihadaky reaksiýalar	54
2.11. Aýna emele geliş prosesi	55
2.12. Ýagtylandyрма prosesi	58
3. Garşokly(küýze) we wanna görnüşli peçlerde aýnanyň gaýnadylmasy	63
3.1. Aýna gaýnatma prosesi	
3.2. Küýze görnüşli peçlerde gaýnatmak	64
3.3. Wanna peçlerinde gaýnatmak	67
3.4. Ýylylyk düzgüni	72
3.5. Aýnanyň kemçilikleri	76
3.6. Aýna önümçiliginiň peçleri	81
3.7. Aýna gaýnatmak üçin täze peçler	86
4. Aýna gap önümçiliginiň tehnologiýasy	89
4.1. Aýna gap önümçiliginiň tehnologiýasy	
4.2. Awtomatiki press üfleýji maşynlar	89
4.3. Maşynyň tehniki häsiýeti	91
4.4. Aýna gap önümçiliginiň alnyşynyň senagat usullary	92
4.5. Aýnanyň düzümi	93

4.6.	Damja iýmitlendirijilikli awtomatiki maşynlar	96
4.7.	Peçleriň ulanylyşy	99
	Edebiýat	103
	Mazmuny	105