

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**Ş. A. Kličowa**

**ODA ÇYDAMLYLARYŇ HIMIKI  
TEHNOLOGIÝASY**

Okuw gollanmasy

**AŞGABAT – 2010**

## Giriş

“Türkmenisatanda durmuş-ykdysady özgertmeleriň 2020-nji ýyla çenli baş ugry” milli maksatnamasyna laýyklykda çaklanýan döwürde ýurduň ykdysadyýetiniň ýokary depginleri, gurluşyk materiallary senagatynyň pudaklarynyň önümçilik kuwwatlyklarynyň artdyrylmagynyň zerurlygyny ýerli çig mal serişdelerinden, aňyrçäk ornaşdyrylmagyny kesgitleýär. Hormatly Prezidentimiziň aladasy netijesinde ýurdumyzda ýüzlerçe täze häzirki zaman zawod-fabrikleri, nebit-gaz we himiýa kärhanalary gurulýar. Täze desgalary gurmakda we işlemekde ilki bilen ýerli çig mal serişdeleri aňyrçäk ulanmaklyga aýratyn üns berýändigini yzygider nygtaýar. Şonuň üçin Türkmenistanyň ösüp barýan ykdysadyýetiniň gurluşyk materiallary senagata, nebit-gaz, himiýa we beýleki kärhanalarda giňden ulanylýan oda çydamly önümleri ýerli çig maldan öndürmek wajyp meselä öwrülýär. Häzirki döwre çenli Türkmenistanda oda çydamly önümleri çykarýan pudagy ýok. Emma şeýle bolsada Aşgabat şäheriniň S.A.Nyýazow adyndaky aýna kombinatynda beýleki ýerlerden getirilýän çig mal aýna gaýnadyjy peçleri üçin oda çydamly önümler taýýarlanylýar. Garaşsyzlyk ýylynda ösen himiýa gurluşyk materiallar senagatynyň we nebit-gaz pudagynyň edara kärhanalarynda ýylda 10-15 tonna oda çydamly alýumosilikat önümler gerek bolup durýar.

Köýten-dag daglarynda oda çydamly ýataklaryň ikisi tapyldy. Olar: maýyşgak däl slans toýunlarynyň jordanak ýatagy we maýyşgak toýunyň wandow ýataklarydyr.

Watanymyzyň bähbitlerini ileri tutýan täze özgertmeler syýasatyna, “Döwlet adam üçindir!” diýen baş ýörelgesine daýanýan türkmen jemgyýeti galkynyp, onuň ähli ulgamlary ösüşiň täze basgançagyna gadam basdy.

Türkmenistan ýerasty hem ýerüsti tebigy gymmatlyklara baýlyklara juda baýdyr. Bu ýerde nebitiň tebigy gazyň ýoduň, bromyň bentonitiň, nahar duzunyň natriý sulfatynyň, gipsiň, dürli gurluşyk materiallarynyň we beýleki käbir gazylyp alynýan baýlyklaryň uly gorlary bar.

Soňky ýyllarda geologiýa gözleg işleriniň netijesinde Balkan welaýatynyň demirgazyk günbatarynda ýerleşen Gyzyлгаýa sebitlerinde dürli tebigy baýlyklar tapyldy. “Türkmengeologiýa” geologik-gözleg ekspedisiýasy Gyzyлгаýa şäherçesiniň golaýynda bentonitli palçyklaryň täze ýataklaryny açdylar. Tehniki hili boýunça Gyzyлгаýa bentoniti Balkan welaýatynyň oglanly bentonitinden kem durmaýar.

Ýurdumyzyň gurluşuk toplumynyň potensialyny mundan beýläk-de pugtalandyrmak barada aladalar edilýär. Häzirki wagtda ýurdumyzda uly isleg bildirilýän gurluşyk materiallaryny ösdürmegi artdyrmak maksady bilen çäreler görülýär.

Eýýäm pudagyň geljegi hakynda, hünärli kadrlary taýýarlamak barada oýlanmalydyrys, diýip Hormatly Prezidentimiz aýdýar. Gurluşygyň güýçli depginde, giň gerimde alnyp barylmagy, hem-de şol gurluşyklaryň özüne düşýän gymmatyny aşaklatmak üçin gurluşyk materiallaryny öndürýän edara kärhanalarynyň gerimini giňeltmeklik möhüm ähmiýetli meselidir. Bu meseleleri dogry çözmek we dürli gurluşyk materiallaryny öndürýän senagaty

ýola goýmak üçin, zerur bolan çig mal ýataklary Türkmenistanda örän köpdür. Mermer, gurluşyk we bezeg daşlary, oda çydamly kerpiji, farfor, faýans, keramiki önümleri öndürmäge mümkinçilik berýän toýunuň we kaoliniň Tüwer-gyrda we Gyzyлгаýada uly ýataklary bardyr.

Çig malyň senagat taýdan özleşdirilmegi onuň gurlary bilen kesgitlenmän, ylmy esasyda öwrülmegi hem-de özleşdirmegi bilen kesgitlenýär. Şonuň üçin-de bu gurlaryň fiziki, fiziki-tehniki hem-de himiki häsiýetlerini öwrenmek ýoly arkaly özleşdirmegi derwaýys meseledir. Şeýle hazynanyň ylmy nukdaýnazaryndan bu gurlaryň ýerleşýän ýeriniň golaýynda önümçilik kärhanasyny gurmagyň özi türkmen ykdysadyýetiniň ösmegine goşant bolar. Ýene-de bir belläp geçmeli zatlaryň biri bu gurlaryň özleşdirmegiň özi ugurdaş pudaklarda hem täze önümçiligi döretmäge mümkinçilik berer.

Täze desgalary gurmakda we işlemekde ilki bilen ýerli çig-mal serişdeleri aňryçäk ulanmaklyga aýratyn üns berilýändigini yzygider nygtalýar.

Türkmenistanyň ösüp barýan ykdysadyýetiniň gurluşyk materiallary senagatynda, nebit-gaz, himiýa we beýleki kärhanasynda giňden ulanylan oda çydamly önümleri ýerli çig-mallardan öndürmek örän wajyp mesele hasaplanýar.

Merkezi Aziýa regiony boýunça ilkinji gezek Gyzyлгаýada kaolin ýatagy hem tapyldy. Ol öz düzüminde kaolin bolan çägelikden ybarat. Onda-da himiki düzümi boýunça dünýäde iň gowy kaolin. Kaolin keramika farfor-faýans önümlerini, gyzgyna çydamly kerpiçleri, aýna, kagyz, karton, önümçiliginde ulanylýan kaolin, kwars konsentratlaryny almak üçin kompleksleýin çig-maldyr. Türkmen kaolininiň hyrydarlary barha artýar. Häzir ol Gyrgyzystan, Belorussiýa, Orsýetde, Türkiýä, Ispaniýa we Italiýa eksport edilýär. Türkmengeologiýa dolandyryş edarasynyň maglumatlary boýunça bu ýataklardaky ätiýaçlyklar mukdary onlarça tonna barabardyr.

Häzirki döwürde çenli Türkmenistanda oda çydamly önümleri çykarýan pudak ýok. Şeýle-de bolsa, Aşgabat şäheriniň Ş.A.Nyýazow adyndaky aýna kombinatynda beýleki ýerlerden getirilýän çig mallardan aýna gaýnadyjy peçler üçin oda çydamly önümler taýýarlanylýar. Watanymyzyň Garaşsyzlyk ýyllarynda ösen himiýa, gurluşyk materiallary senagatynda we nebit-gaz pudagynyň edara kärhanalaryna ýylda 10-15 müň tonna oda çydamly alýumasilikat önümleri gerek bolup durýar.

## 1. Oda çydamly materiallaryň klassifikasiýasy

**Oda çydamlylar** - diýip esasan oda çydamlylygy  $1580^{\circ}\text{C}$  pes bolmadyk materiala aýdylýar we olar ýokary temperaturaly şertlerde ulanylýar. Oda çydamly materiallaryň önümçilikde örän uly orny bar. Häzirki zaman önümçilik geçilende temperaturanyň ýokarylygy takmynan  $1000-1800^{\circ}\text{C}$  aralykda käbir, täze tehnikaly pudaklarda bolsa bu görkezmeler ondan hem ýokarydyr. Oda çydamlylar häzirki zaman senagatynyň dürli pudaklarynda himiýa kärhanalarynda lopus we kolçedan peçleri gurmak üçin gurluşyk materiallar senagatynda sement, hek, aýna, gaýnadyjy, keramiki we beýleki tehniki peçleri üçin giňden ulanylýar. Dürli pudaklarda oda çydamly materiallary dogry saýlap almak we netijeli ulanmak üçin onuň hemme wajyp häsiýetleriniň we işlejek şertlerini bilmeli.

Oda çydamly, materiallaryny köp dürli görnüşleri standart TDS - 4385 boýunça bölünýär we standart boýunça ulgamlaşdyrylýar. Şu bölümler esasynda oda çydamly materiallar olardan alynjak önümleri fiziki, himiki tebigatyna garamazdan 8 sany toparlara bölünýär:

1. çägesöwlere
2. alýumosilikatlara
3. magneziýalylara
4. hromlylara
5. sirkonlylara
6. uglerodlylara
7. oksidlilere
8. oksidsizlere bölünýärler

**Çägesöwlere-** kwarsly çüýşe düzüminde 99 %-den ýokary  $\text{SiO}_2$  – kremniý oksidi.

1. dinasly (tridimit, kristabolit, hekli berkidiji) düzüminde 23% ýokary  $\text{SiO}_2$  bolýar.
2. dinasly her-hili berkidijiler we maddalar bilen düzüminde 80% ýokary  $\text{SiO}_2$  bolýar.

### **Alýumosilikatlar:**

1. ýarym turşy düzüminde 28%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  65-85 % bolýar.
2. şamotly düzümdä 28-45 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bolýar.
3. mullit karundynyň düzüminde 72-90%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bolýar.
4. mullit kremnezýomyň düzüminde 45-62 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bolýar.
5. korundly düzüminde 90 % ýokary  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bolýar.

### **Magneziýalylar:**

1. magnezitleriň düzüminde 80% ýokary  $\text{MgO}$  bolýar.
2. magnezial hekleriň düzüminde aşakdakylar degişli:
3. magnezit dolomitli düzüminde 50%  $\text{MgO}$ , 10%  $\text{CaO}$  bolýar.
4. dolomitli düzümdä 35% - 50 %  $\text{MgO}$ , 40-70% çenli  $\text{CaO}$  bolýar.
5. dolomitli (pereklazly) düzümdä 35-65 %  $\text{MgO}$ , 5-15%  $\text{SiO}_2$ , 15-40%  $\text{CaO}$  bolýar.

### **Hromlylar:**

1. magnezial hromlylaryň düzüminde 60% ýokary  $\text{MgO}$ , 5-20%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
2. hrom magnezitli düzüminde 40-60 %  $\text{MgO}$ , 15-30%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
3. hromitlilere 40% az  $\text{MgO}$ , 30% ýokary  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  bolýar.

### **Sirkonlylar:**

1. sirkonlylaryň düzüminde 80%  $\text{ZrO}_2$
2. korundyň düzüminde 30%  $\text{ZrO}_2$ , 60%  $\text{Al}_2\text{O}_3$
3. sirkonlylaryň düzüminde her-hili berkidiji goşundylar bolýar, olaryň düzüminde 30%  $\text{ZrO}_2$ , 15%  $\text{SiO}_2$  bolýar.

### **Uglerodlylar:**

1. uglerod grafitlenende düzüminde 98% uglerod bar.
2. karbonly grafitlenende düzüminde 80% bolýar.

### **Oksidly oda çydamly materiallar:**

$\text{BeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ .

### **Oksidsiz oda çydamly materiallar:**

1. Nitritli
2. Baritli
3. Karbitli

Şu toparlara laýyklykda ähli oda çydamly önümler ýene-de indiki alamlara baglylykda bölünýärler:

1. Oda çydamlylyk derejesine görä:

- 1). oda çydamlylygy  $1580-1770^\circ\text{C}$  çenli bolan oda çydaýar.
- 2)  $1770-2000^\circ\text{C}$  çenli ýokary oda çydamlylar.
- 3)  $2000^\circ\text{C}$ -dan ýokary bolan oda çydamlydyr.

2. Taýýarlanýş usulyna görä: maýyşgak formalarda alnan önümlere, tozga görnüşli, maýyşgak däl massalara, ýarym gury, gysmak we dykzlandyrylan, erginden ýa-da şlikerden guýmak usuly bilen alnan, dag jynslaryndan ýa-da eredilen bloklardan kesip alnan bolýar.

3. Görnüşi we ölçegi boýunça: ady göni kerpiç ýa-da çäklenen görnüşli önümler, ýönekeý bezeg önümleri, çylşyrymly önümler, aýratyn çylşyrymly uly blokly önümler, şeýle hem ýörite önümçilikde we tejribehanalarda ulanylýan önümler (tigeller, turbajyklar, gaýyjyklar, sokyjyklar, oda çydamly stakanlar) we ş.m.

4. Özünüň ýylylyk arkaly öndüriliş häsiýeti boýunça önümler şu toparlara bölünýärler: ýakylan, ýakylmadyk we erginler guýulan.

5. Öýjükleriň dykzlygyna baglylykda önümler şu aşakdakylara bölünýärler: öýjükligi 3 % çenli bolan aýratyn dykz önümler, öýjükligi 3-10 % çenli bolan has ýokary dykzlykdaky önümler, öýjükligi 10-20 % dykz önümler, öýjükligi 20-30 % çenli bolan adaty ýagdaý, öýjükligi 45-85 % çenli bolan ýeňil agramly ýylylyk geçirmeýän önümler. Oda çydamly önümleriň gereginde ýokary temperaturada öndürilen mahalynda onuň esasy görkezijisi bolan gurluşyk berkligi çalt peseldýär. Oda çydamlylaryň gurluşyk berkligini kesgitlemek – esasy uly temperaturaly dürli agramlara yzygider durnuklylygyny we udel garşylygyny ölçemek arkaly berkligi kesgitlemekdir.

Belli bir basyş esasynda materiallaryň belli bir temperaturada görnüşini üýtgetmegini köp derejede materiallaryň himiki, mineral düzümi boýunça

kesgitlenilýär. Aňsat ereýän önümleri eredilende emele gelýän süýgeşikligi netijesinde şamot oda çydamlylar özleriniň görnüşlerini üýtgetmesiniň başlanandan tamamlanan pursadynyň aralygyndaky wagt tapawudy bilen häsiýetlendirilýär. Ýokary temperaturanyň uzak wagtlap täsir edilende oda çydamlylaryň faza düzümi üýtgeýär. Bu bolsa önümiň göwrüminiň kiçelmegine ýa-da ulalmagyna getirýär. Oda çydamlylaryň göwrüminiň ýeterlik mukdarda üýtgemegi (standart boýunça 0,5% çenli ýol berilýär) önümiň gatlaklarynyň dykzlygyna täsir edýär hem-de gyzgyna çydamlylygy peselýär.

Ýylylyga durnuklylygy – bu oda çydamlylar önümiň ýokary temperaturada durnuklylygy aňladýar. Bu lineýny (göni çyzyk) giňelmä we ýylylyk koeffisiýentine şeýle hem materiallaryň düzümine bagly bolýar. Ýarym gury gysmak arkaly taýýarlanan önümler maýyşgak formalara garanynda has çydamly bolýar. Oda çydamlylaryň ýylylyga durnuklygy we lineýny giňelme we temperatura interwalynda görkezilendir.

Jedwel 1

Önümiň görnüşi	Standart ýylylyk çalyşmasynda gyzgyma durnuklylygy	$\alpha$ . 10C
Ýarymturşy	2-6	6-7
Şamotly	2-10	4,5-6
Korundly	-	8-8,5
Magnezitli	1-2	14-15
Dinasly	1-2	11,5-13
Hrom magnezitli	9	10

Şlaga durnuklylygy – bu oda çydamlylaryň eredilen erginiň täsirine durnuklydyr. Ýagny, olar aýna we beýleki materiallarydyr. Dykz oda çydamlylar öýjüklere garanynda gaz sredasynda has durnukly bolýar. Oda çydamlylaryň gaz geçirijiligi olaryň ara öýjüklerine ölçegine, formasyna we mukdaryna baglydyr. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen olaryň gaz geçirijiligi peselýär. Ýagny gazlaryň süýgeşikligi ýokarlanýar we göwrüm birliginde massasy kiçelýär.

## 2. Oda çydamly materiallaryň häsiýetleri

### 1. Oda çydamlylyk we dözümlilik

Ýokary gyzgynlygyň täsirine eremän, dargaman durup bilmek aýratynlygyna materialyň oda çydamlylyk aýratynlygy diýilýär. Oda çydamlylyk synag edilýän oda çydamly önüm gyzdyrylanda ondan taýýarlanan konus ýumşamagyň netijesinde öz agramynyň täsiri bilen ýokarky bölegi bilen saklaýan gurala, ýagny ýere degýän (muňa, adatça, „ýykylýar“ diýilýär) derejesindäki gyzgynlyk bilen häsiýetlendirilýär. Oda çydamlylyk köplenç halatda himiki düzüme baglydyr we esasan hem ilkinji çig malyň oda çydamlylygy bilen kesgitlenilýär. Alýumosilikat oda çydamly önümleriň düzüminde glinozýomyň näçe köp boldugyça olaryň oda çydamlylygy şonça hem ýokarydyr.

## Alýumosilikat oda çydamly önümleriň oda düzümliligi

t/b	Önümler	Düzüminde Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> saklanyşy, az bolmadyk %	Oda çydamlylyk, °C pes bolmadyk ýagdaýda
1	TUO-49 boýunça ýokary glinozýomlar	80	1850
2	TUO-49 boýunça ýokary glinozýomlar	62	1800
3	ÇMTU 5128-55 boýunça marten peçleriniň kessonlary üçin niýetlenen ýokary glinozýomlylar	74	1830
4	TUOB-54 boýunça ýokary glinozýomlar	48	1770
5	TUOB-54 boýunça ýokary glinozýomlar	45	1750
6	1598-53 DÜ boýunça domna peçlerini gurmak üçin toýun önümleri		
	A topardakylar	39	1710
	B topardakylar	35	1670

Dinas önümleriniň düzüminde kremnezýomyň köp boldugyça, olar üçin oda çydamlylyk şonça hem ýokarydyr. Magnezial oda çydamly önümleriň düzüminde magniýniň okisi ýokarlandygyça olaryň oda çydamlylyk derejesi ýokarlanýar.

## 2. Mehaniki berkligi

Oda çydamly materiallaryň mehaniki berkligini gysylanda berkligiň aňryçakligi bilen häsiýetlendirmek bolar. Gysylanda berkligiň aňryçak derejesiniň ülnülere laýyklykda kesgitlenen ululyklary şu aşakdakylardan ybaratdyr: domna kerpiçleri üçin 300-500 kg/sm<sup>2</sup>-dan az bolmaly däl, adaty kadalaýyk toýun kerpiçleri üçin 100-125 kg/sm<sup>2</sup>-dan az bolmaly däl. Gulluk şertlerinde oda çydamly materiallaryň sezewar edilýän iş agramy adaty, has pes derejededir. Mehaniki berklik boýunça oda çydamly materiallara bolan, bildirilýän uly talaplar birinjiden, berkligiň önümleriň düzüm gurluşynyň birmeňzeşliginiň alamaty bolup durýandygy bilen, ikinjiden bolsa, oda çydamly materiallar daşalanda, olardan desgalar salnanda we ulanylanda bu önümleriň iş agramyna, ýüke sezewar edilýän wagtynda berkligiň ep-esli derejedäki ätiýaçlygynyň zerurdygy bilen düşündirilýär. Oda çydamly materiallaryň berkligine köp tehnologik ýagdaýlar täsir edip biler. Oda çydamly materiallaryň ählisi üçin diýen ýaly gysylanda basyşyň ýokarlanmagy bilen olaryň berkligi artýar. Diňe önümçiligiň plastik usulynda öndürilen toýun önümleri bu häsiýete eýe däl. Önümi düzüjileriň ownuk däneli düzüminiň bolmagy we ýakylanda ýokary temperatura çenli gyzdyrylmagy hem has berk önümleriň alynmagyna ýardam berýär. Oda çydamly önümleriň mehaniki

berkligi temperaturanyň ýokary galmagy bilen hemişelik derejede bolup galýar. Oda çydamly materiallaryň köpüsinde mehaniki berklik ilki bilen artýar, soňra temperatura geljekde has ýokarlananda hem ähli oda çydamly materiallaryň berkligi duýdansyz, birden peselýär.

### 3. Ýokary temperatura çenli gyzdyrylanda agram, ýük astynda daşky görnüşiniň üýtgemegi

Oda çydamly materiallaryň gurluşykdaýy berkligi ýokary temperatura bolanda  $2 \text{ kg/sm}^2$  ýük, agram astynda daşky görnüşiniň üýtgemekliginiň başlangyç temperaturasy bilen häsiýetlendirilýär. Beýle ýük, iş agramy oda çydamly materiallaryň gulluk (ulanylýan) wagtynda köplenç hakykat ýüzündäki iş agramy, ýük şu ululykdan geçmeýändigini üçin kabul edilendir. Dürli oda çydamly materiallar  $2 \text{ kg/sm}^2$  iş agramy, ýük astynda daşky keşbiniň üýtgemekliginiň dürli başlangyç temperaturasyna eýedir. Şeýle bolanda, materialyň oda çydamlylygynyň we iş agramy, ýük astynda daşky keşbiniň üýtgemekliginiň başlangyç temperaturasynyň arasyndaky baglanyşyk käbir oda çydamly materiallarda bolmaýar, bu aşakdaky jedwelde görkezilendir.

Käbir oda çydamly materiallaryň  $2 \text{ kg/sm}^2$  iş agramy, ýük astynda daşky keşbiniň üýtgemekliginiň başlangyç temperaturasy we oda dözümliligi görkezilýär.

Jedwel 3

t/b	Oda çydamly önümler	$^{\circ}\text{C}$ pes bolmadyk ýagdaýdaky oda çydamlylyk	Daşky keşbiniň üýtgemeginiň başlangyç temperaturasy $^{\circ}\text{C}$ pes bolmadyk	Oda çydamlylygynyň we ýumşamaklygynyň başlangyç temperaturasynyň arasyndaky tapawut
1.	Dinas önümler, A topar	1710	1650	60
2.	Ýarym turşy önümler, A topar	1710	1400	310
3.	Ýarymturşy önümler, B topar	1670	1300	370
4.	Toýun önümleri, A topar	1730	1300	430
5.	Toýun önümleri, B topar	1670	-	-
6.	Magnezit önümleri	2000	1500	500

3-nji jedwelden görnüşi ýaly, dinas özüniň oda çydamlylyk temperaturasyna golaý temperaturada ýumşap başlaýar, emma toýun önümleri özüniň edil dinasyňky ýaly derejedäki oda çydamlylygynyň bolandygyna garamazdan, has pes temperaturada ýumşap başlaýar. Bu ýagdaý dinas kerpijiniň düzüminde berk kristallik bitişen bölejikleriň bardygy bilen düşündirilýär. Ol bolsa toýun kerpijiniň



düzümünde ýokdur. Toýun önümlerinde ýumşamaklygyň başlangyç temperaturasy olaryň berkliginiň we ýakylmak, bişirmek temperaturasynyň artmagy bilen ýokarlanýandyr.

#### 4. Gyzgynlyga durnuklylyk häsiýetleri

Oda çydamly materiallaryň gyzgynlyga berkligi, durnuklylygy, ýa-da olaryň döwürlän, dargaman temperaturanyň duýdansyz üýtgemek şertlerini geçirmäge ukyplylygyny ýylylyk çalşyklarynyň sany bilen ölçeyärler, bu ýylylyk çalşygynyň sany bolsa agramynyň 20% ýitirilmegine çenli bolan nusgasyna çydamlydyr. Gyzgynlyga durnuklylygy, berkligi kesgitlenende 7875-56 DÜ boýunça nusganyň gyraň tarapynyň 1300<sup>0</sup> çenli 10 minut saklamak bilen çalt gyzdyrylmagy we soňundan akyp duran suwda sowadylmagy ýylylyk çalşygy hasaplanýar. Käbir oda çydamly önümleriň gyzgynlyga durnuklylygy, berkligi aşakdaky jedwelde görkezilendir.

Oda çydamly materiallaryň gyzgynlyga, ýylylyga durnuklylygy,  
berkligi, dözümliligi

Jedwel. 4

t/b	Oda çydamly önümler	Agramynyň 20% ýitirilmegine çenli berilýän suw ýylylyk çalşygynyň sany
1.	Dinas önümleri	1-2
2.	Toýun önümleri	10-25
3.	Kaolinden ýasalan toýun önümleri	20-50
4.	Magnezit önümleri	1
5.	Ýylylyga durnukly hromomagnezit önümler	25-100

Toýun önümleriniň ýylylyga, gyzgynlyga durnuklylygy köp derejede tehnologik sebäplere baglydyr:

a) däneli düzümi irileşdirilende, birleşdirilende ýylylyga durnuklylygy artýar,

b) gatnaşyk derejesi artanda ýylylyga çydamlylygy ýokarlanýar,

w) ýakylmak, bişirmek temperaturasy artanda peselýär.

**Oda çydamly** - materiallaryň oda çydamlygy diýip ýokary temperatura täsirinde eremän, öz häsiýetini ýitirmän saklama ukybyna aýdylýar. Oda çydamly materiallardan ýokary temperaturada ereme emele gelýär (suwuklyk). Şu eretmäniň mukdary artmagy bilen we materialyň süýgeşikliginiň azalmagy bilen materialyň berkligi ýokarlanýar. Belli temperaturada diformasiýalanýar. Diformasiýalanyşy onuň ýanyp düşmegini kesgitleýän eretme süýgeşikliginiň mukdary has köp sebäplere baglydyr:

1. himiki mineralogiki düzümine bagly

2. dänejikleriň uly-kiçiligine nusganyň temperaturanyň tizligine, nusganyň şekiline we nusgasynyň ölçegine bagly bolup bilýär.

Oda çydamly standartda belgilenilen standartda kesgitlenýär. Munuň üçin üçburçly piramida ýasalýar.

beýikligi-30 mm esasy uzynlygy 2-8 mm

Onuň beýikligi 30 mm. esasynyň uzynlygy 8-2 mm. bolýar. Bu piramidany ýasamak üçin barlanýan çig maly 900 deş/sm<sup>2</sup>. elekden geçirilip kesik piramida gaplanýar. Kesik piramida ýörite aşaklygyna ýerleşdirilýär. Bu piramidanyň birnäçe etalonlaryna ýerleşdirilýär. Oda çydamlylaryň temperaturasy - diýip şu ýasalan piramidanyň uýy egrelip aşaklygyna düşýän wagtynda temperaturasy alynýar. Barlanýan piramidanyň ýanyna standart piramidanyň kömeginde kesgitlenýär. Standart preslenende hem şekil ölçegine eýe bolup, onuň üstine nomeri ýazylyan bolup, şol nomeri 10-a köpeldip bu preskopyň ereme temperaturasy kesgitlenilýär. Oda çydamly materiallaryň ýumşamagy örän kyn, birnäçe proseslerden ybarat bolup käbir komponentler eräp özara täsirleşýärler.

Bu proses her-hili wagtda alyp barylýar. Şonuň üçin temperaturanyň görteriliş tizligi belli örän anyk standartda görkezilişi ýaly alyp barmaly. Eger-de temperaturanyň görteriliş tizligi köp bolsa oda çydamly temperatursy artýar. Eger-de temperaturanyň görteriliş tizligi standartyňkydan az bolsa, oda çydamly temperaturasy pes bolýar. Kesgitleme ýagdaýda standarta gabat gelýän wagtynda oda çydamlylygy barlanýan materialyň himiki mineralogik düzümine bagly bolýar. Käwagtlarda oda çydamly anyklamak üçin taýýar ýakylan önümden beýik piramida taýýarlanýar. Bu wagtda oda çydamly mukdary önümiň bişirmek önümden dänelik düzümine we derejesine bagly bolýar.

Iri düzüme eýe bolan materialyň oda çydamly ownuk däneli düzülişe eýe bolan materialyň oda çydamly ganynda ýokary bolýar. Käwagtlarda materialyň düzüminde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> köp bolan wagtda ýakylýan peçde gazyň derejesi oda çydamlylyga täsir görkezýär. Gaýtarýan gazyň derejesi bolsa oda çydamly azyrak bolýar. Okislenýän gazyň derejesi bolsa oda çydamlylygy ýokary bolýar.

## **5. Öýjük-öýjükliligi**

Göterimlerde aňladylyan oda çydamly materiallaryň öýjük-öýjükliligi nusgalyk önümiň ähli göwrümine bolan gatnaşykda öýjükleriň göwrümini häsiýetlendirýär. Köplenç halatlarda diňe öz aralarynda we howa bilen birigýän (açyk öýjükler) öýjükler göz önünde tutulýan hyýaly öýjükliligi kesgitleýärler. Toýun we beýleki oda çydamly önümleriň bölejik döwürleriniň düzüminiň öýjük-öýjükliligini ulanylanda olaryň hiliniň we durnuklylygynyň, berkliginiň görkezijisi diýip hasaplaýarlar. Döwür bölejigiň dykyz boldugyça, ondaky öýjükleriň az boldugyça, onuň mehaniki berkligi we galyndylara durnuklylygy şonça ýokarydyr. Ýörite ýeňil agramly ýylylyk geçiriji önümleri almak talap edilýän ýagdaýlardan başga ýagdaýlarda in az öýjükli dykyz önümleri almaklyk oda çydamly önümleri öndürýän kärhanalaryň tehnologlarynyň esasy wezipesine degişlidir. Tehnikanyň häzirki wagtdaky ösen derejesinde adaty toýun önümleriniň öýjük-öýjükliligi 16-25% deňdir, has az öýjüklilige eýe bolan dykyz önümleri almak üçin ýörite tehnologiýa usullary ulanylýarlar. Dykyz bölejigi almak üçin ýeterlik derejede az suwy siňdirijiligi bolan horak toýnuň bolmagy, ýokary basyşyň, ýakylyp bişirilende ýokary temperaturanyň we horak materiallaryň has ownuk däneli düzüminiň bolmagy zerurdyr.

Az öýjük-öýjüklilige eýe bolan has dykyz bölejigi almak üçin ýörite tehnologik usul hökmünde şar şekilli üweýjide palçygy we arrykladyjynyň belli bir bölegini bilelikde üwemek usulyny ulanýarlar.

Ýylylyk geçirijilik jisimiň ýylylygy geçirip bilmek ukyplylygy bilen häsiýetlendirilýär. Materiallaryň ýylylyk geçirijiligi olaryň düzümine we öýjük-öýjükliligine baglydyr. Önümleriň bölejiginiň öýjük-öýjükliliginiň artmagy bilen ýylylyk geçirijilik derejesi peselýär. Şol sebäpli hem peçleriň diwaryndan ýylylygyň ýitirilmegini azaltmak üçin köp öýjük-öýjüklilige eýe bolan we uly bolmadyk göwrüm agramly bolan, ýeňil agramly diýlip atlandyrylýan oda çydamly önümleri ulanýarlar. Gury oda çydamly önümleriň ýylylyk geçirijiligi çyg materiallaryňkydan ep-esli pesdir. Galyndylara durnuklylyk: Oda çydamly önümleriň eredilen galyndylaryň, ýangyjyň külüniň we aýnanyň garşysyna durup bilmek aýratynlygyna galyndylara durnuklylyk diýilýär. Galyndylara durnuklylygyň ähmiýeti oda çydamly önümler üçin örän ýokarydyr, çünki eredilen galyndylaryň ýakyjy täsiri olaryň könelmeginiň esasy sebäbi bolup durýar. Edebiýatlardaky maglumatlara görä, oda çydamly materiallaryň 65% ulanyş wagtynda galyndylaryň täsirinden dargaýar, döwülýär. Galyndylara durnuklylyk oda çydamly materialyň we galyndynyň himiki düzümine, şeýle hem bölejikleriň dykyzlygyna bagly bolup durýar. Kada bolşy ýaly, esasy oda çydamly materiallar esasy galyndylaryň, turşy önümler bolsa turşy galyndylaryň täsirine garşy durup bilýärler. Birmeňzeş himiki düzümi bolanda, önümleriň bölejiginiň dykyz we öýjük-öýjükliligi pes boldugyça, ol şonça-da eredilen galyndylaryň täsirine garşy durmaga has hem ukyplydyr.

## **6. Temperaturanyň üýtgän wagtynda göwrümiň hemişeligi, durnuklylygy**

Belli bolşy ýaly, gyzdyrylanda jisimler giňelýärler. Oda çydamly önümler gyzdyrylanda edil şonuň ýaly öz göwrümlerini ulaldýarlar. Şeýle-de bolsa, oda çydamly materiallar mümkin boldugyça ýylylykda iň az giňelmek koeffisientine eýe bolsa oňat hasaplanýar. Ýylylykda giňelmekden başga-da, temperaturanyň ýokary galan wagtynda käbir oda çydamly materiallar özlerinde bolup geçýän yzyna öwrüp bolmaýan fiziki-himiki hadysalaryň netijesinde olaryň ölçegleri ulalýar ýa-da kiçelýär. Ýokary temperaturalarda toýundan edilen kerpiçler ýygrylýarlar, muňa goşmaça ýygryлма diýilýär. Goşmaça ýygryлма, kiçelme mümkin boldugyça az derejede bolmagyna çalyşmalydyr. Hereket edýän döwlet ülnülerine laýyklykda dürli maksatly önümler üçin käbir temperaturalarda goşmaça ýygrylmanyň, kiçelmäniň belli bir çäkleri kesgitlenilýär.

Jedwel 5

Dürli maksatly oda çydamly önümler üçin rugsat berilýän goşmaça ýygryлма, kiçelme derejesi

t/b	Oda çydamly önümler	Synag temperaturasy °C	Goşmaça ýygrylmanyň rugsat berilýän çägi %
1	Toýun önümleri, A topar	1400	0,7

2	Toýun önümleri, B topar	1250	0,7
3	Toýun önümleri, W topar	1250	0,7
4	Ýarym turşy önümler, A topar	1400	0,5
5	Ýarym turşy önümler, B topar	1350	0,5
6	Ýarym turşy önümler, W topar	1250	0,5
7	Domna kerpiçleri, A topar	1400	0,2
8	Domna kerpiçleri, B topar	1400	0,8
9	Domna peçlerinde howa gyzdýryjy abzal ýasalýan kerpiç A topar	1350	0,3
10	Domna peçlerinde howa gyzdýryjy abzal ýasalýan kerpiç (kauper) B topar	1350	0,5
12	Metal eredilýän peçler üçin niýetlenen kerpiç	1400	0,5
13	Aýna gaýnadylýan peçler üçin toýun önümleri	1400	0,5
14	Bug bilen işleýän gazanlaryň ojagy üçin toýun önümleri	1400	1,0

## 7. Oda çydamly materialy işläp çykarmagyň himiki - fiziki häsiýetleri

Oda çydamly materiallara tehniki, keramiki materiallaryň köpüsi ýokary temperatura şertlerine degişlidir. Şonuň üçin ýönekeý temperaturadaky mehaniki gatylyk olary ýokary temperaturadaky gatylygyny emele getirip bilmeýär. Aşakdaky ýylylygyň mehaniki hadysalary bilen kesgitlenilýär:

1. keramik materiallaryň hyzmat edýän temperaturadaky gysga wagtly berkligi.
2.  $2 \text{ kg/sm}^2$  güýç täsirinde deformasiýalanyş temperaturasy.
3. siňdirilme.
4. uzak dowam edýän berklik.

Ýönekeý berkligini aşakdaky formuladan anyklaýarys:

$$G = \epsilon \cdot E$$

Umumy elastik model göwrüm mukdaryna köpeldilmegine deň:

$$E_{1,2} = E_1 \cdot V_1 + E_2 \cdot V_2$$

1. Hyzmat edýän temperaturadaky gysga wagtly berkligini anyklamak usulyndan peýdalanýar. Temperatura artmagy bilen azaldýar. Bu azalma kristal maddalar içindäki atom we molekulalaryň yrgyldama hereketi netijesinde döreýär. Berkligiň azalmagy her-hili materialda her-hili şertlerde emele gelýär. Meselem: düzümdäki çüýşe görnüşli faza bar bolsa ýokary temperaturada çüýşe görnüşli faza emele gelse  $1000-1200^\circ\text{C}$  töwereginde mehaniki berklik ýokary mukdarda eýe bolsa, temperaturanyň ondan soňky artykmaç berkligini azaldýar.

2.  $2 \text{ kg/sm}^2$  güýç täsirinde deformasiýalanyş temperaturany anyklamak üçin oda çydamly materiallaryň diametri 36 mm.  $N = 50 \text{ mm}$ . bolan nusga kesip alynýar. Bu nusgany peçde gyzdýrylýar. Gyzdýrma netijesinde nusganyň mehaniki gatylygy 40% we 4% çenli azalan wagtynda temperaturasy kesgitlenýär. Bu temperatura bize deformasiýalanyş temperaturany berýär.

3. Materilayň siňdirilmegi diýip – ýokary temperatura täsirinde yza gaýtmaýan deformasiýa emele gelmegine aýdylýar. Munda deformasiýanyň gurluşy bir elementiň deformasiýasy emele gelip materialyň daşky görnüşinde hiç-hili üýtgeşik bolmaýar. Bu häsiýeti anyklamak üçin  $1250-1300^\circ\text{C}$  temperaturada sagatda 0,2-0,4 mukdarda güýç täsir etdirilýär.

4. Uzak dowamly berklilik: Siňdirilmäniň dowamy hasaplanýar. Daşky görnüşinde üýtgeşme emele gelýär. Oda çydamly materiallaryň esasy berkligine ýylylygyň fiziki häsiýetleri hem girýär. Olar aşakdakylardan ybarat:

1. ýylylyk geçirijilik

2. ýylylyga giňelme häsiýetleri degişlidir.

5. Oda çydamly materiallary işläp çykarmak olaryň häsiýetleriniň ýokary bolmagy, hiliniň gowy bolmagy üçin birnäçe wezipeleri ýerine ýetirmeli bolýar:

1. Oda çydamly  $1580^\circ\text{C}$  ýokary we gaýta işlemekligiň netijesinde oda çydamly maddalary emele getirýän çig mal saýlamak gerek bolýar.

2. Bu saýlanan çig mallar gerekli rejimde gaýtadan işlenýär.

3. Çig mal saýlamakda esasy kriteriý bolup, onuň ereme temperaturasy, onuň tebigatda duş gelme ýagdaýda bu çig mallaryň mukdary hasaba alynýar. Mendeleyew jedwelindäki H-dan tä urana çenli bolan 78 elementiň 44 sanysy  $1000^\circ\text{C}$  aşakda ereýär. 9 element  $1000-1500^\circ\text{C}$  ereýär. 15 sany element  $1500-2000^\circ\text{C}$  çenli ereýär. 10 sany elementiň ereme temperaturasy  $2000^\circ\text{C}$  ýokary bolýar.

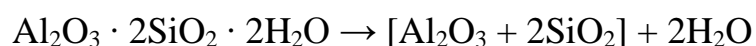
Mendeleyew jedweliniň içinde iň ýokary temperaturada ereýän **C-grafit**, ereme temperaturasy  $5000^\circ\text{C}$  töwereginde ereýär.

Tebigatda iň köp ýaýran elementlere Al, Fe, Ca, Na, K, Mg,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ , Cu, Cl we beýleki elementler girýär.

Oda çydamly materiallaryň iň ähmiýetlilerine  $\text{CaO}_2$ , MgO,  $\text{Ti O}_2$ , BeO, ZnO we beýleki oksitler degişli. Bu materiallar oda çydamly materiallary almakda esasy çig mal bolup hasaplanylýar. Çünki olaryň ereme temperaturasy ýokary. Tebigatda köp mukdarda ýaýran bu materiallary gaýtadan işläp oda çydamly material almak mümkin. Bu alynan materiallar düzümine, häsiýetine görä ýokarda getirilen toparlara bölünýärler.

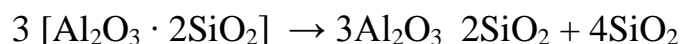
## **8. Oda çydamly materiallaryň termiki häsiýetleri**

Palçyklar we kaolinler bişirilende olaryň düzüminde çylşyrymly we çuňňur üýtgeşmeler bolup geçýär: otdaky gysylma ýüze çykýar, mineralogik düzümler üýtgeýär,  $400^\circ\text{C}$  çenli gyzdýrylanda ýuwaş-ýuwaşdan kaolinitiň kristallik gözeneginden gowşak baglaýjy suw aýrylyp gidýär (bu ýitgiler kaolininde 3,2% çenli baryp ýetýär).  $450-600^\circ\text{C}$  aralykda gyzdýrylanda aşakdaky reaksiýa (täsirleşme) boýunça kaolinitiň dargamagy netijesinde himiki baglaşdyryjy suw aýrylyp gidýär:



Reaksiya ýylylygy siňdirmeklik astynda bolup geçýär (birinji endotermiki täsir)  $[\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2]$  – amorf önümi bolup, ol mehaniki däl-de, kaolinit gözeneginiň emele getirijileriniň birek-birege özara siňmegi we düzüminiň käbir ýagdaýlarda saklanyp galmagy bilen bolup geçýän glinozýom bilen kremnezýomyň has ýakyn baglanyşygyny aňladýar.  $[\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2]$  düzümi bolan amorf (kristallik) önümini metakaolinit diýip hem atlandyrýarlar. Himiki baglanyşdyryjy çyglylygyny ýitiren kaolinit yzyna öwrülmez derejede özüniň maýyşgaklygyny hem ýitirýär.

400-1000 °C gyzygynlykda karbonatlar kömür kislotasyny bölüp çykarmak bilen dargaýarlar, sulfidler kükürtli gazlary emele getirmek bilen okislenýärler, organiki birleşmeler, garyndylar ýanyp köýýärler. Sanalyp geçilen hadysalar bolup geçende palçygyň agramy ep-esli azalýar, öýjük-öýjüklilik käbir derejede köpeliýär we göwrümi kiçelýär. Şeýle ýagdaýda palçygyň mehaniki berkligi, çeýeligi peselmän, tersine artýar. 1100 °C gyzygynlykda ýylylygyň bölünip çykmagy bilen metakaolinit ahyrky tapgyrda  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  mullitiň emele gelmegi bilen üýtgeýär:



Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen mullitiň mukdary üznüksiz ýagdaýda köpeliýär we 1250-1350°C gyzygynlyga baranda ahyrky derejesine ýetýär. 1200 °C gyzygynlykdan ýokardaky temperaturalarda uzak wagtlaýyn saklanmak hadysasy mullitiň bölünip çykmagynyň köpelmegine täsir etmeýär, emma onuň kristallarynyň ulalmagyna getirip biler.

Aşakda deň derejedäki seljerme usuly bilen kesgitlenen, dürli gyzygynlykda käbir toýunlar we kaolinler üçin mullitiň bölünip çykmagy görkezilendir:

Jedwel 6

t/b	Palçyklaryň görnüşleri	1300 °C	1500°C
1.	Çasow-ýarsk Ç1	33,4	-
2.	Latnensk LT1	50,3	54,8
3.	Borowiçsko-Lýubytinsk:		
	Maýyşgak	42,3	48,3
	Ýarym gury	40,1	52,1
	Gury	31,6	58,10
4.	Troisko-Baýnowsk		
	Poldnewsk	42,5	44,5
	Mežnikowsk	39,0	-

1300 we 1500 °C gyzygynlykda mullit bölünip çykanda görünýän tapawut esasan hem onuň kristallarynyň dürli hilli ululykda bolmagy bilen şertlendirilýär: 1300 °C gyzygynlykda kristallar degişlilikde ownuk we seljerme wagtynda olaryň

käbiri erediji kislotada eräp gidýärler. Mullitiň bölünip çykýan wagtynyň özünde gyzyp tutluşma, berkeme hadysasy hem bolup geçýär. Gyzyp tutluşmanyň başlangyç temperaturasy ýygrylmanyň duýdansyz ýagdaýda üýtgemegine sezewar bolýar. Ýygrylma hakykat ýüzünde bes edende we bişen, berkän palçygyň suw siňdirijiligi 2% golaý bolan halatyndaky gyzgynlyga gyzyp tutluşma, berkemäniň ahyrky temperaturasy diýilýär.

Çasow-ýarsk, şeýle hem birnäçe beýleki palçyklarda 1300°C-den ýokardaky gyzgynlykda göwrüminiň giňelmek hadysasy çişmekden, pökgermekden soňra ýüze çykýar, ýagny çişmek, pökgermek bilen palçygyň göwrümi giňeýär. Çişmek, pökgermek hadysasy gaz görnüşli önümleriň bölünip çykmagy we olaryň giňelmegi bilen şertlendirilýär, bu bolsa toýyn gereginden artyk bişirilende, ýagny gyzyp tutluşma, berkeme temperaturasyndan ýokardaky temperaturada bişirilende ýüze çykýar. Toýunyň düzüminde kremnezýomyň bolmagy ol bişirilene wagtynda onuň ösmegi belli bir derejede palçyklaryň ýygrylmagynyň öwezini dolýar.

Palçyklar we kaolinler bişirilende emele gelýän mullit öz düzüminde dürli garyndylary saklaýar we şu häsiýeti bilen hem sintetiki önümlerden tapawutlanýar.

Mullitiň gözeneginde radiusy 0,6 Å deň bolan boşluklar bar, ol boşluklara kiçi we oňa ýakyn bolan radiusly ionlar aralaşyp biler:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  we başgalar. Aralaşan  $\text{Al}^{3+}$  mukdary 6%,  $\text{Ti}^{4+}$  1,5% we  $\text{Fe}^{3+}$  3% ýetip biler. Ionlaryň radiuslarynyň ýakynlygy sebäpli  $\text{Al}^{3+}$  we  $\text{Fe}^{3+}$  (0,57 we 0,67 Å)  $\text{Al}^{3+}$  mullitiň gözeneginde  $\text{Fe}^{3+}$  bölekleyin izomorf çalşyrylmasy bolup geçýär.

Mullitiň gözeneginde demriň umumy mukdary (aralaşan we çalşylan) bişirme temperaturasynda baglydyr. 1200 °C temperatura bolanda ähli demir aýnafazada ýerleşýär, 1350 °C gyzgynlykda bolsa  $\text{Fe}^{3+}$  bölekleyin mullitiň gözenegine girýär, aýnanyň düzüminde demir azalýar, 1350 °C-dan ýokary gyzgynlykda demir bölekleyin ýagdaýda yzyna gözenekden çykyp bilýär.  $\text{Ca}^{2+}$  we  $\text{Mg}^{2+}$  aralaşdyrmak, girizmek mümkin däl, çünki ol ýagdaýdan soňra mullit berk minerala, korunda, ýagny, deňşlilikde anortite we sapfirine dargap biler. 1200 °C gyzgynlykda edil şonuň ýaly,  $\text{K}_2\text{O}$  we beýleki aşgarlar mulliti dargadýarlar. Mullitiň aýry-áýry kristallary öz aralarynda göni arabaglanyşygy döretmeýärler. Mullit iki sany kristallografik görnüşde duş gelýär: iňne görnüşli we gysga prizmatik görnüşde. Iňne görnüşli mullit aýna görnüşli fazany armirleýär, şol sebäpli hem birmeňzeş himiki düzümleri bolan materiallaryň içinde öz düzüminde iňne görnüşli mulliti saklaýan materiallaryň oda çydamlylygy öz düzüminde gysga prizmatik görnüşli mulliti bar bolan materialyň oda çydamlylygyndan ýokarydyr.

Mullitiň ol ýa-da beýleki görnüşiniň emele gelmegi temperaturanyň şertlerine baglydyr. Gaty ýokary bolmadyk temperaturalara çenli ýuwaş-ýuwaşdan gyzdyrylanda mullit prizmatik izometrik görnüşde emele gelýär, bu görnüş bolsa termodinamiki taýdan has durnuklydyr. Ýokary derejedäki temperaturalara çenli (1300-1400 °C we ondan hem ýokary) çalt ýagdaýda gyzdyrylanda iňne görnüşli mullit emele gelýär. Bu görnüşdäki mullitiň örän ownuk kristaljagazlary uzak wagtyň dowamynda gyzdyrylanda we gaty ýokary bolmadyk temperaturalarda (1200 °C) gysga prizmatik mullite öwürlip biler. Ol bolsa iňne görnüşli mullite öwürlip bilmeýär. Toýunlar we kaolinler bişirilende olaryň düzüminde şol bir wagtyň özünde mullit bilen birlikde kristobalit, amorf bölek we suwuk faza

(guradylandan soňra aýna faza) emele gelyär. Aşgarlar kristobalit bilen örän güýçli özara arabaglanyşýarlar we ony suwuk faza geçirýärler, onuň mukdary bolsa alýumosilikatlardaky aşgarlaryň düzümine gönüden-göni bagly bolup durýar. Toýunlar we kaolinler bişirilende alynýan fazalaryň gatnaşygy we düzümi bilen alýumosilikat oda çydamly materiallaryň has möhüm aýratynlyklary, häsiýetleri kesgitlenilýär.

Durnuklylyk baradaky fiziki-himiki aňlatmalaryň esasynda kristallik bölegi has hem durnukly diýip hasaplanylýar, çünki onuň mümkin bolan (potensial) energiýasy has pesdir. Hususan-da, aýna görnüşli faza bolandygy sebäpli aýna görnüşli bölegi amorf jisimiň käbir mukdaryny özüne birleşdirýär we metadurnuklydyr, çünki onuň potensial energiýasy has ýokarydyr. Şu nukdaýnazardan hem öz düzüminde aýna görnüşli bölegi mümkin boldugyça az mukdarda saklaýan alýumosilikat önümleri almaklyga çalyşmak gerekdir. Şeýle-de bolsa, düzüminiň dürli jynslylygy netijesinde önümleriň döwürmegi, köplenç halatda, has gowşak ýerinden – aýna fazadan başlap dowam edýär, şol sebäpli hem aýna fazanyň düzüminiň has düýpli, wajyp ähmiýeti bardyr. Himiki düzümi we öýjük-öýjükligi boýunça birmeňzeş bolan iki sany alýumosilikat önümlerden düzüminde mullitiň köp mukdaryny saklaýan önüm durnukly diýip hasap etmek bolmaz.

Önümiň aýna görnüşli bölegi onuň metadurnuklylyk submikroskopik görnüşinde kristobalitiň bölekleýin eremegi we dürli garyndylaryň eremegi netijesinde emele gelyär. Aýna görnüşli bölegiň himiki düzümi palçygyň ýa-da kaoliniň bişirilmeklige çenli bolan umumy düzümine we emele gelyän mullitiň mukdaryna baglydyr. Nazarýet nukdaýnazaryna golaý seredilende mullit bölünip çykan wagtynda aýna görnüşli bölekdäki saklanýan glinozýomyň we kremnezýomuň mukdary glinozýomyň we kremnezýomyň  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  ulgamdaky ewtektiki düzümine golaý bolýar (ewtektikanyň eremek temperaturasy  $1595^\circ\text{C}$ ).

Aýna görnüşli bölege mahsus bolan düzümler gurluşy şu aşakdakylardan ybaratdyr: (göterimlerde)  $\approx 80,0 \text{ SiO}_2$ ;

$10,0-17,7 \text{ Al}_2\text{O}_3$  ;  $0,7-2,6 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ ;  $1,1-3,2 \text{ TiO}_2$ ;  $0,4-1,7 \text{ CaO}$ ;  $0,4-0,9 \text{ MgO}$ ;  
 $1,3-5,4 \text{ Me}_2\text{O}$ .

Bişirilýän wagtynda wajyp bolan fiziki-himiki öwürmeler palçyklaryň we kaolinleriň termogrammalarynda görkezilendir. Bu gyşyk çyzygynyň ýylylyk bilen baganyşykly täsirleri, netijeleri aşakdaky hadysalar bilen şertlendirilendir.  $510^\circ\text{C}$  gyzygynlykda başlanýan endotermiki netije, täsir kaolinitiň degidratasiýasy bilen baglanyşyklydyr.  $900^\circ\text{C}$  gyzygynlykdaky (başlangyç) birinji ekzotermiki netijäni, täsiri mullitiň kristallaşmagy diýip aňladýarlar,  $1100-1250^\circ\text{C}$  gyzygynlykdaky bolup geçýän ikinji ekzotermiki netijäni, täsiri kaolinit dargandan soň galýan amorf kremnezýomyň kristobalite geçmegi bilen düşündirilýär. Şeýle-de bolsa, soňky netijäniň bu hilli düşündirmesi takmynandyr, çünki şu sorag boýunça belli bir, ýeke-täk umumy nukdaýnazar ýokdur.



## 9. Türkmenistanda oda çydamly çig mallarynyň häsiýetnamasy

Häzirki döwürde çenli Türkmenistanda oda çydamly önümleri çykarýan pudagy ýokdy, emma şeýlede bolsa Aşgabat şäheriniň S.A. Niýazow adyndaky aýna kombinatynda beýleki ýerlerden getirilýän çig mallardan aýna gaýnadyjy peçler üçin oda çydamly materiallar taýýarlanýardy. Döwlete ýylda 10-15 müň tonna oda çydamly alýuminosilikat önümleri gerekdir.

Ilkinji gezek oda çydamly çig malyň gözlegi Türkmenistanyň temperaturasynda (territoriýasynda) 1942-1943 ýyllarda başlapdyr. Toýunlaryň himiki tehnologiýa häsiýeti bilen esasan hem SSSR-iň ylmylar akademiýasynyň Türkmenistandaky filialynyň professor M.A. Bezborodowyň baştutanlygyndaky topary gözegçilik bilen meşgullanypdyrlar. Köýten-Dag daglarynda oda çydamly ýataklaryň ikisi tapyldy. Olar: maýyşgak däl slans toýunlarynyň Jardanak ýatagy we maýyşgak toýunyň Wandow ýataklary.

Türkmen Geologiki dolandyryş edarasynyň maglumatlary boýunça bu ýataklardaky zapaslaryň mukdary onlarça tonna barabardyr.

Jardanak we Wandow ýataklaryndaky toýunyň mineralogiki düzümi aşakdaky jedwelde görkezilen.

Jedwel 7

Minerallar	Mukdary %	
	Jardanak	Wandow
Monotermi	70-80	40-50
Kaolinit	10-25	20-30
Kwars	3-4	20-25
Gidrobiotit, rubel, demiriň okisi	2-3	3-5
Organiki garyndylar	3-5	5-7

Öňünden geçirilen barlaglaryň netijesinde, bu toýunlaryň (esasan hem Jardanak) şamot oda çydamly önümlerini öndürmek üçin gymmat bahaly tehnologiýa häsiýetlere eýedigini görkezdi (görkezildi), emma himiki düzüminiň birmeňzeş däldegi üçin we toýunyň uly bolmadyk galyňlykda ýatmagy sebäpli (0,2-0,4 m) olary önümçilikde ulanmaklyk amatsyzdyr.

Oda çydamly çig mallaryň gözlegleri 70-nji ýyllarda dikeldildi. Gyzyлгаýa ýataklaryndaky ilkinji kaolinleriň we Tüwergyr ýataklaryndaky ikileýin kaolin toýunlarynyň barlaglary geçirildi. Gyzyлгаýa ýataklaryna kaolinlenen gum daşynda Al oksidiniň mukdary köp däl we olar ýakylanda agramyny üýtgetýärler. Bu ilkinji kaolinlere mahsusdyr we onda gödek däneli kwars material agdyklyk edýär. Şeýle hem özünde 2%-e golaý demir saklaýar.

## 10. Gum daşynyň mineralogiki düzümi

Toýun mineraly-kaolinit -28%, kwars dänelerini sementleýän goşuntgynyň rolyny oýnaýar. Kwaras agdyklyk edýän mineral bolup onuň mukdary 68-69%-den

ybarat. Ýekebara däneler turmalinleriň, rutilalaryň, silikonlaryň, karbonatlaryň, muskawitleriň girýändigini belgiledi. Tüwer-gyr toýuny aralyk maýyşgaklylara degişlidir - maýyşgaklyk mukdary –14 oda çydamlylygy 1560-1620°C, toýunyň ýarymturşy bölejikleriniň düzümi bir mukdardan az däl. Tüwer-gyr toýuny, 1200-1250°C temperaturada ýakylýar.

Oda çydamly we gurluşyk keramiki materiallary öndürmekde baýlaşdyrylmadyk görnüşinde ilkinji we ikilenji kaolinler ulanylýar.

Käbir ýataklardaky ilkinji kaolinler ýarymturşy oda çydamlylary önümleri öndürmekde, ikilenji kaolinler bolsa şamot önümlerini almak üçin ulanylýar.

Oda çydamly materiallary öndürmekde çig mala görkezilýän ýeke-täk talaplar ýokdyr. Toýun çig malyna birnäçe standart pudaklar bardyr. Şonuň üçin aýratyn ýataklardaky baýlaşdyrylan kaolini we kaolin çig malyny şonuň üçin hem toýun çig malynyň hilini TDS 390-92 laýyklykda normativ dokumentler bilen bahalandyrylýar. Ýagny TDS 390-92 "Umumylanylýan we köpçilikleýin öndürilýän oda çydamly şamot we ýarymturşy önümler".

Şamot we ýarymturşy oda çydamlylary öndürmekde Tüwer-gyr toýnynyň Gyzyлгаýa gumdaşynyň ýaramlylygyny kesgitlemegiň esasynda çig malyň düzüminiň we onuň fiziki-mehaniki häsiýetleriniň, synaglarynyň maksatnamasy düzülýär. Toýunyň we kaoliniň düzüminde saklanýan ähli glinozýom nazarýet nukdaýnazardan garanynda mullite öwürülmeli, geçmeli, tejribe ýüzünde bolsa mullitiň bölünip çykmagy hiç haçan nazarýet nukdaýnazardaky möçbere baryp ýetmeýär. Arassa we glinozýoma baý bolan materiallarda nazarýet nukdaýnazardaky bilen deňeşdirilende hakykat ýüzünde mullitiň bölünip çykmagy özüniň düzüminde garyndylaryň köpüsini saklaýan materiallaryňkydakydan ýokarydyr.

### **3. Alýumosilikat oda çydamlylar**

#### **1. Alýumosilikat oda çydamlylaryň faza düzümi**

**Alýumosilikatlar** – iň köp ýaýran oda çydamly materiallarydyr ( $\approx 75\%$  hemme öndürilýän oda çydamlylardan). Olardan  $Al_2O_3$  we  $SiO_2$  bolmagy bilen ýakylan önümde ýarymturşy oda çydamlylarda  $SiO_2$  – 65-85%,  $Al_2O_3$ –25%, şamotly  $Al_2O_3$  – 28-45 %, ýokary toýunly  $Al_2O_3$  – 45% gowrak mukdarda saklanýar. Alyumosilikat önümleriniň himik düzüminiň üýtgemegi olaryň faza düzüminiň bilen häsiýetlendirilýär. Ýagny, ol önümleriň oda çydamlylygyny takykklamaga ýardam berýär. Düzüminde  $Al_2O_3$ -niň mukdary ýokarlanmagy bilen materiallaryň oda çydamlylygy ýokarlanýar. Oda çydamly alýumosilikatlar  $Al_2O_3$ - $SiO_2$  diagrammasyna esaslanan. Bu materiallaryň esasy mullit emele getirýär.

Ulgam esasan  $Al_2O_3$  köpeldilen  $SiO_2$ -ň aralygynda mullit, metokaolinit, silliamonit, korund ýaly birikmede emele gelýär. Bu birikmeleriň her biriniň emele gelşi  $Al_2O_3 \cdot SiO_2$  mukdaryna bagly bolýar. Mullit 1910°C doly ereýär we iki sany effekt nokady berýär. 1585°C temperaturada effektiv düzüminde 5,5%  $Al_2O_3$  , 95,5%  $SiO_2$  emele gelýär. 1850°C temperaturada bolan düzümdä 21%  $SiO_2$ , 79%  $Al_2O_3$  bar.  $Al_2O_3$  –niň mukdary 72-78 % aralygynda mullit emele gelýär we korund bilen gaty ergin emele gelýär. Mullidiň ereme temperaturasy 1910°C bolup onuň

düzümündäki  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  mukdary azyrak üýtgemegi bilen bu garyndynyň ereme temperaturasy hem üýtgeýär.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ -e 5,5% tä 52% mukdarynda ýokary temperatura çydaýan bir faza mullit bar. Gaty fazanyň mukdary  $\text{Al}_2\text{O}_3$  –ň mukdaryna bagly bolup  $1585^\circ\text{C}$  –dan ýokarda kristobolit suwuk ýagdaýda bolup  $\text{SiO}_2$ .  $\text{Al}_2\text{O}_3$  –ne garanyňda suwuk madda emele getirýän komponent hasaplanýar.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  –ň mukdary 78% -den geçende materialyň ulgamda mullit, korund bilen gaty madda emele getirip maddanyň düzüminde korund hem bolýar.  $1850^\circ\text{C}$  –da mullit eräp suwuk madda emele getirýär we korund bolsa  $2050^\circ\text{C}$  çenli ereýär. Diagramma esasynda şular ýaly netije çykarlandygyna alýumosilikatly, ýalyna çydamly silikatlaryň düzüminde  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mukdarynyň köpelmegi nilen onuň temperaturasy we ýokary temperaturada ýumşaýar we başgalar.

## 2. Şamot işläp çykarmagyň tehnologiýasy

**Şamot önümleri** – diýip oda çydamly, toýunlaryň ýa-da kaolinleriň şamot ýa maýyşgak bolmadyk suwda dargamaýan toýunyň şeýle hem kwarsyň gatnaşmagynda taýýarlanýan önümlere aýdylýar. Şamot - diýip bolsa ýakylan toýuna aýdylýar. Şamot önümlerini öndürmek üçin çig mal hökmünde tebigy toýunlaryň saýlama görnüşleri hyzmat edýär. Olaryň düzüminde  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mukdary-28% az bolmaly dälär we oda çydamlylygy  $1580^\circ\text{C}$  pes bolmaly dälär. Şamot oda çydamly önümleri öndürmegiň häzirki zaman usullary az. Hamyr häsiýetli we hamyr häsiýetli däl toýunyň şeýle hem kânini ulanmaga giň mümkinçilik berýär. Prosesiň tislmat shemasynyň dogry saýlanmagy üçin we ýokary hilli önüm almak üçin çig mala taraplar görkezilýär. Toýun çig mallarynyň hili onuň himiki mineralogiki düzümi boýunça saýlanýar. Şeýle hem oda çydamlylygy, maýyşgaklygy, dispersiýa derejesi baglanşdyryjy häsiýeti we bişirijiligi boýunça oda çydamly önümçiligine ýaramlylygy bilen kesgitlenýär.

Şamot önümi üçin önümçilikde çig mal bolup tebigy toýun materialy, düzüminde 28%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ýakylanda agramy we oda çydamlylygy  $1580^\circ\text{C}$  pes bolmaly dälär.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – iň maksimal düzümi şamot önümi üçin 45% bolup galany ulanylan kaolin ulanmak mümkin. Önüm esasan oda çydamly toýundan taýýarlanylýar. Şonuň üçin hem öamotli-toýunli diýip atlandyrylýar we oda çydamlylygyna baglylykda olary dört sany marka bölýärler:

Jedwel 8

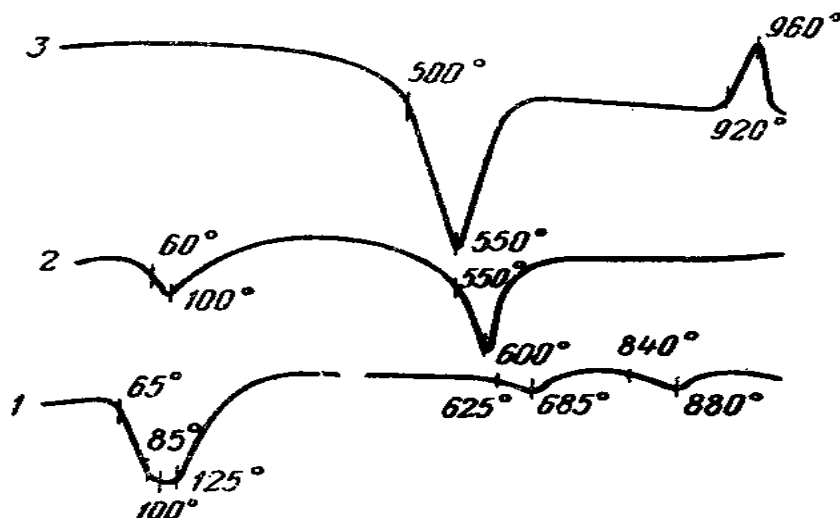
Samotlaryň markalary aşakdaky jedwelde görkezilýär

Marka	ŞA	ŞB	ŞW	ŞD
Oda çydamlylyk $^\circ\text{C}$ (pes däl)	1750	1670	1580	1580

Şamot önümi önümçilik üçin islendik toýuny (ýa-da kaolini), olaryň arassa himiki düzümi we bu kesgitlemä oda çydamlylygy boýunça häsiýetlendirilýär. Tehnologiýada dogry gurluşy üçin önümçilikde prosesi we ýokary hilli önüm almak üçin toýun çig mal uly kesgitlemäni talap edýär. Bu

toýunyň himiki-mineralogiki düzümini, oda çydamlylygyny, disperslik derejesini, plastikligini, häsiýetiniň baglanşygyny we ereýjiliginin we beýleki häsiýetleriniň hilini bahalandyrmak zerurdyr.

- 1- montmorillonit
- 2- monotermit
- 3- kaolin



1-nji surat. Toýun emele getirji minerallaryň termogrammasy

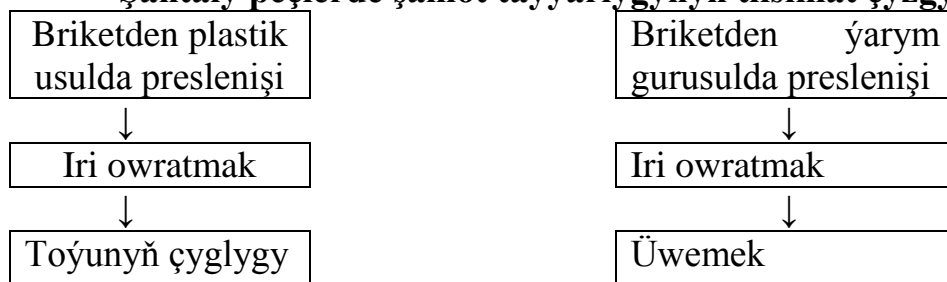
**Şamot** - bu ýakylan toýundyr. Şamodyň iki görnüşi bar.

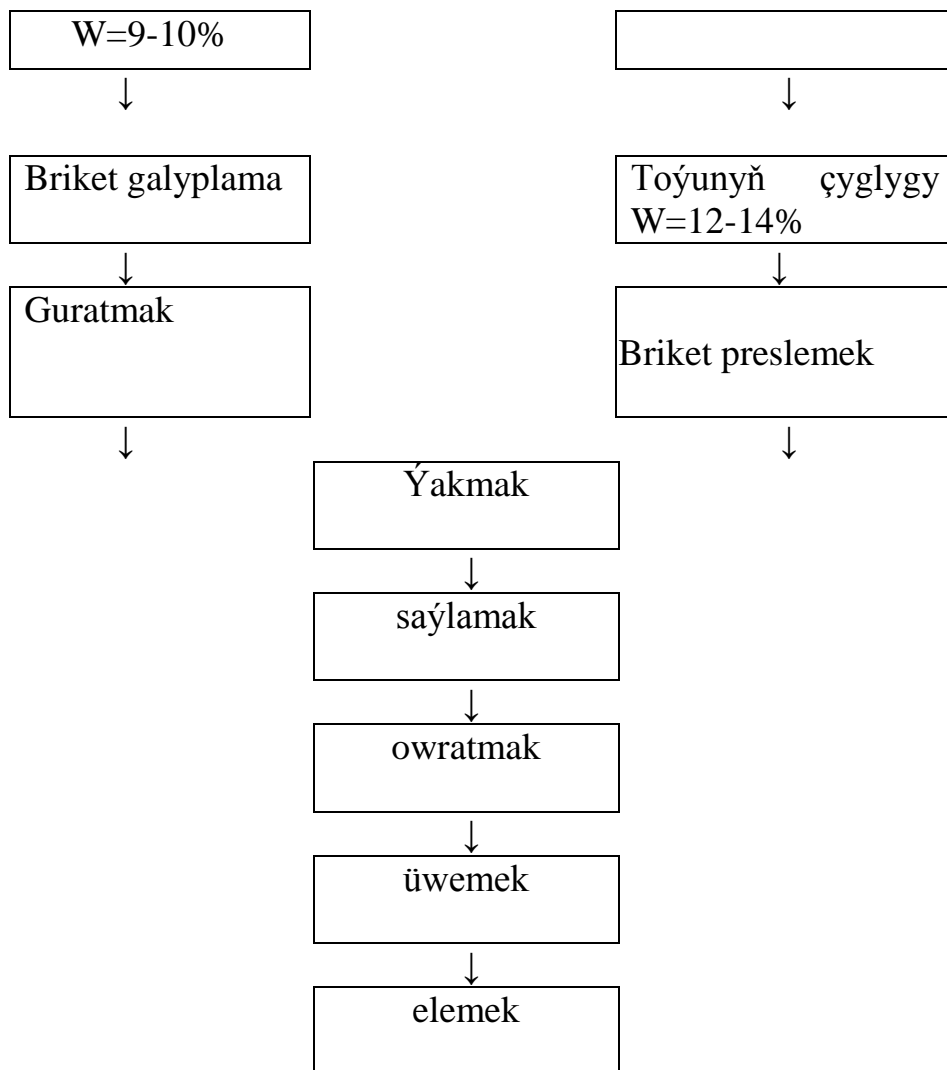
1. ýokary temperaturada ýakylýan şamot 1350-1380 °C ýakylýar.
2. pes temperaturada ýakylýan şamot 800-900 °C ýakylýar.

Pes temperaturada ýakylýan şamot köplenç gurluşyk keramikasyny işläp çykarmakda ulanylýar. Ýokary temperaturada işläp çykarýan şamotlar üçin ýylyna çykarmaly materiallar üçin ulanylýar. Şamodyň hili onuň suw çekijiligine garap ulanylýar. Gowy şamodyň suw çekijiligi az bolmaly dälär. Hilli şamodyň suw çekijiligi 5% bolýar, 5%-den geçse hilsiz hasaplanýar. Şamody almak üçin şahtaly we aýlanma peçler ulanylýar. Ulanylýan peçleriň görnüşine seredip 2 hili tilsimat çyzgysy boýunça ýerleşdirilýär.

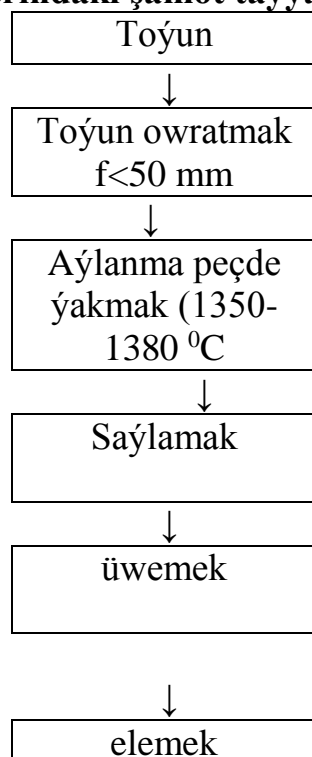
Aýlanma peçlerde 3-3,5 sagadyň dowamynda ýakylýar. Şahtaly peçlerde şamot alynýan toýun galyplanman tebigy görnüşde alynyşy mümkin ýa-da bolmasa toýuny çyglyndyryp preslenýär. Şahtaly peçlerde şamot almak üçin toýuny ilki bilen döredilýär. Soňra suw bilen garyşdyrylýar. Ondan massanyň mukdary 2 hili bolýar. Plastik ýa-da un görnüşli massa taýýarlanylýar. Taýýarlanan un görnüşli massadan her iki ýagdaýda briket taýýarlanylýar. Häsiýetli usulda taýýarlanan briket 9-10% çyglyga çenli guradylýar. Guradylandan soň peçler ýakylýar. Saýlanylýar we elekden geçirilýär.

#### Şahtaly peçlerde şamot taýýarlygynyň tilsimat çyzgysy





### Aýlanma peçlerindäki şamot taýýarlamagyň tilsimat çyzgysy



Ýakmak üçin ulanylan aýlanma pejiniň uzynlygy 60 m, diametri 2 m, ýakmaklyk wagty 3-3,5 sagat dowam edýär. 1 minutda 0,8-1,5 aýlow. Alnan şamodyň düzüminde iň uly bölejikleri 3-4 mm bolýar. 0,5 mm-den kiçi fraksiýalaryň mukdary 40-45 %, 0,1 mm-den kiçi fraksiýalaryň mukdary 30-40 % töwereginde bolýar. Haýsy bir şamot taýýarlananda oda çydamly material almak üçin ulanylýar. Munda şamodyň mukdary 80% - e çenli barýar.

Şamot esasan alynýan oda çydamly materiallaryň häsiýeti massa düzümine girýän şamodyň dänelik düzümine uly täsir görkezýär. Meselem: dykzlygyna, berkligine, ýylylygyna, çydamlylygyna täsir edýär. Düzüminde 30-35% toýun bar bolsa, massa preslenende şamot öýjükleri gowy birikýär. Birikme prosesinde iň esasy roly şamodyň 0,2-0,1 mm çenli bolan öýjükler görkezýär. Bu ownuk fraksiýalaryň mukdarynyň artmagy bilen önümiň dykzlygy berkligi artýar. Ownuk öýjükli şamot ownuk dispersli toýuny guratmakda we köýdürmek prosesde göwrüminiň kiçelişi azalýar. Massa taýýarlamakda esasy berkidiji polyny toýunyň öýjikleri görkezýär. Şamodyň uly öýjikleriniň mukdary az bolsa massanyň birikmesini ýeňilleşdirýär. Ownuk öýjükleri iri öýjükleriň arasyndaky boşlugy doldurýar. Iri öýjükli şamot ýarym önümiň umumy gysgalmagyny azaldýar we öýjükleriň arasyndaky içki berkligi azaldýar. Köp şamotly 15-20%-den az bolýany üçin onuň bir bölegi şliker ýagdaýda massa girenligi üçin şamot öýjükleri toýun gatlagy bilen gaplanýar. Şamot öýjügiň birikme derejesi az üýtgeýär. Iki fraksiýaly massada iri öýjükleriniň mukdary 60-65% bolýar. Ownuk öýjükleriň mukdary bolsa 40-45% bolýar. Bular ýaly massaň düzümine 0,005-0,001 mm ululykdaky toýunlar goşulýar. Bu toýun 3-nji fraksiýa bolup hasaplanyp massanyň dykzlygyny köpeldýär. Munda şamot ownuk öýjikleriň dykzlygy önümiň dykzlygyny köpelmeyär. Ýakylan önümiň maksimal dykzlygy aşakdaky ýagdaýda alynýar. Düzüminde 15-20% toýun. 30-45 % şamot. Ölçeği 0.3-0.5 mm töwereginde bolýar.

Eger köp şamotly massa taýýarlamasa ownuk fraksiýanyň ölçegi 0.9mm töwereginde bolýar. Kadaly ýagdaýdaky şamotly massanyň dänelik düzümi 40-45%. 0.5 mm. 30-35%-de 0.2mm töwereginde bolýar. Köp şamotly massanyň dänelik düzümi 2-3 mm ölçegdäki mukdary 60%, ownuk fraksiýanyň ölçegi 50-55% bolýar. Şamodyň mukdary 70-den ýokary bolsa dänelik düzümi aşakdaky ýaly bolýarlar.

2,3 mm-de – 20-25%; 2-0,5 mm-de – 30-10%; <0.5mm – 10-5%

### **3. Şamot oda çydamly materiallaryň plastik usulda taýýarlanýş usuly**

Şamotly materiallary taýýarlamak aşakdaky ýaly alnyp barylýar:

1. Şamot suw bilen öllenip toýun bilen garyşdyrylýar soňra suwuň galan bölegi goşulýar.
2. Şamotly ownuk fraksiýasy toýun bilen owradylýan döwürde garylýar. Soňra iri şamot fraksiýasy goşulýar.

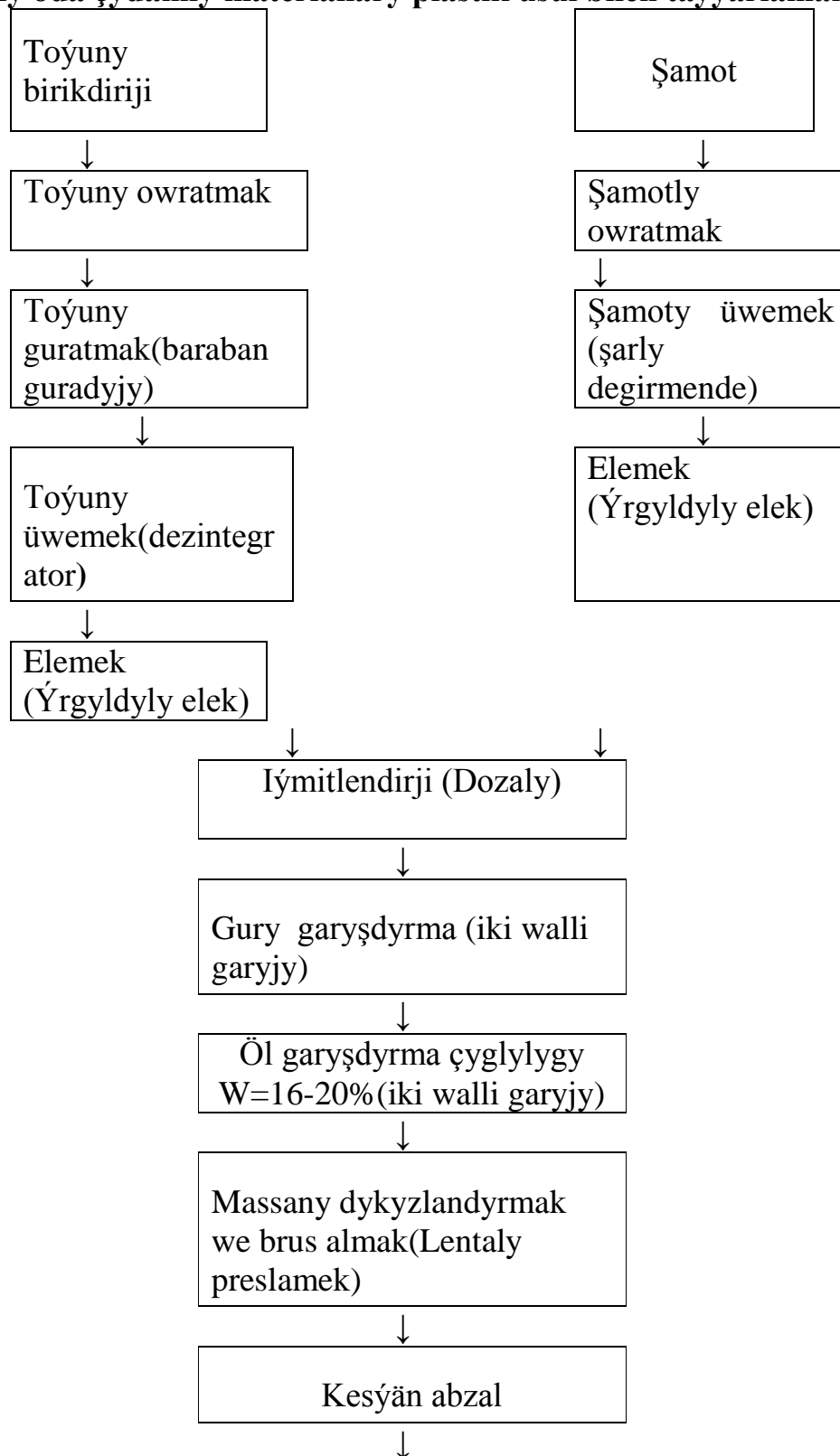
Munda şamody ölmek üçin 60-70 °C gyzygynlykdaky şliker ulanylýar. Şlikeriň düzümine 0,1-0,2 mukdarda spirt garyndysy goşulýar. Aktiw madda hökmünde soda, ýagly kislota ulanylýar. Bular ýaly komponentleri garyşdyrmak begunida alnyp barylýar. Taýýarlanýan un görnüşli massadan ýarym önüm

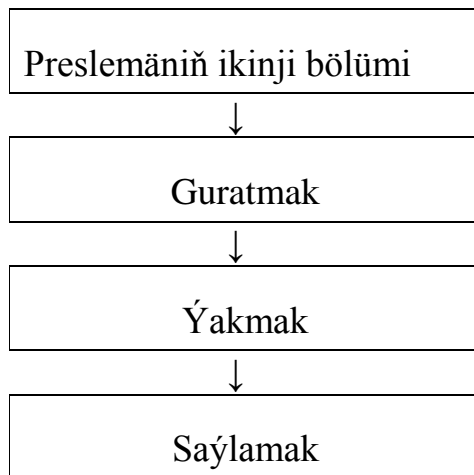
preslenýär. Presleme wagty 3-4 min. dowam edýär. Massanyň düzüminde şamot köp bolsa preslemek basyşy 80-100 Mpa deň bolýar. Massanyň düzüminde toýunyň mukdary 50% bolsa ýarym önüm wakuum presde galyplanýar. Şamotly oda çydamly materiallar iki sany tilsimat prosesde taýýarlanýar:

1. plastik ýagdaýda galyplamak usuly

2. ýarym gury usulda preslemek usuly

**Şamotly oda çydamly materiallary plastik usul bilen taýýarlamak çyzgysy**

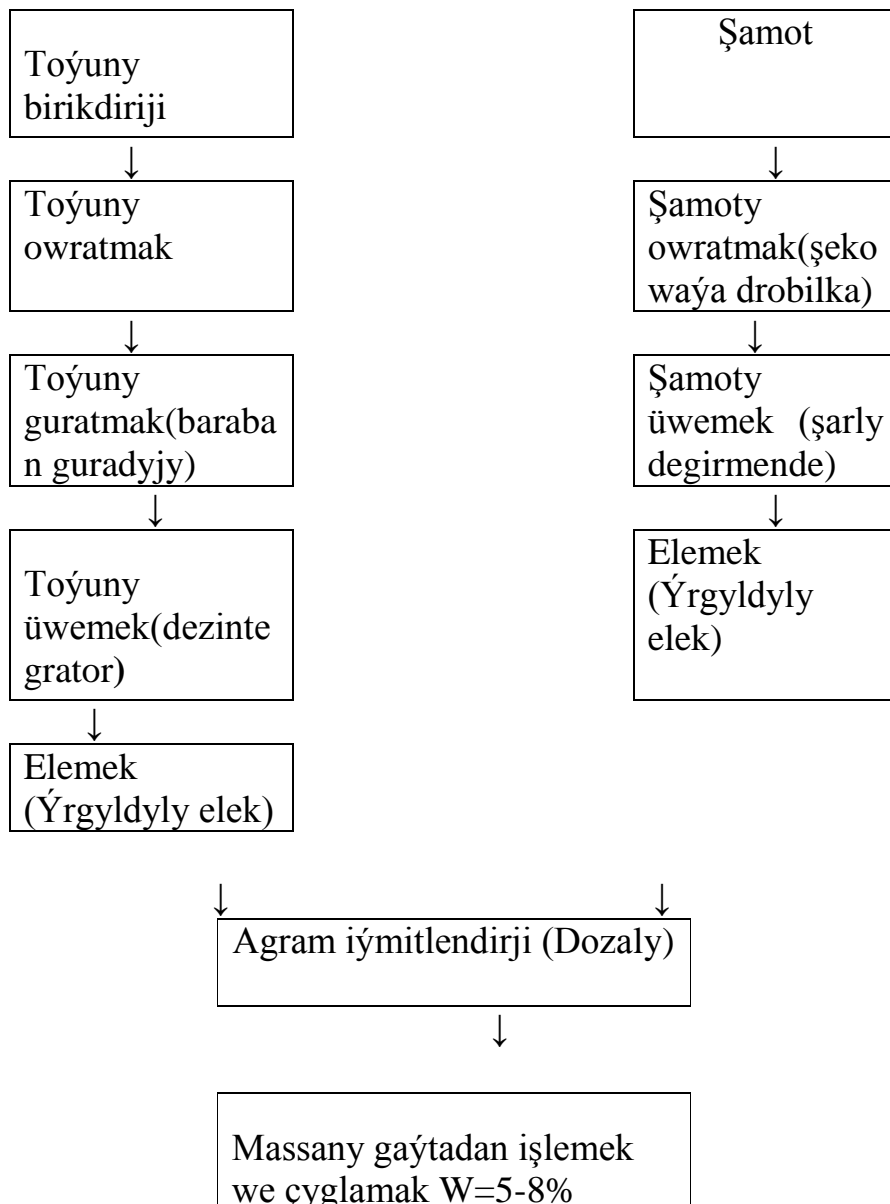




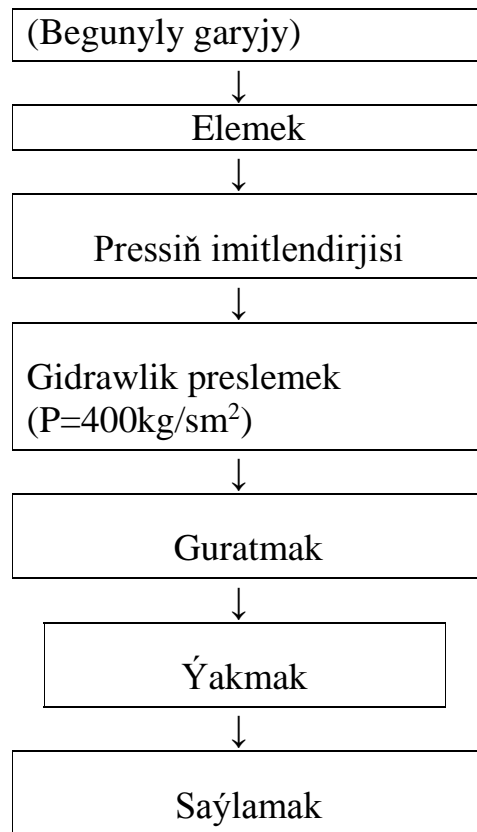
Bu usul bilen çylşyrymly bolan önüm taýýarlanýar.

#### 4. Şamotly oda çydamly materiallary ýarym gury ýagdaýda preslemek

Şamotly oda çydamly materialy ýarym gury ýagdaýda preslemegiň çyzgysy







Bu ýarym gury ýagdaýda taýýarlanan poroşokdan ýarym önüm preslenýär. Preslenmek 3-4 min. dowam edýär. Presleme basyşy 25-40 Mpa deň. Massanyň düzüminde 50-% çenli toýun bolsa presleme basyşy 80-100 Mpa deň bolýar. Egerde köp şamotly massa bolsa preslemegiň birinji döwründe iri öýjükler ownuk öýjüklerini sorup iri öýjükler biri-biri tertipleşip karkas emele getirýär. Ine şular ýaly iri öýjükleriň arasynda boşlugyň galan böleginde suw we howa gysylýar. Preslemek iki tapgyrly we iki taraplama preslemek ulusy bilen alyp barylýar. Preslenen önümi guratmaga goýberilýär. Çylşyrymly şekile eýe bolan önümler köp şamotly massadan taýýarlanylýar. Mundan başga-da preslemek gidrawlik kriwoşip-ryçagly fraksion preslerde alyp barylýar.

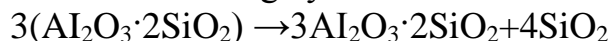
Galyplanan ýarym önümler ugradylýar. Munuň üçin tunel guradyjylardan peýdalanylýar. Tunel guradyjydan 180-250 °C ýylylyk goýberilýär. Munuň üçin köp zawodlarda ýyly howany temperaturasy 800 °C gyzgynlykdan tunel pejinden alynyp sowuk howa bilen garyşdyrylyp temperaturany 150-200 °C çenli getirýärler. Guradyjylarda çykýan temperaturasy 50-60 °C emele getirýär. Gurdyş prosesi ownuk önüm üçin 2-5 kg. agyrylyga çenli bolan önümi guratman 20 sagat, 15-I kg. bolsa 40-60 sagat, 10-15 kg. önüm üçin bolsa 80-100 sagat dowam edýär. Guradylan önümiň çyglygy 5%-den az bolmaly däl. Guradylan önümiň dykzlygyny, berkligini ýokarlandyrmak üçin ýakylýar. Ýakmak tunel peçlerinde alnyp barylýar. Ýakmak üçin aşakdakylar ýaly bolýar.

150-200 °C çenli galan suw bölünip çykýar. 100-120 °C töwerekdäki temperaturany ýuwaş-ýuwaşdan göterip bolýar. Eger çalt götersek suw bugynyň basyşy artyp jaýryk peýda bolmagy mümkin. Temperaturanyň götermege tizligi 10-20 sagat dowam edýär. 100-300 °C endotermik effektler emele gelýär. Käbir toýuny emele getirýän materillaryň dargamagy bilen baglylykda onuň göwrümi

üýtgemeyär. 500-600 °C kaolinit dargap, himiki birikmedäki suw bölünip çykýar. 600-900 °C uglerod okislenýär we karbonatlar, sulfatlar dargamagy netijesinde CO<sub>3</sub> oksidi bölünip çykýar. 800-900 °C Belýankiniň pikiri boýunça aşakdaky reaksiýa bolup geçýär.



950 °C amorf ýagdaki glinazýom emele gelýär. 950-1000 °C bolsa we onda ýokardaky ýapyk ýagdaýda mullit emele gelýär. Metakaolinitden göniden-göni mullit we β - kristobolit emele gelýär.



920-940 °C endotermik effekt emele gelýär we amort ýagdaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kristal ýagdaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> –ne bagly bolýar. 1000-1100 °C bişip başlaýar. 1200-1250 °C toýunyň bişme prosesi gutarýar. 1200-1300 °C ekzotermik effekt emele gelýär we bu effekt mullidiň we kristobolidiň kristallanşy bilen baglydyr. 573 °C β - kwars α - kwarsa öwrülýär. Ýakma prosesi toýunyň temperaturasynda 100-150 °C-dan ýokarda saklanýar. Ýagny şamotly önümi ýakmak temperaturasy 1350-1380 °C emele getirýär.

## 5. Şamotly ýarym turşy kaolinli oda çydamly materiallar

Şamotly, ýalyna çydamly ýa-da orta mullitli materiallar diýip düzüminde 28-45% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bar bolan toýun we kaolinlerden şamot goşup taýýarlanýan materiallara aýdylýar. Ýarym turşy ýa-da az mullitli ýalyna çydamly materiallar diýip 28% az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 65%-den köp SiO<sub>2</sub> bolan toýun kaolinden alnan we ýakylan materiallara aýdylýar.

1. şamot kaolinli
2. şamotly (oda çydamly toýundan alnan).

Şamodyň düzümi boýunça aşakdakylara bölünýär:

1. az şamotly düzümdä 20-30% bolýar.
2. şamotly düzümdä 40-45% bolýar.
3. köp şamotly düzümdä 80% ýokary şamot bolýar.

Ýarym turşy şamotlar hem aşakdakylara bölünýär.

1. kwars, kaolin almak üçin (kaolin birleşmesi) düzüminde tebigy kwars bar.
2. kaoline toýun goşulman alynýar.
3. kwars, toýunly kwarsdan toýun goşup alynýar we düzümine owradylan kwars goşulýar.

Bu şamotly oda çydamly materialy almak üçin oda çydamlylygy 1580 °C-den ýokary bolan toýun ýa-da kaolinler ulanylýar. Şamotly ýarym turşy we kaolinli oda çydamly materiallaryň esasyny mullit we kristobolit emele getirýär. Olaryň düzüminde korund ýa-da Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bolmagy mümkin. Şamotly ýarym turşy we kaolinli materiallar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> ulgamyndaky esasy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> silikatlardan emele gelýär. Bu materiallary almak üçin oda çydamly toýun we kaolinler ulanylýar.

**Oda çydamly toýun** – diýip dag jynsynyň opurylmagy netijesinde çöküp emele gelen ownuk disperli gidroalýumasilikatlardan ybarat bolup suw bilen hamyr görnüşli massa emele getirýän we daşky güýç täsirinde berlen şekiline garap daşky güýç täsiri durman berilen wagtyny saklap galýan we ýakylanda daş ýaly gaty ýagdaýa girýän materiala aýdylýar. Oda çydamly toýun we kaolinler

$$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3$$

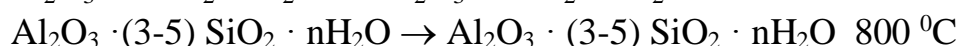
meydan şpaty                                      kaolinit

Kaolin oda çydamly toýuna garaňda düzümindäki goşmaça maddalaryň azlygy bilen tapawutlanýar. Meselem: kaoliniň düzüminde  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -1%, toýun bolsa 3-5% töwereginde bolýar.  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  kaoliniň düzüminde 1-1,5%, toýunda 3-4% bolýar. Esasan kaoliniň düzüminde 95-98% kaolinit bolýar. Oda çydamly toýuny suw bilen garyşdyrylanda aşakdaky 3 prosesler ýerine ýetirilýär:

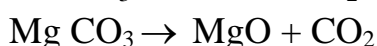
- Massanyň düzümine 3 ýagdaýdaky massa girýär:

- Oda çydamly toýun ýakylynda aşakdaky fiziki himiki prosesleri bolup

- $$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \quad 700^\circ\text{C}$$



- $$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$



**Köp glinazomly oda çydamly materiallar** – diýip düzüminde 45% ýokary  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bolan oda çydamly materiallara aýdylýar.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mukdaryna garap aşakdaky ýaly bolýar.

- Bu materiallar mullit we korund emele getirýär. Mullitli kremnizýomly materiallaryň düzüminde 85% mullit, 15% az korund we 35-40% çüýşe görnüşli faza bolýar. Mullit korundly materiallaryň düzüminde bolsa 90% az, mullit bilen

korundyn mukdary 6-12%, çüýşe görnüşli faza emele gelyär. Korundly materiallaryň düzüminde bolsa 3-5% mullit, 95% çenli korund, 6% çenli çüýşe görnüşli faza emele gelyär. Çig mal hökmünde glinazyom silikatlary, glinazyom gidraty, tehniki glinazyom we elektrik korund ulanylýar.

Glinazyom silikatlary

Glinozýom silikatyna girýän andolazit silimunit  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  düzümdä 62,9%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 37,1%  $\text{SiO}_2$  bar. Bu glinazyom silikatyna ýene-de alýumofirit diýilýär. Formasy  $\text{Al}_4\text{Si}$ . Bu silikatlar gyzdurma netijesinde mullide geçýär. Mullit emele getirýän prosesi aşakdaky tapgyr boýunça barýar. Birinji fazada-1200-1300 °C temperaturada öwrülişi:

Tehniki glinazyom -  $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$

Ýakylan toýun –  $3(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2) \rightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 4\text{SiO}_2$

Ikinji fazada – glinazyomyň täsiri 1250-1300 °C temperaturada kremnizýonyň agdyklygy aşakdaky reaksiýada görkezilendir.

$(\text{Al}_2\text{O}_3 + 4\text{SiO}_2) \rightarrow 2(3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Mullide 1300-1400 °C geçýär. 1550 °C temperaturada bu reaksiýa boýunça mullidiň çykmagynyň 86% emele getirýär. Bu alýumosilikatlar tebigatda gumly materiallaryň düzüminde duş gelyär. Düzümdä 60% çenli  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bolýar. Ulanylmazdan ön baýlaşdyrylýar.

Glinazyom gidratlary

Glinozýom gidratyna aşakdakylar girýär:

Gidrogillit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , bionit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , diaspor  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , gamma-glinozýom  $\text{Al}_2\text{O}_3 \gamma$ - glinazyom  $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ , bionit, gidrofillit, diaspor, dag jynsy, boksidiň düzüminde  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3$ , kaolinit, kalsit başga materiallar bilen garyşma ýagdaýda duş gelyär. Boksit bilen baýlaşdyrylyp olaryň düzümindäki goşmaça maddalary çykaryp taşlap gidropillit, dionit, diaspor alynýar. Bu boksidiň düzüminde  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bar. Gidrofillit 155 °C bionide öwrülýär. Bionit 280 °C  $\gamma$ - glinazyoma, 1200 °C  $\alpha -$  glinazyoma öwrülýär. 450 °C diaspor  $\alpha$ -glinazyoma öwrülýär.  $\alpha$ -glinazyom gyzdorylanda üýtgemeyär.

## 7. Oda çydamly materiallaryň himiki we mineralogiki düzümi

Oda çydamlylar toýunlaryň uly bölegi kaolin göräşlere girýär. Olaryň umumy formulasy:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Şu formula laýyklykda oksidleriň gatnaşygy häsiýetlendirilýär.

$\text{Al}_2\text{O}_3 - 39,5\%$

$\text{SiO}_2 - 46,6\%$

$\text{H}_2\text{O} - 13,9\%$

Gyzdorylandan soňra:

$\text{Al}_2\text{O}_3 - 46\%$

$\text{SiO}_2 - 54\%$

Gidroslyuda materiallary, käbir çöken toýunlaryň esasy bolup durýar. Ýagny, ol sellýudadan kaoline geçýän faza ýaly seredilýär. Tüwer-gyr toýunynyň iň bir gymmat toýunlaryň biridigi omun himiki, mineralogiki düzümi boýunça häzirki belli bolan ýatlardan onuň tapawutlanýandygy bellidir. Bu onuň düzüminde üýtgeşik mineralyň bardygy bilen düşündirilýär. Ony diňe manoterm

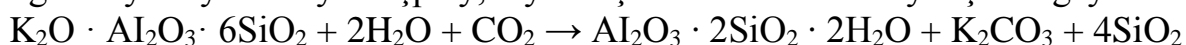
diýip atlandyryp bolýar. Manotermidiň takmynan malekulýar düzümi  $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ .

Ownuk dispers minerallara  $\text{K}_2\text{O}$  gatnaşmagy we olaryň gidrosellýad we monotermit toýunyň gatnaşmagy onuň pes temperaturasy we gyzdyrylanda oduň ýanmagyna seredilýär. Toýunyň düzümindäki kaolinit, monotermit, gidrosellýad, mondmorlonit, esasy materialdan başga-da dürli görnüşde az hem mukdardaky goşundylar bolýar. Toýunlarda has köp ýaýran goşundy deň derejede ýaýran kwarsdyr. Takyklyan temperaturada ( $1300-1350^\circ\text{C}$ ) kwars asyldyr we aýryjynyň roluny oýnaýar. Emma  $1350-1400^\circ\text{C}$  temperaturada kwars işjeň öräp başlaýar we toýun bilen köp komponentli (2 komponentli eftetikanyň  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$  emele gelmeginiň nazary temperaturasy  $1585^\circ\text{C}$ ) eftetikany emele getirýär. Toýunda ereýijilik köp bolsa kwarsyň däneleriniň ululygy kiçi bolsa, şonça ereýijilik temperaturanyň ýüze çykmagy pes bolýar we şeýle-de köp dereje kwars toýunyňyň oda çydamly häsiýetini peseldýär. Toýunlarda iň bir ýaramaz hapalaýan goşundylar materiallaryň düzüminde duş gelýän demir birleşmeleri bolup durýar. Oda çydamly toýunlardaky demir oksidiniň umumy mukdary takmynan 1-3% ýetýär. Käbir ýataklardaky toýunlarda bolsa onuň mukdary 5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ybaratdyr. Toýunda demiriň mukdaryny mundan hem ýokarlanmagy onuň oda çydamlylar häsiýetini peseldýär. Emma beýleki goşundylara (olara  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ) garanyňda  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  toýunyň zyýanly täsiri pesdir.

Umuman şamot oda çydamly materiallary öndürmek üçin ulanylýan toýun çig mal indiki talaplary görkezilýär: toýunyň we kaoliniň oda çydamlygy  $1670-1750^\circ\text{C}$  barabar bolmaly. Önümiň hiline baglylykda  $1580^\circ\text{C}$  bolmalydyr.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mukdary köpelmegi bilen we ereýijiligiň mukdarynyň azalmagy bilen önümiň oda çydamlylar häsiýeti ýokarlanýar. Toýunyň hamyr häsiýeti (maýyşgaklygy) esasan hem önümleri maýyşgaklyk usulynda ýasalanda wajyp rol oýnaýar.

## 8. Oda çydamly toýunlar we kaolinler

Oda çydamly toýunlar diýlip esasan hem ýokary dispersli gidroalýumin-silikatdan düzülen çökündiden gelip çykan ýeriň gaçan gyçak böleklerinden ybarat dag jynslaryna aýdylýar, suw bilen süýgeşikli hamyr görnüşi berýär, olar guranda formasyny saklaýar we ýakylandan soň daşyň berkligine eýe bolýarlar. Tebigatda süýgeşikli oda çydamly toýunlardan başgada suw bilen süýgeşikli garyndyny emele getirmeýän gury ýa-da daş görnüşli toýunlar duş gelýärler. Beýle toýunlar suhari, kremnýowka we flint diýip atlandyrylýar. Esasy ilkinji jynslardan emele gelen oda çydamly kaolinler we toýunlar-granitler. Dargadylanda ilki olaryň düzüji minerallara bölünmesi-kwars, slýuda we meýdan şpatlary, soňra bolsa kömür kislotasynyň suwly erginleriň täsiri astynda soňky iki materiallaryň has çuň dargamasy bolýar. Meýdan şpaty, mysal üçin indiki shema boýunça dargaýar:



Meýdan şpaty

kaolin

$\text{K}_2\text{CO}_3$  erediji birleşme hökmünde ýuwulýar: täsirleşmäniň galan önümleri kaolin diýlip atlandyrylýan dag jynsyny emele getirýärler. Esasy dargaýan kaolin mineraly bolup kaolinit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  durýar. Meýdan şpatlary we

slýudalary dargadylanda kaolinitden başga-da gidroalýuminsilikatlar emele gelýärler; galluazit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , pirofillit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , montmorillonit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  monotermit  $0,2 \text{ Me}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{ SiO}_2 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O} + \text{aktiw}$ . Bu minerallardan dine monotermit, kaolinite meňzeş oda çydamly toýunlaryň uly ýataklary emele getirýän mineral bolup durýar; montmorillonit oda çydamly materiallara degişli bolmadyk bentoniti düzýärler; profillit köp toplumda duş gelsede dine keramiki önümçilikde ulanylýar; galluazit we alloson toýunlardaky we kaolinlerdäki seýrek goşundylar. Ilkinji dag jynslarynyň dargama ýerinde galan kaolinlere, howa ýa-da suw akymlyary bilen geçirilen we emele gelme ýerinden has daşda ýerleşdirilen ikilenjilerden tapawutlylykda olara birlenji kaoliinler diýip at berýärler. Şeýle kaolinleriň ýataklary örän az. Oda çydamly toýunlar ikilenji kaolinlerden ýokary hapalygy we has uly dispersligi bilen tapawutlanýarlar. Mysal üçin: demiriň düzümi köp kaolinlerde prosentini ondan paýyny hem geçenok, oda çydamly toýunlarda bolsa ol 3-5%-e çenli ýetýär; düzümi  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  we başgalar kaolinlerde umumy kynçylyk ýagdaýda kämahal 1-1,5%-e çenli ýetýär, oda çydamly toýunlar bolsa olar 3-4%-e ýetýär. Adatça, kaolinlerde kaolinit emele gelen dag jynslarynyň galyndylary (kwars cage, grawiý, meýdan şpatlary, sludalar) duş gelýärler. Bu garyndylar oda çydamly toýunlaryň düzüminde ýok ýa-da örän az mukdarlarda saklanýarlar. Kaolinlerde garyndylaryň köp mukdary baýlaşdyrmagyň ýoly arkaly ýeňil aýrylýarlar, şonuň üçin olarda kaolinitiň düzümi 95-98%-e çenli ýetirilip bilner; toýunlar bolsa baýlaşdyrma kyn berilýärler. çäğäniň, piritiň mehaniki garyndylary we beýleki garyndylary gidro usul bilen alynanda aýyrmaklyk has maksada laýyk. Şu usul boýunça toýuny karýerde uly basyş astynda ýuwyýarlar. 65-70% çyglylykly emele gelýän suspenziýadan garyndylar daşyna çykýarlar, çöken toýuny bolsa ekskawator bilen önümçilige alýarlar. Toýunyň emele gelmesindäki tapawut şeýle bir uly, hatda olaryň köp mukdaryna garamazdan hemme gatnaşyklarda birmeňzeş düzümlü we häsiýetli dürli ýataklarynyň toýunlaryny tapmak kyn. Oda çydamly toýunlaryň emele gelmegi üçin amatly şertler käbir geologiki tapgyrlarda bardy; öňki Russiýanyň territoriýasynda-daş kömürli, ýurskiý, hekli we tretiçnyý. Daş kömür tapgyryna gabat gelýän ýataklar-Podmoskownyý basseýinde duş gelýär. Daşkömür tapgyrynyň iri ýataklary bolup Borowiçesko-Lýubytenskiý we Suworowskiý durýar. Toýunyň hili we ätiýaçlygy boýunça Woronež oblastynda ýerleşýän oda çydamly toýunlaryň Latnenskiý ýataklary uly önümçilik manysyna eýe bolýar. Belkinskiý we Bagdanowiçeskiý- hek tapgyryna degişli Uralyň Gundogarynda ýerleşýär (Swerdlowskiý oblastda). Oda çydamly toýunlaryň üçünji tapgyrynyň has gymmatly Yataklary bu Çasow-ýarskoýe (Ukraina), Uralyň gündogarynda bolsa Buskalskiý we günorta Uralskoýe (Berlinski) (çelýabinsk) oblastynda gabat gelýär.

Türkmeniistanda hem çig mal ýataklary kânleri köp olardan peýdalanyp oda çydamly önümleri taýýarlamak mümikiçilikleri bardyr.

Düzüminde kwarsyň we demir görnüşli minerallaryň, şeýle hem dürli beýleki garyndylaryň köp mukdarynyň saklanmagy oda çydamly palçyklaryň we kaolinleriň hilini peseldýär, bu bolsa käbir ýagdaýlarda olaryň

baýlaşdyrylmagynyň zerurdygyny görkezýär. Düzümini baýlaşdyrmak üçin çyglanan, gury, elektromagnit we çylşyrymlaşdyrylan usullary ulanýarlar. Çyglanan usulda baýlaşdyrmak, ýagny durlamak, saplamak; çökdürmek usuly agyr güýjüň täsiri astynda owunjak we ýuwaş-ýuwaşdan çökýän suwuklyk bölekleriniň arasyndan dürli agramdaky we ululykdaky bölejikleriň dürli tizlikde çökdürilmegine esaslanandyr. Bu usul häzirk wagtda ilkinji ulanylýan kaolini baýlaşdyrmak üçin peýdalanylýar, ol aşakdaky işlerden ybaratdyr: üwemek, çägäni çökdürmek usuly bilen aýrybaşgalamak, suspenziýany goýaltmak, suwsuzlandyrmak, palçyk külçelerini guratmak işleri. Kaolinleri üwemekligi çyglanan usulda 35-40 °C çenli gyzdyrylan suwy ulanmak bilen we suspenziýanyň konsentrasiýasyny 1,15-1,17 g/sm<sup>3</sup> derejedäki dykzlyga çenli ulaltmak üçin oňa elektroliti (suwuk aýnany ýa-da sodany) goşmak bilen amala aşyýarlar. Göwrümi 0,005 mm-den uly bolan garyndylary spirally, reýkaly ýa-da çanakly mehaniki klassifikatorlarda saýlap aýyrýarlar we gysyjy süzgüçlerde suwsuzlandyrýarlar. Şu maksat bilen gysyjy süzgüçlere 490-588 kPa basyş astynda sorujy bilen 85-90% çyglylykdaky kaolin suspenziýasyny geçirýärler. Gysyjy süzgüçden soňra palçyk külçeleriniň çyglylygy 33-35% deň bolýar. Olary tunnelli guradyjylarda 140 °C gyzgynlykda 20-24 sagadyň dowamynda galyndy çyglylygy 15-17% bolýança guradyýarlar.

Beýan edilen baýlaşdyrmak usulynyň uly ýetmezçiligi – bu yzygiderli, üznüksiz hereketdäki apparatlarda amala aşyrylýan esasy işleriň (durlamak, saplamak, çökdürmek, süzmek) köp zähmeti talap edýänligidir. Ululygy 0,005 mm-den kiçi bolan garyndylary üznüksiz hereketdäki merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri bilen garyndyny düzümler böleklerine mehaniki bölmek, çökdürmek üçin ulanylýan apparatda (sentrifugada) saýlap aýyrmak mümkin. Has iri, ýogyn, 0,010-0,015 mm-den uly bolan garyndylary saýlap aýyrmak üçin gidrosiklony ulanmak mümkin, ol bolsa gurluşy we hereket edişi boýunça tozany tutup alyp galmak üçin senagat tejribesinde giňden ulanylýan howa siklonlaryna meňzeşdir. Owradylyp, çyglanan jynsy gidrosiklona 98-197 kPa basyş astynda geçirýärler.

Ortadan daşlaşýan güýçleriň täsiri astynda materialyň ölçenen gaty bölejikleri siklonyň diwarlaryna baryp düşýärler, zyňylýarlar we ýuwaş-ýuwaşdan çäge üçin ýüki aýrylýan deşijegä geçýärler, girýärler. Ortadan daşlaşýan güýçleriň täsiri astynda deşijegä düşmeýän has ownuk, ýuka bölejikler suwuklandyrylan görnüşinde galýarlar we gidrosiklondan akdyryp çykarylýar. Edil sentrafugada bolşy ýaly, gidrosiklonda hem durlamak, çökdürmek usulyndakydan ýokary mukdardaky ep-esli derejede galyň gatlakly suwuk garyndy guýulýar, şol sebäpli hem owunjak we ýuwaş-ýuwaşdan çökýän suwuklyk bölekleri, garyndyny gidrosiklondan ýa-da sentrifugadan şlam görnüşinde şykga öwürmek üçin aýlanyp bişirýän peje gönüden-göni geçirmek, ugratmak bolar ýa-da şlam başnýa görnüşindäki pürkýän guradyjylarda guradylyp bilner. Ýarym turşy palçyklar gidrosiklonlarda baýlaşdyrylanda palçyklar düzüminde glinozýomyň saklanyşy boýunça esasy toýunlar bolup durýar. Bu aýratyn wajyp delildir, çünki oda çydamly toýunlaryň uly bölegini ýarym turşy toýunlar tutýar.

t/b	Suspenziya	Düzümi (göterimlerde)			Oda çydamlylygy, °C
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
1.	Başlangyç	23,08	72,7	0,87	1670
2.	Baýlaşdyrylan	34,52	60,9	1,07	1730
3.	Aşakky guýulýan akym	5,28	91,3	0,3	-

Baýlaşdyrmagyň gury usulyňyň manysy, ähmiýeti kaoliniň çyglylygy 3-5% çenli ýetýänçä guradýandyklary, soňra bolsa saýlamak üçin owratmaklyga, üwemeklige (dezintegrasiya) we howa arkaly saýlamaklyga sezewar edilýändigini bilen düşündirilýär. Garyndylar bilen deňeşdirilende has ýeňil sürtülme netijesinde üwelenden soňra kaolin owunjak bölejiklerden ybarat bolýar we iri (agyr) garyndylaryň howa akymyna düşmeýändigini sebäpli, kaoliniň diňe owunjak bölejikleri howa akymlyry bilen aňsat äkidilip bilinýär. Düzümünde ululygy 0,06-0,08 mm bolan iri däne görnüşindäki garyndylary saklaýan kaolinler gaýtadan işlenilende gury ýagdaýdaky baýlaşdyrmak usuly has netijeli bolup biler. Baýlaşdyrylandaky alynýan galyndylary („guýruklar“) ýarym turşy oda çydamly önümleriň önümçiliginde şykgynyň derejine maýyşgak ýa-da ýarym guradylan, kakadylan jynslary arryklandyrmak üçin ulanmak mümkin. Elektronmagnit usuly bilen baýlaşdyrmaklyk bir wagtyň özünde howadaky saýlap aýyrmak usuly bilen bilelikde eger-de palçyklaryň düzüminde gematit, magnetit we siderit ýaly garyndylar bolan ýagdaýynda ulanylýar. Pes magnit täsirleşmesi bolan demir görnüşli garyndylary bölüp aýyrmak üçin palçygy deslapdan dikeltmek (pirit, markazit) ýa-da okslendirip bişirmek (siderit) zerur bolmagy mümkin.

Baýlaşdyrmagy utgaşdyrmak, çylşyrymlaşdyrmak usuly has gyzykly bolsa gerek – bu „guýrukly“, ýagny galyndylary goşmaça çyglanan usuly bilen gaýtadan işlemek bilen guradylan usuly ulanmaklykdyr.

### **9. Kaolinleriň suwuklandyrylmagy. Guradylanda we bişirilende toýunlaryň kiçelmesi**

Köp mukdarly degişlilikdäki arryklandyryjy materiallaryň az mukdardaky palçygy deň ölçeglerde bölmek üçin we önümler guýulmak usuly bilen taýýarlanylýanda şlikerden (suwuk palçyk, laý) peýdalanýarlar. Ähli ýagdaýlarda düzüminde palçygyň köp mukdaryny saklaýan durnukly şlikeri (suwuk laýy, palçygy) almaga çalyşýarlar. Elektrolitler hökmünde aşgary, sodany, ereýän aýnany, NH<sub>4</sub>Cl goşýarlar, organiki birleşmelerden tannini, galliý kislotasyny we beýlekileri goşýarlar. Belli bir çäklerden ýokary derejedäki elektrolitleriň konsentrasiýasy bolanda köplenç ýagdaýda suspenziýanyň goýalmak hadysasy bolup geçýär, şol sebäpli hem her bir palçyk üçin elektrolitleri we olaryň konsentrasiýasyny tejribeli usullar bilen saýlap alýarlar.



pH wodorod görkezijisi şlikeri (suwuk palçygy) häsiýetlendirýän wajyp görkezijisi bolup hyzmat edýär. Durnukly şliker (suwuk palçyk) we ýuka görnüşde pytraýan palçyk görnüşli suspenziýalaryň pH>7 deň bolýar, turşy palçyklar has gaty görnüşde pytraýar, pH<7 bolanda şliker (suwuk palçyk) goýalyp biler. Palçyklaryň pH aňlatmasy 3,5-8 bolmalydyr. Palçyklar taýýarlanylanda ilki başdaky göwrüminiň kiçelmesiniň, ýygrylmasynyň guradylandaky (howadaky) ýygrylmasyny we bişirilendäki (ýylylyk, otdaky) ýygrylmasyny hem-de doly, ýagny howadaky we otdaky ýygrylmanyň mukdaryna deň bolan ýygrylmany tapawutlandyryrlar. Zolaklaýyn ýygrylmany aşakdaky aňlatma boýunça hasaplaýrlar:

$$a = [(l_1 - l_2) / l_1] 100\%;$$

bu ýerde  $l_1$  we  $l_2$  guradylandan ýa-da bişirilenden öňki we soňky deňşililikdäki nusganyň zolaklaýyn ölçegleri. Göwrümleýin ýygrylma takmynan zolaklaýyn ýygrylmanyň üç essesine deňdir. Palçyklaryň howadaky ýygrylmasy 3-den 12% çenli, otdaky ýygrylmasy bolsa 3-den 16% çenli bolup bilýär. Maýyşgak palçyklaryň ýygrylmasy arryk palçyklaryňkydan ýokarydyr. Palçyklaryň düzümine arryklandyryjy materiallaryň girizilmegi olaryň umumy ýygrylmak derejesini peseldýär. Palçyklaryň düzüminde çyglylygyň köpelmegi bilen olar guradylanda ýygrylma artýar, bu bolsa aşakdaky görkezijilerden hem görünýär:

Palçygyň çyglylygy, %-de . . . . .	5	10	15	20	25
Guradylanda göwrümleýin ýygrylma . . . . .	0	1	4	7	11

Göwrümleýin ýygrylma bölünip aýrylan suwuň mukdaryndan az bolýar, bu bolsa guradylan palçygyň düzüminde howa bilen doldurylan deşijekleriň bardygyny görkezýär. Oda çydamly palçyklar gysylanda dykyzlanýar, ýygrylýrlar. Basyş aýrylandan soňra ilki bilen gysyjy galypda, galypdan çykarylandan soňra gysylmaklyga garşy, ters ugurda çeýe ýagdaýdaky giňelmek hadysasy bolup geçýär. Gysylmak basyşy 40 Mpa deň bolanda berk, çeýe ýagdaýdaky giňelmekligiň ululygy dürli hilli palçyklaryň çyglylygyna baglylykda 3-9% deň bolýar, bu bolsa uly tehnologik aňlatma eýedir. Çeýe haldaky giňelme 2-3% deň bolmalydyr.

Gyzyp tutluşma, berkemäniň başlangyç we ahyrky temperaturalary palçyklaryň oda çydamlylygyna däl-de, olaryň himiki we mineralogiki düzümine we dargamaklyk häsiýetine bagly bolup durýar. Monotermit palçyklarda kaolinit palçyklaryňkydan gyzyp tutluşma, berkeme temperaturasy has aşakdyr, arassa kaolinleriň, adaty, gyzyp tutluşmasy, berkemesi kyndyr. Oda çydamly palçyklaryň köpüsünde otdaky ýygrylmak häsiýeti, hadysasy 600-650°C gyzgynlykda başlaýar we ýuwaş-ýuwaşdan we deň halda 900-1000°C gyzgynlykda çenli dowam edýär. 1000°C-den ýokardaky gyzgynlykda ýygrylmak hadysasy güýçli depginde dowam edýär we 1250-1400 °C gyzgynlykda tamamlanýar.

Çasow-ýarsk, şeýle hem birnäçe beýleki palçyklarda 1300°C-den ýokardaky gyzgynlykda göwrüminiň giňelmek hadysasy çişmekden, pökgermekden soňra ýüze çykýar, ýagny çişmek, pökgermek bilen palçygyň göwrümi giňeýär. Çişmek, pökgermek hadysasy gaz görnüşli önümleriň bölünip çykmagy we olaryň

giňelmegi bilen şertlendirilýär, bu bolsa palçyk gereginden artyk bişirilende, ýagny gyzyp tutluşma, berkeme temperaturasyndan ýokardaky temperaturada bişirilende ýüze çykyar. Palçygyň düzüminde kremnezýomyň bolmagy ol bişirilen wagtynda onuň ösmegi belli bir derejede palçyklaryň ýygrylmagynyň öwezini dolýar.

#### 4. Dinas oda çydamlylar

##### 1. Dinas we kwarsly keramika

**Dinas oda çydamly materiallar** özünde azyndan 93%  $\text{SiO}_2$  saklaýar. Kremnizýomyň modifikasiýasy we olaryň düzümi. Dinasy öndürmekde esasy çig mal bolup kwars jynslary bolup durýar. Olaryň emele getirýän kremnizýomy atmosfera basyş astynda birnäçe kristal görnüşde we ýeke-täk amorf modifikasiýasynda bolup biler. Kremnizýomyň indiki birnäçe modifikasiýalary bellidir.

1. kwars  $\alpha$  we  $\beta$
2. tridimit  $\alpha$  we  $\beta$   $\gamma$
3. krestobolit  $\alpha$  we  $\beta$
4. kwars aýnasy

Tebigatda giňden ýaýran kremniýoksidiň  $\text{SiO}_2$  formadaky  $\beta$ -kwarsydyr. Bu kwars çägel, kwarsitler dürli görnüşli dag jynslary we kristallary, palçyklaryň çökündileri görnüşinde duş gelýär.

Jedwel 10

Kremnizýomyň modifikasiýa düzümi

Modifikasiýa	Kristallik forma	Ýag-k döwürleme koeffisienti	Ikileýin döwürleme	Hakyky dykyzlyk
$\beta$ -kwars	Trigonal	$\beta$ -1,5142 $\gamma$ -1,5530	+0,091 -	2,65
$\alpha$ -kwars		$\beta$ -1,5328 $\alpha$ -1,5430	+0,0076	2,533
$\gamma$ -tridimit	Pseudogeksogonal plastinka	$\alpha, \beta$ -1,469 $\gamma$ -1,473	+0,004 -	2,27
$\beta$ -tridimit	Geksogonal plastinka	1,475		2,26
$\alpha$ -tridimit	Geksogonal trapesendirik		gowşak	2,228
$\beta$ -kristobolit	göni görnüşli	A-1,484 $\beta$ - 1,487	- +0,003	2,38 -

$\beta$ -Kwars ýönekeý temperaturada durnukly, 573 °C bolsa  $\alpha$ -kwarsa öwrülýär.  $\alpha$ -kwars ýeriň aşaky gatlagynda duş gelmeýär. Haçan-da temperatura 870 °C ýetende bolsa  $\alpha$  - kwars  $\alpha$  - tridimite öwrülýär. Minerallaryň gatnaşmagynda örän seýrek zawod tejribesinde ulanylýan,  $\alpha$  - kwars örän iri owradylanda 1200-1470 °C temperaturada  $\alpha$  - tridimite öwrülýär. Bu prosesiniň intensiw geçän döwri 1300 °C temperaturada. Haçan-da temperatura 1300-1450 °C ýetende hem-de  $\gamma$ -kwars metokristobilit fazasyny emele gelende ol  $\alpha$  - kristobolide öwrülýär.  $\alpha$  - tridimit

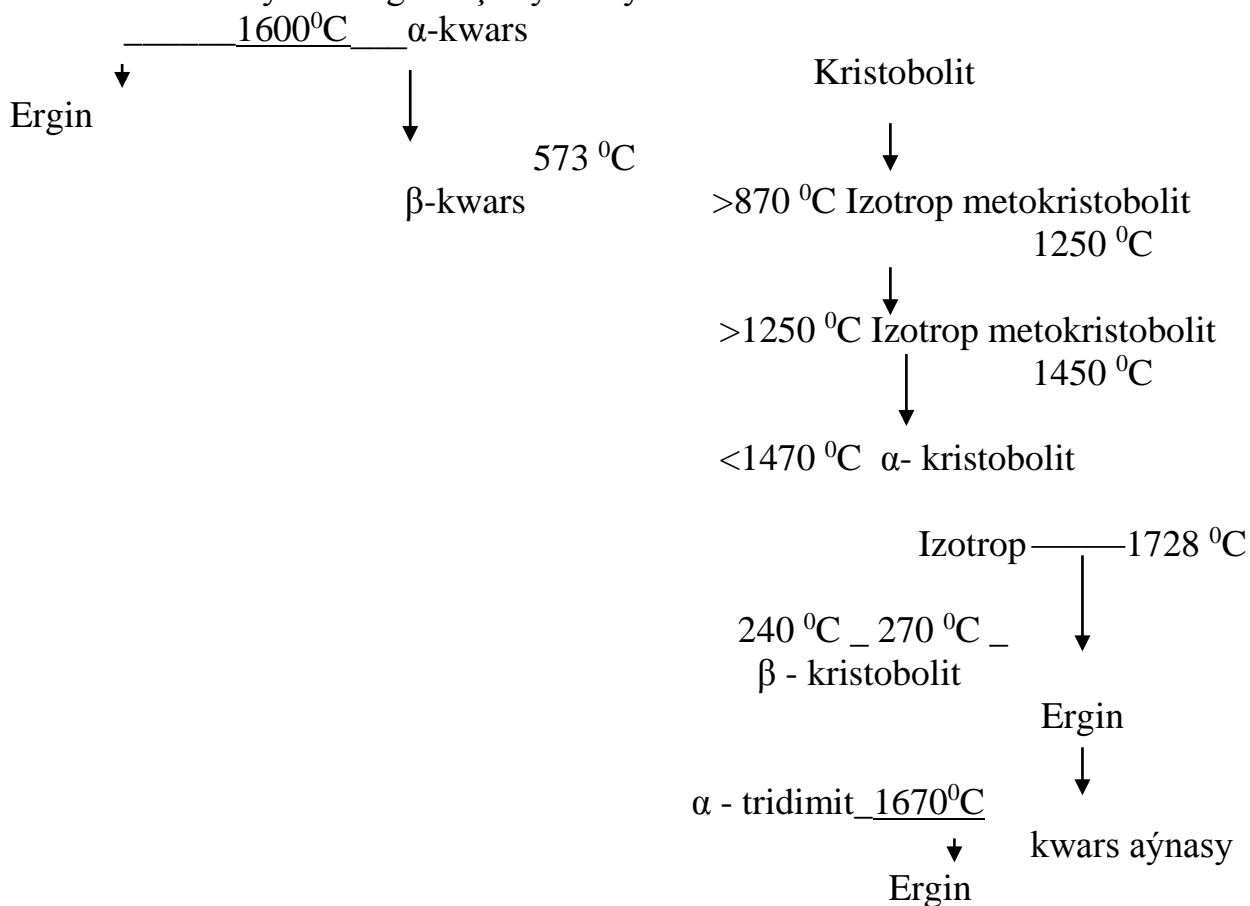
tebigatda duş gelmeýär, onuň durnukly ýagdaýy 870-1470 °C temperatura aralygydyr. Haçan-da ol sowadylanda aralyk  $\beta$ -tridimit  $\alpha$  - kristobolide öwrülýär.  $\alpha$ -tridimit diňe meta durnukly ýagdaýda 870 °C pes derejede duş gelýär. Ýöne haçan-da temperatura 150 °C aşaklanda ol  $\beta$  - tridimite öwrülýär.

$\beta$  - tridimit diňe aralyk modifikasiýa bolup  $\gamma$ -tridimite öwrülýär. Şu sebäpden  $\beta$ -tridimitiň ýüze çykyşy 72-150 °C temperaturadyr.  $\alpha$ -kristobolit haçan-da  $\alpha$ -tridimitiň 1470 °C ýokary gyzdýrylanda örän haýal ýagdaýda  $\alpha$  - kristobolide öwrülýär. Onuň durnukly ýagdaýynda 1772 °C temperaturadyr. 1772 °C temperaturanyň durnukly ýagdaýda  $\alpha$  - kristobolit kwars aýnasyna öwrülýär. Dinas oda çydamly materiallar 1770-2000 °C we ondan hem ýokary temperatura çydamly materiallar hasaplanýar.

## 2. Kwarsly keramika. Çig mal materiallary

Dürli formadaky kremnizýomy ýokary temperaturada gyzdýrmak bilen ergine öwürmek mümkin. Olaryň süýgeşikligi örän ýokary bolup durýar. Kwars aýnasy 20-1000 °C çenli aralyk temperaturada gyzdýrylanda çyzykly giňelmäniň örän pes kolf-ne  $0,5-10^{-6}$  eýe bolýar. 1000 °C ýokary gyzgynlykda kwars aýnasy  $\alpha$ -tridimitde aýna öwürilmän, eýsem durnuksyz  $\alpha$  - kristobolide öwrülýär. Soňunda 240-270 °C temperaturada sowadylanda  $\beta$ -kristobolide öwrülýär. Haçan-da  $\leftrightarrow$   $\beta$  - kristobolidiň çalyşyp üýtgemeginde döwürmeklik bolup geçýär.

Uzak wagtlaýyn 800-850 °C gyzgynlykda kwars aýnasyny wolframnatriniň gatnaşmagynda gyzdýrylanda tridimitiň kristaly emele gelýär. Haçan-da kwars aýnasynda  $\alpha$  - kristobolidiň ýüze çykmagynda ol örän haýal akýar hem-de ondan alynýan önümi tejribehana işinde ulanmaga mümkinçilik döreýär. Kremnizýomyň öwürülme shemasy indiki görnüşe eýe bolýar.



$\alpha$ -modifikasiýanyň  $\beta$ -modifikasiýasy öwrülmesi deňeşdirilmelere seredeninde örän çalt geçýär. Ýöne muňa ters bolan öwrilişik  $\alpha$ -kwars  $\leftrightarrow$   $\alpha$ -kristobolide örän kynçylyk bilen geçýär. Kremnizýomyň doly öwrüliş göwrüm üýtgemesi aşaky jedwelde görkezilendir.

Jedwel 11

Modifikasiýa we öwrülme temperatura

Modifikasiýa	tempertura öwrülmesi	öwrülme göwrüm effekt
$\beta$ -kwars $\rightarrow$ $\alpha$ -tridimit		
$\gamma$ -tridimit $\rightarrow$ $\beta$ -tridimit	573	+0,82
$\beta$ -kristobolit $\rightarrow$ $\alpha$ -kristobolit	95-140	+0,2
$\beta$ -tridimit $\rightarrow$ $\alpha$ -tridimit	273	+3,7
$\alpha$ -kwars $\rightarrow$ $\alpha$ -kristobolit	130-190	+0,2
$\alpha$ -kwars $\rightarrow$ kremnizýom	1050	+15,4
aýna	1728	+15,5
$\alpha$ -kristobolit $\rightarrow$ $\alpha$ -tridimit	>1000	
$\alpha$ -tridimit $\rightarrow$ $\alpha$ -kristobolit	1470	+0,6
Kremnezomly aýna $\rightarrow$ $\alpha$ -kristobolit	1000	-0,6
		-0,6

Belli derejedäki üýtgemeler prosesde dinasyň gatnaşmagynda we ýanmasynda bolup geçýän hadysalar bilen kesgitlenilýär. Şeýlelikde göwrümiň belli bir durkunyň ýokdygy onuň termiki durnuklygynyň pesligini aňladýar.

Termiki durnuklyk näçe pes bolsa, şonça-da öwrülme çalt geçýär hem-de üýtgame öwrümi şonça ýokary bolýar. Göwrümiň üýtgemesi arkaly alynýan önümleriň ölçegini, termiki durnuklylygyny, kladkanyň dykzylygyny, olaryň ölçegleriniň üýtgemegini bilmek bolýar. Kwarsyň ýogyn sapakly görnüşleri iri kristallyk görnüşine seredeninde örän çalt ýüze çykýar.

Çig malyň häsiýetleri:

Kwarsitler-esasy dinasy taýýarlamak üçin çig mal bolup sementli we kristally kwarsitler, azyndan özünde 95% kremniý oksidini saklaýan bolup durýarlar. Dinasy öndürmek üçin kwarsitiň kompleks düzümi zerur bolup durýar: mikro düzümligi, himiki düzümi, oda çydamlylygy, mehaniki çydamlylygy we ýakmaklyga gatnaşygy, şeýle hem kwarsitleriň daşky gurluşy boýunça üýtgemesi bolup durýar. Şu esasyda hem daryň tapylan ýeri boýunça ulanylşynda tapawutlandyrylýar.

Belli bir bölegi gözden geçirilende nusgalyklaryň iri görnüşlere hil taýdan ýokary bolan kwarsit, esasy dinas önümlerini öndürmekde uly orny eýeläp durýar. Ýöne kä halatlarda olaryň düzümindäki göze görünýän we göze görünmeýän çäge, kwars däneleri, ýagny has ownuk slans gurluşyň ýoklugynda we beýleki garyndylaryň gatnaşmagynda hiline uly täsir edýär. Kwarsitleriň dişi çäge döwürçeleri birinji derejeli çig mal hasaplanylmaýar. Haçanda olaryň hiline baha berlende olaryň mikrogurluşy uly orny eýeleýär, ýagny bu olaryň sementli ýa-da kristallik görnüşdeligine anyklamaga kömek berýär, şeýle hem kwars däneleriniň

ölçeğleri häsiýetlendirilýär. Mineralogik düzümi we garyndylaryň ýaýraýşyna uly üns berip bolýar. Dinasy öndürmek kwarsitleriň himiki düzümde ilki bilen kremniý oksidiň ýokary saklaýjylygyna seredilýär. Hapalanmanyň mukdaryny we himiki düzümini anyklamak üçin kwarsitleriň kül görnüşini tapawutlandyrmak, ýola goýmak gerekdir. Kwarsitler:  $R_2O$ -0,25%;  $CaO$ -1%;  $Fe_2O_3$ -1%;  $Al_2O_3$ -1-0,7% düzüm mukdaryndan ýokary bolmaly däldir.

Jedwel 12

Dinasda we kwarsitde kremniý oksidiniň düzümi %

Dinasda $SiO_2$ az bolmadyk	Kwarsitdäki düzüm	
	$SiO_2$ az bolmadyk	$Al_2O_3+TiO_2$ köp bolmadyk
95	97-98	1,2-1,3
94	96-96,5	1,5
93	95	1,5-2

Has gymmat bahaly kwarsitler örän dykyz görnüşli bolup durýar. Dinasyň önümçiliginde ulanmak üçin kwarsitleriň öýjükligi boýunça dört topara bölünýärler. Kwarsitleriň 1-nji we 2-nji toparlary dinas önümleri üçin jogapkärli görnüş bolup, 3-nji topary gowşak jogapkärli bolmadyk önümlerde ulanmak bilen 4-nji görnüşli toparyny bolsa diňe goşundy hökmünde ulanylýar.

Jedwel 13

Aşakda kwarsitleriň emele geliş tizliginiň toparlary görkezilen

Topar	Ýakmakdan soňra hakyky dykzlygy $g/sm^3$
Tiz emele gelişän	2,4
Ortaça tizlik bilen emele gelişän	2,4-den 2,45
Haýal emele gelişän	$>>2,4$ $>>2,5$
Has haýal emele gelişän	$>2,5$

Hil taýdan kwarsitler 1460 °C temperatura ýakmaklykdan soňra hem jaýryk emele gelmeýär hem-de 3-4% ýokary bolmadyk suw siňdirijilige eýe bolýar. Emele geliş tizligi boýunça ortaça, haýal hem-de örän haýal kwarsitler we beýleki talaplar bilen kanagatlandyrylyp 1-nji sortly dinasy öndürmekde ç.m. bolup durýar. Örän çalt emele gelişän kwarsitlerden örän ýokary koweklilige eýe bolanlaryndan, jaýrykly dinasy almak kyn bolýar. Mundan başga-da çalt emele gelişän berk dykyz kwarsitler ýörite işlenip düzülen iş kadzsynda ýakmaklykda dinas üçin esasy çig mal hökmünde ulanylýar. Hek – goşulan hekiň mukdary  $CaO$  hasaba almak bilen taýýarlanan önümiň maksadyna laýyklykda we oda çydamlylyk talabyna baglylykda 0,2-den - 2,5 % çenli aralykda bolup durýar. Dinasyň agramy üçin ýokary temperaturada işlemekligi üçin, 1,5% in ýokary dereje göterime 2% heki goşmak zerurdyr. Heki doly ýakmaly, çünki hek süýdünde onuň digir-digir bölejikleriniň galmazlygy üçin. Ýakylmadyk hek 50 mm. diametrli bölejikleri galdyryp bilýär. Ýakylmadyk hekde kömüriň beýleki galyndylaryň ownuk bölejikleri bolmaly däldir. Esasy dinas önümçiliginde ýakylmadyk hekiň ýylylyk

häsietiniň görkezijisi aktiw CaO bolup durýar. Himiki düzümi boýunça ýakylmadyk hek indiki talaplary kanagatlandyrmaly:

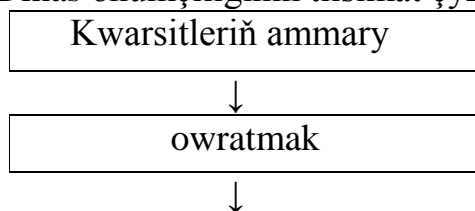
Aktiw -  $\text{CaO} + \text{MgO}$  90%,  $\text{CaCO}_3 + \text{HgCO}_3$  5% köp bolmadyk we  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$  5% köp bolmadyk düzümdä bolýar. Ýakylmadyk çalaja gyzdýrylan hekiň 70-80 mm. diamertli bölekleri üstüne ýapar ýaly suw guýulyp, 15-20 °C temperaturada gyzdýrylyp 10 minutdan soň ýakmaly.

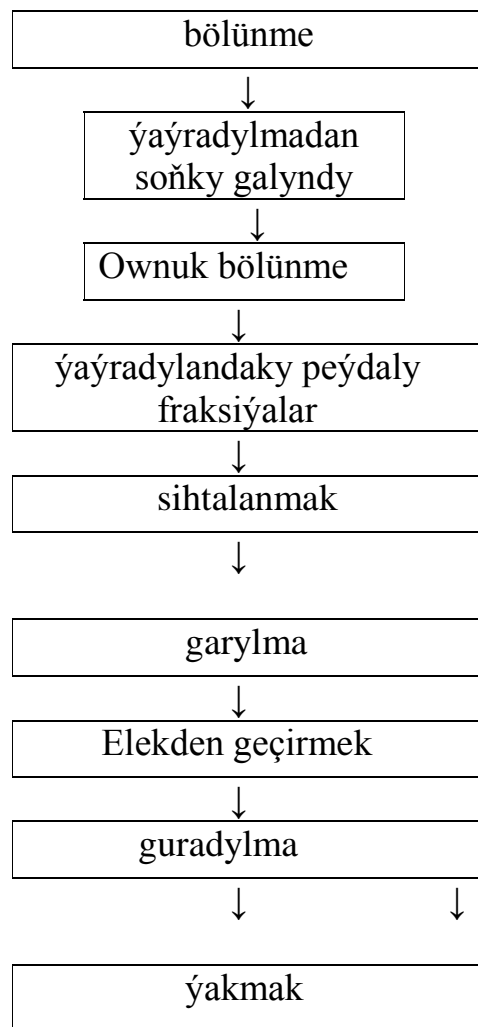
Mineralizatorlar - kwars däneleriniň monolit massasynyň birikdirme maksady bilen şeýle hem ýokary temperaturaly kwarsyň emele gelme modifikassiýasy üçin –kristobolit we tridimit –dinas şyhtasyna minerelezatorynyň ýeterlik mukdary goşulýar. Minerelezatoryň ýoklygynda “gury emele gelme ” ýüze çykýar. Öwrülme prosesinde kwarsyň dänesi meto-ristobolit jaýrylyp başlaýar.

Suwuk faza gyzdýrlanda mineralizatorlaryň gatnaşmagynda emele gelýän kwarsyň däneleriniň üstüne täsir edýän we jaýryklar boýunça içine düöýär we tridimit bilen metokristobolitiň täsirleşmesine esas döredýär. Kwars däneleriniň merkezi bölegi mineralizatoryň mukdarynyň ýeterlik bolmadyk derejesinde metokristoboliti özünde häsiýetlendirýär. Kremnezýomyň has doýgun erginden we ýörite goşundysyndan silikat ergin metokristobolit bilen eredilýär. Bu proses disperslik derejesini ýokarlandyrýar. Şeýle hem goşundyny artdyrýar. Erginiň süýgeşikliginden diffuziýanyň tizligi bagly bolup durýar we şol yzygiderlikde metokristobolitiň ereýjiligine we tridimit kristallaryň ösüşine bagly bolýar. Mineralizatoryň kation radius ionlarynyň  $\text{Ca}^{2+}$  1,06<sup>0</sup>Å;  $\text{Fe}^{2+}$  0,83<sup>0</sup>Å;  $\text{Mn}^{2+}$  0,91<sup>0</sup>Å;  $\text{Fe}^{3+}$  0,63<sup>0</sup>Å;  $\text{Mn}^{3+}$  0,70<sup>0</sup> Å görkezilişi ýaly ýagny demiriň okisiniň goşundysy we margensiň goşundysy ýokary derejede silikat erginleriň ezijilik ukybyny artdyrýar. Suwda eremedik diňe bir heki göz önünde tutman eýsem demirli maddalary; demir okalinasý kebşirleýji şlaklar we beýlekiler. Islendik demirli maddalaryň 1,5% özünde saklaýan dinas ýakmakdan soňra garamtyl goňur ýa-da garamtyl – ýaşyl reňki emele getirýär we “gara dinas” diýip atlandyrylýar. Ilkinji gezek gara dinas W.G. Grum-Grzimaýlo we W.W. Kalikin tarapyndan alnan. Gara dinasynyň alynmagynyň yzygiderliginde ýagny demirli mineralizatorlaryň arasynda iň aktiw demiriň ýokary okisi bilen baglanşykly demirli okalina we demir kwarsitleriň bolup durýanlygy anyklanyldy. Iň soňunda dinasynyň ýakylmasynda gowy ereýäni kwars we düýpden eremeýän diýen ýaly tridimit ýanmada dinasynyň jaýryksyz çykmagy üçin okalini ýa-da kebşirleýji şlaklaryň goşulmagy zerur. Demirli maddalary goşmaklyk köp mukdarda zerurlygy ýokdur, çnki görkezilen derejede olaryň düzümi şihada artykmaçlyk edende emele gelme tizligi artmaýar. Has takygy demirli goşundyny belli bir maksat üçin FeO-nini CaO-ne gatnaşygy 4:1-den 2:1 aralykda alynýar.

### 3. Önümçilikde dinasynyň tehnologiýa prosesi

Dinas önümçiliginiň tilsimat çyzgysy





#### Massa taýýarlanyşy:

Dinas kwarsitleri owradyjy–hil fabriklerinde ýuwýarlar. Ýagny ýer topragyndan arassalamak üçin, şeýle hem ýumşak hekden, palçykdan arassalamak üçin. Olary köplenç ýaňak görnüşli owradyjylarda drobilka owratýarlar. Owradylan kwarsit geçirijä düşýär. Bu ýerde küýze elebatorunyň barýar. Mundan soňra yrgyldyly elege düşýär. Elekleriň aşagynda esasy dozalaýyjy aparatly gaplar ýerleşdirilen. Bu gaplarda eleklerden geçen kwarsitler ýygnaýar. Bulardan gysga bölekleyin görnüşde 750-1000 kg. sygym gaplaryna düşýär. Bu ýere hek süýdi hem gelip düşýär. Hek süýdi kwarsitleriň sepelenmeginde soňra guýulýar. Dürli fraksiýalarda üwelen derejesi kwarsitleriň dürli gatlagynda gaýtadan işlenilende begunilar şertli ýol bilen oturdylýar. Üweme derejesi begunilarda, şyhtada iri bugdaý renk çägäniň goşulmagynda gysgaldylýar. Hemişelik iş režimi üçin bolsa şyhtada massanyň belli bir kesgitli gaýtadan işlenmesi kesgitleýär. Dinas massanyň däne düzüminiň takyk, dogrulygy saýlanyp alynmagy dinasyň hiline täsir edýär. şeýle hem meselem: fraksiýanyň ownuk bölegi ( $<0,088$  mm.), bolup bilýär. Massada artykmaç iri däneleriň bolmagy dinasy almagy tekiz gyalary bilen almaklyk mümkin bolmaýar. Ýiti we berk gapyrgaly hem-de burçly dinas emele gelýär. Ownuk fraksiýanyň ýeterlik mukdaryny üpjün etmek üçin kwarsiti aýratyn turba görnüşli şarly degirmende 0,08 mm. çenli owradylýar. Dinasyň önümçiliginde kristallyk kwarsitlerden şihda goşulmagy örän zerur bolup durýar.

Dinas ýasalanda sement kwarsitleriň massasynyň ululygy 4 ýa-da 3 mm. 8-12%. Fraksiýanyň düzümi 0,5 mm. 48-56%. Fraksiýadan azy 0,088 mm. 25-30%. Önümçilikde däne düzüminiň reaksional dinas massasy esasan kristallyk kwarsitlerden durýar. Ol aşakdaky jetwelde häsiýetlendirilýär.

Jedwel 14

Dinas massasynyň däne düzümi %.

Dinas	däneleriň ölçegi				
	>3	3-2	2-0,5	10,5	0,5-0,088
Eretmek üçin	3 çenli	15 <sup>±</sup> .3	35 <sup>±</sup> .5	50 <sup>±</sup> .3	20 <sup>±</sup> .5
Kokosly we aýnaly	<<3	13 <sup>±</sup> .1	35 <sup>±</sup> .5	52 <sup>±</sup> .3	20 <sup>±</sup> .5
Ýokary dykzlykly, kremnizýomly	<<2	17 <sup>±</sup> .2	35 <sup>±</sup> .3	48 <sup>±</sup> .2	18 <sup>±</sup> .2

Dinas massanyň çyglygy näçe ýokary boldygyça dinasyň mehaniki ýakylmasynyň berligi we onuň struktura döwürmesi şonça hem ýokary bolýar. Şekilendirmek – dinasy aýlanýan stol bilen bilelikde mehaniki proseslerde 16 forma – gözeneklerde 150 kG/sm<sup>3</sup> basyşda preslenýär. Preslenen çyg mal stoluň gözeneklerinden sürüp (itilip) çykarylýar. Ony el bilen aýyrýarlar esasy gaplara guýup guratmaklyga ugradylýar. Esasy iri önümler taýýarlanylanda udel basyşyň ýokarlanmagy üçin 8 formalý stoly ulanylýar. Bu preslerde esasy ýönekeý dinaskerpiçleri çykarylýar, şeýle hem çylşyrumly bolmadyk fasonly önümler çykarylýar.

Şeýle presiň öndürilijiligi stolyň bir minut aýlawyna bagly bolup durýar. 8-görnüş formalý presiň 2,3 aýlaw/min. 1100 sany sagat, 16-görnüş formalý presde bolsa 2200 sany, sagatda öndürmek mümkin. Guratmaklyk - döwrebap zawodlarda çig mal asylygy görnüşli transportlara ýüklenýär. Çig maly uzynlygy 30m bolan tunel guradyjylarynda guradylýar. Dinas çig malynyň guradylmasy onuň düzümindäki çyglylygy aýyrmak üçin we oňa mehaniki berkligi bermek üçin ýerine ýetirilýär. Gowy guradylan dinas çig maly 1-1,5 % ýokary bolmadyk suwy saklaýar we haçanda polat çekiji bilen urulanda ses ýaňlanýar. Onuň gysylan ýagdaýyndaky berkligi 40-5- kG/sm<sup>2</sup>. Tunel guradyjylarynda suwuň bölühip aýrylyş prosesi ýokary tizlikde geçýar. Kadaly dinas çig malyny 6-9 sagatda guratmak mümkin. Dinasyň ýakylmasy tehnologik prosesiň iň esasy zerur we jogapkäri stadiýasy bolup durýar. Alynýan dinasyň hili çig malyň düzümine bagly bolup durýar, onuň týzeden öwrülmesi kwarsitleriň bölünme derejesi, preslenme režimi, temperatura ýakylmasynyň kadalylygy we düzümine goşulmaly beýleki elementler hem-de mukdary hasaplanylýar.

Dinasyň ýakylmasynda indiki esasy proses bolup geçýär:

- 1). SiO<sub>2</sub> we CaO özara täsiri metakalsiý silikatyň emele gelmesinde. Ýeterlik ýokary temperaturada SiO<sub>2</sub> baý bolan ergin emele gelýär. Bu ergin doňýar, aýnada görünýän madda öwrülýär;
- 2). Kwarsyň tridimite we kristobolite polimorf öwrülmesi;
- 3). Dinas çig malynyň gaýtalanmaýan giňelmesiniň netijesinde kwarsyň polimorf öwrülmesi;
- 4). Dinasyň mehaniki berkliginiň üýtgemesi.



Dinasyň ýakylmasynyň teoriýasyny ilkinji gezek W. E. Grum – Gržimuýlo tasyklady. Onuň pikiriçe, kwarsite ýa-da kwarsa hekiň ýa-da palçygyň goşulmasynda ýanmada 8-10 % ergin emele gelýär, ýagny kwarsyň dýneleri ezilýär, şol ýagdaýda hem gatadylýar (sementlenýär). Bu ýagdaýda erginiň ýerine ýetirýän funksiýasy şunuň bilen tamamlanýar:

- a). Kwarsyň dürli öwrülmelerinde ggüýjenmäniň pese düşmesi;
- b). Kristallik bölekleriň baglanyşmagy we emele gelen jaýryklaryň doldurylmagy.
- ç). Kwarsyň bölekleyin eremesi.

Peçe düşýän çig mal, heki  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  görnüşde saklaýar we bölekleyin  $\text{CaCO}_3$  hem-de belli bir derejede kalsiniň gidrosilikatlaryny saklaýar. Çyglylygy uly bolmadyk mukdary, çig mal guradylanda galan mukdary 100-150°C aralyk interwalda aýrylýar. 450°C temperaturada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  göze görünýän bölünmesi başlanýar, 550°C ahyrky derejede suwuny doly ýitirýär. Şeýlelik bilen çig mal şu temperaturada kwarsityň dänelerinden durýar. Kwarsitleriň däneleri bilen  $\text{CaO}$ -nyň arasyndaky baglanyşyk bozulýar çig malyň mehaniki berkligi peselýär.

600-700°C temperatura interwalynda  $\text{CaO}$  bilen  $\text{SiO}_2$  arasynda gaty görnüşde reaksiýa başlaýar. Şol esasda hem kwarsit däneleriniň üçtünde  $\beta - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  we belli bir mukdarda  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  emele gelýär. Soňraky temperaturanyň 815-835°C ýokarlanmasynda hek kremnezýom bilen  $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$  we  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  emele gelýär. Ýakylan materialyň berkligi şeýlelikde ýokarlanýar. 1000-1040°C temperaturada bökme görnüşde dinasyň düzümi üýtgeýär. Bu içki tarapdan gülgüne reňkiniň sary reňke üýtgemesini aňladýar. 1200°C temperaturada ýakylma kwarsyň yza gaýtmaýan pes hakyky dykzlygynda geçirilýär. Bu ýagdaýda belli bir wagtda metakristobolit we tridimit we kerpijiň göwrümi üç esse ulalýar. 1300-1350°C temperaturanyň ýokarlanmagy dinasyň hakyky dykzlygyny peseldýär. Şeýlelikde tridimitiň we kristobolitiňki artýar. Şeýlelikde göwrümiň giňelmegi bilen çig mal jüýryk açmaga başlaýar. 1350-1430°C-e temperatura interwalynda kwarsyň ýokary derejede öwrülmesi bolup we şuna baglylykda dinasyň ýokarlanmasy bolýar. Şeýlelikde kwarsit öwrülýär, şeýle hem jaýryklar emele gelýär. Örän ýokary tizlikli gyzdymada okisleýji gaz sredasy  $\alpha$  - kwars,  $\alpha$  – kristobolite öwrülýär. Bu hadysa “gury öwrülme” adyna eýe bolup durýar. Aşakdaky şekilde dinasyň ýakma wagtynda peçiň sagkalaryndaky egriniň ösüşi görkezilen. Maksimal temperaturada dinasy ýakmaklyk 1430°C –den ýokarlandyrmaly däl. Ýokary temperaturada ýakylanda köplenç zaýalanmalar köpeliýär we şeýlelikde kwarsa we kristobolite öwrülýär. Dinas alnanda dykz bolmagy üçin hökmany suratda saklama dowamlylyk ýoly bilen belli bir temperaturada saklanýär. 5-10% pes maksimal temperaturada saklanýär. Saklama dowamlylygy ýokary tejribe ýoly bilen gurulýar, kwarsitiň tizligi we ýakylýan önümiň ölçegi şeýlede peçiň ölçegine bagly bolýar.

Dinasy normal ýagdaýda ýakmak üçin aşakdaky talaplara jogap bermeli:

1. Ýokary temperaturada gyrađeň ýeterlik bolmalydyr dürli interwaldaky temperaturanyň egriligi boýunua dinisi ýakmaklygyň tizligi degişlidir.
2. gowşak gaýtaryjy gaz sredasy saklanma we temperaturanyň ýokarlanýan wagty
3. ýeterli derejede saklanma dowamlylygyndan soň ýokary temperaturada çig malyň hiline baglylykda, massanyň dänelik düzümi, önümiň assortimenti we talaby

şeylede esasan onuň dykyzlygyna bagly bolýar. Dinasy saklamaklygy deňeşdirlende çalt sowaýar 600°C temperaturada çenli has hem pes temperatura garanda gowy bolýar.

Jedwel 15

Ýakmaklygyň we sowatmaklygyň dürli peçlerde dowamlylygy

Peç	Dinas	Ortaça dowamlylyk, sagatda			Agram sikl	Aýlaw sany
		gyzdyrma	ýakma	sowatma		
Tunel	Metallurgiýa	34	23	63	120	6
görünüş	Koks agramly	50	33	90	173	4,15
Gazkameraly						
Uly	Kadaly	147	42	147	336	2
Kiçi	Koksly	175	70	210	455	1,45
Yzygiderli	Metallurgiýa	50	70	75	195	2,75
	koksly, aýnaly	80	105	110	290	2,10
	Iri aýnaly	185	95	140	420	1,55

Bu jedwelde uznüksiz işleýän we gazkameraly, tunnel peçlerde dinasyň sowatma we ýakma dowamlylygy görkezilendir. Soňky wagtlarda hemme peçlerde tebigi gaz we mazut giňden ulanylýar. Önümiň assortimenti we peçiň görnüşi boýunça gyzdyrma we sowatma zonalarynyň sagatlaýyn tizligine bagly bolýar.

Jedwel 16

Dinasyň ýakmasyndaky gyzdyrma dowamlylygy

Peç	Dinas	Gyzdyrma temperaturasy °C			Saklanma	Umumy dowamlylyk
		1200-1300	1300-1350	1350 ýokary dereje		
Tunelli	Metallurgiýa	4	2	2	16(1440°C)	24
	Koksly	2	2	2	26(1450°C)	32
Uly gaz kameraly	Metallurgiýa	8	5	12	35(1410°C)	60
	Kokly	8	5	12	45(1420°C)	70
Dowamly	Metallurgiýa	10	10	13	37(1410°C)	70
	Kokly	20	20	25	38 (1400°C)	103

Bu jedwelde gyzdyrma dowamlylygy görkezilendir. Üznükli işleýän peçlerde çylşyrymly önümler ýakylýar, olara kokusly, aýnagaýnadyjy we metallurgigiki peçler, gaz kameraly - iri we çylşyrymly önümler şuna meňzeş adaty kerpiçler üçin niýetlenendir. Dinasy kesgitlemek üçin onuň fiziki-himiki häsiýetleri TDS boýunça talaplary getirildi.

## Dinasyň fiziki- himiki häsiýetleri

Häsiýeti	Peçler kladkalar 4157-48)		üçin (TDS	Kokusly peçler üçin kladkalar (TDS 8023-56)	Aýna gaýnadyjy peçler üçin kladkalar (TDS 3910-47)	Peçleriň swodlary ýokary kremnizo mly we ýokary dykzlyk ly (TDS 6024-51)
	Aýra tyn belgi leri	klaslary				
		I	II			
Himiki düzümi % -de						
SiO <sub>2</sub> az däl	94,5	94,5	93	94	93	97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> köp däl	2	2	-	-	-	-
CaO az däl	3	-	-	-	4	-
Oda çydamlylyk °C az däl	1710	1710	1690	-	1710	-
Temperatura başlanda aşak gysylma deformasyýasy 2kG/sm <sup>2</sup> °C az däl	1660	1650	1620	1650	-	-
Hakyky dykzly g/sm <sup>3</sup> köp däl	2,36	2,38	2,4	2,37	2,39	2,38
Öýjikligi %-de köp däl	23	23	25	16 we 26	22	14
Gysylma araçägiň berkligi kgg/sm <sup>3</sup> az däl	225	200	175	500 we 300	150	500

Ýokary kremnizomly ýokary dykzlykly dinas ulanylanda futerowkada durnuklylygy ýokarlanmagy mümkin. Şonuň üçin önümçilikde kristal kwarsit, düzümi 98-99 % SiO<sub>2</sub> bolan ulanylýar. Massanyň danelik düzümi boýunça gödek däne araçägi 2-3mm bolýar. Kerpiçi preslenýär dykzlygy 2,4 g/sm<sup>3</sup> fraksion preslenende (8-10 ury) ýa-da gidrawliki (basyşy 1500kG/sm<sup>2</sup>) bolýar. Dinas adaty rejimde ýakylýar, ýöne sowadylanda haýal seresaply sowadylýar sebäbi düzüminde oda çydamly kristobolit saklanýar. Dinas karborundly oda çydamly taýýarlananda onuň termiki durnuklylygy ýokarlanýar. 20-50% SiC azalýar we giňelme ululygy 1000°C boýunça 1,3 –den 0,8-0,6 % çenli bolýar.

Termiki durnuklylygy 2-3 ýylylykdan 15-20 ýylylyga çenli ýokarlanýar, esasan effektiwligi korborundlidinasyň ýylylyga durnuklylygy bilen iri dispersligi SiC ösýär. Temperaturasy agram deformasyýasy 1580-1600°C çenli peselýär. Dinas hromatly oda çydamly kwarsitden we hromit göşundysyndan onuň şлага durnuklylygy bolmagy ýokarlanýar. Tejribede şeýle oda çydamlylar üçin 155 hromit goşulýar we onuň şлага durnuklylygy we termiki durnuklylygy ýokarlanmagy üçin taýýarlanýar. Dinas oda çydamlylar özini giňden ulanylar ýaly ýokary hilli teploizalýasion material üçin ýokary temperaturada hyzmat edýär.

## **5. Oda çydamly magnezitler**

### **1. Çig mal materiallary**

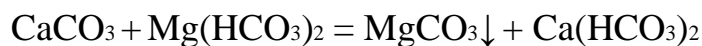
Magnezitli oda çydamly material - diýip pereklazdan düzülen materiala aýdylýar (MgO kristal görnüşi). Tebigatda pereklazyň uly zapaslary we ýataklary ýok. Ýöne senagatda sintetiki usul bilen alynýar. Öňki wagtlarda pereklaz kömürturşy Mg ýakmak ýoly bilen alnypdyr. Şeýlelikde oda çydamly magnezit ady berilipdir. Soňky on ýylyň içinde köp ýurtlaryň içinde pereklaz esasan gidroksit Mg, Mg(OH)<sub>2</sub> görnüşinde ýaýrapdyr. Ýakylan hekden ýa-da dolomitden, Mg duzlarynyň erg-den, çökündilerden alynýar ekeni (senagatdaky galyndy, rapo, deňiz suwy). Şonuň üçin magnezitli oda çydamlylar köplenç pereklaz diýip hem atlandyrylýar. MgO (pereklaz) kubik singon görnüşinde kristallaşýar we izotrop ýyllyk giňelmesi bolup geňýär (ugruna bagly bolmaýar).

Basyş we temperatura üýtgände pereklaz üçin beýleki modifikassiýalar emele gelýär. Bu baglanşyk suw bilen gowşak reagirleşýär. MgO ereýjilik temperaturasy 2825 °C we kislorodly birikmeleriniň hemmesiniň içinde diňe 2 oksidli toriý 3220 °C, gafniý 2900 °C we gafniý stronsiý 2890 °C ereýär. Käwagtlar bu birikmeler önüm taýýarlyk üçin ýeterlik däl we pereklaz birnäçe esse gymmat hasaplanýar. CaO ereýjilik temperaturasy 2570 °C suw bilen ýeňil reagirleşýär. CaO-ň ereýjilik temperaturasy 2570°C suw bilen ýeňil ragirleşýär. Glinazýomyň ereýjilik temperaturasy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2045°C. Şonuň üçin önümçilikde perektaç odaçydamlylar wajip rol oýnaýar. Senagatda olaryň ähmiýeti metalurgiki şlaglarda we demir oksidiniň Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ň agresiw täsiri, çydamlydygy ýokary ösýär.

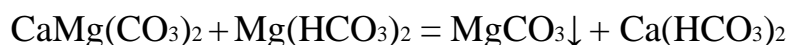
Magnezit oda çydamlylaryň häsiýeti pereklaz bilen baglanşyklydyr. Şeýle önümler taýarlyk üçin bu bagtlanşygyň düzümi örän rol oýnaýar. Soňky 15 ýylyň içinde magnezitli oda çydamlylaryň hili 12-2%-e çenli peseldi we pereklaz düzümi bolsa ösýär. Munuň sebäbi esasan Mg duzunyň erginlerinden pereklaz alynýar. Önümçilikde esasan magnezitli oda çydamlylaryň köp bölegi Russiýada, Amerikada, Çehoslawakiýada giňden ýaýrandyr. Beýleki ýurtlarda Ýaponiýada, Angliýada, oda çydamly magnezitleriň belli bir bölegi taýarlanylýar. Magnezitli oda çydamlylar görkezilişi ýaly ýokary, tebigy magnezitden ýa-da intetiki Mg(OH)<sub>2</sub>-n, duz ergininden taýarlanylýar. Magnezit-diýip dag jynsyna aýdylýar. Düzümi esasan MgCO<sub>3</sub> (magnezit mineralyndan) ybaratdyr. Magnezit trigonal singon we modifikasiýa görnüşinde kristallaşýar. Gurluşy bolsa analogik kalsite meňzeşdir. Magnezitiň ýataklary beýleki karbonatlarda aýratynlykda (hek daşy we dolomit) seýrek gabat gelýär. Magnezit üznüksiz hatary, gaty erginleriň hatary sidertom FeCO<sub>3</sub> emele gelýär. Sidernetiň düzüminde 30%-e çenli bolan minerala

breýner diýip atlandyrylýar. Şeýle magnezitler Awstraliýada, Çehoslawakiýada giňden ýaýrandyr.  $\text{CaCO}_3$ , magnezit ( $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$ ,  $\text{MgO}$ ). Tersine gaty ergin görnüşinde çäklenen mukdarda emele gelýär. Hemmesi diýen ýaly pes temperaturada dargaýar.  $\text{CaCO}_3$  we  $\text{MgCO}_3$  sistemasyndaky 2 sany baglanşyk:  $\text{CaMg(CO}_3)_2$ -dolomit we ýakyndan seýrek duş gelýän mineral tapuldy.  $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$ -kantit mineraly, kantanide garanyşda dolamidiň uly ähmiýeti bardyr.

Önümçilikde kristally magnezit üçin gyzyklanma has ulydyr. Suw energiýanyň bikarbonat Mg täsirinde hek ýa-da dolomit ergin görnüşindäki bikarbonat ergin görnüşindäki bikarbonat Ca emele gelýär:



gaty                      ergin                      çökündi                      ergin



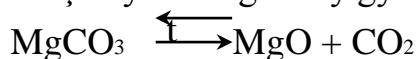
gaty                      ergin                      çökündi                      ergin

Kristal magnezitiň güýji netijesinde genetik esasynda ýönekeý dolomit garyndysy emele gelýär. Ýakylan magnezit köýdürlenden soň poroşok üçin 2-3%  $\text{CaO}$  85%  $\text{MgO}$  emele gelýär. Metalurgiki pejiň aşagyna gaýnatmak üçin ulanylýar we 91%-I  $\text{MgO}$  üçin oda çydamly önüm hasaplanylýar. Ýakylan magnezitiň düzüminde iň gowy hilli  $\text{MgO}$ -ň 93-96%-tutýar. Kaustik magnezitiň magneziýaly sement almak üçin çalşyrylýar. Onuň düzüminde bolmagy mümkin 10-15% kremnizýom  $\text{SiO}_2$  oda çytdamly material önümçilik üçin 3-5% has gowysy 3%-n az bolmagy däl.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ň düzümi ýakylan magnezitde çäklenen bolmaly, ýagny 5%-n köp bolmagy däl. Bu talaplar magnezitiň köp gorlaryny dolykanagatlandyryýar. Magnezitiň minerologiki düzümi %-de: magnezit-97,5%; dolomit-0,5%; kalsit-0,3%, kwars-0,5%, pirit-0,3, hlorit-0,3%; uglerodly maddalar-0,6%.

Himiki düzümi %-de:  $\text{SiO}_2$ -0,82%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -0,78%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -1,5%;  $\text{CaO}$ -0,65%;  $\text{MgO}$ -45,8%; köýdürlendäki ýitki-51,21% (doly  $\text{CO}_2$  gutarýar).

Ýakylandan soňky % hasaby:  $\text{SiO}_2$ -1,7%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -1,6%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -1,5%;  $\text{CaO}$ -1,3%;  $\text{MgO}$ -93,9%.

Magnezitli baglaşdyrmak usuly şlotasiýa ýoly bilen alnyp barylýar. Bu dolomit garyndysyny  $\approx 7$ -5%-de çenli kiçeldýär. Magnezity gyzdýranyňda dargaýar;



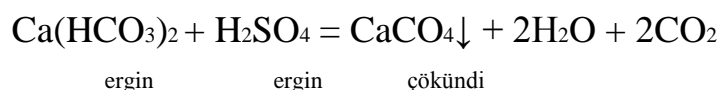
350°C temperaturada buwaksiýa adaty basyşda geçiptaşlaýar. 640°C-da bolsa  $\text{MgCO}_3$  doly ýokary derejede geçýär. Prosesde energiýanyň düzümi 36-50 kkal/mol deňdir. Eger  $\text{CO}_2$ -ň basysyny ulaltsak temperatura göterilýär. Magnezit dargaýar. Bu prosesini geçişi peselýär. Iň soňky baglanşyk hem kristal magnezit we galyndynyň ululyklarydyr. 300°C we saklanma wagty 120 sag. Kristal perekiraz emele gelýär we onuň ownuklyk derejesi 0,0004 mk deňdir. 700°C-de 0,04 mk deň, 1000°C-de 0,1 mk deň, 1500°C-de 10 mk deň, 2000°C-de 50 mk deň.

$\text{MgO}$ -yň düzümi :

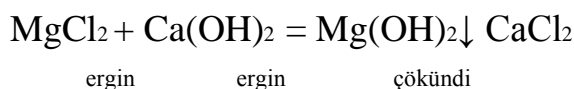
$\text{MgSO}_4$  – 0,8-1,1%

$\text{MgCl}_2$  -1,3-2,1%

Bu dowamyň umumy düzümi 3,5 esse uludyr. Oklanyň suwundan 7 esse uludyr. Rapa ilki arassalanýar, çekip garyşdyrylýar. Turşy kükürt kislotasy bilen karbonat Ca emele gelýär:



MgCl<sub>2</sub> ergini girdoksid bilen täsirleşende çökündi emele gelýär.



Bu emele gelen gips gurluşyk üçin ýa-da gipsly toprak üçin ulanmak mümkin. çykanda ýakylmagy üçin hek bilen ýakylan we gidrotasiýalanan dolomitçökýär. Mg(OH)<sub>2</sub> ýakmakda görkezilende çekim görnüşinde örän ownuk kristal brusit görnüşinde alynýar. Daşary ýurtlaryň käbir zawodlarynda Mg(OH)<sub>2</sub>-ň pastasyny pes temperaturada ýakylýar 1100°C çenli. Briketlenip ýakylanda 1750°C we on-dan hem ýokary temperaturada ýakmak bolýar. Alnan poroşogyň düzümi däne we öýjükligi 10-12%. Däneler bişirlende magnezityň öýjükligi 20-25%-den az däl. MgO-ň hili, duzly erginden alnanda (deňiz suwy) häsiýeti aşakdaky jetwelde berilendir.

Jedwel 17

Önümleriň görnüşü	Himiki düzümi %						Esasy komponentiň düzümi	
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	perik laz	Spinel	Silikat
Britmag-112p	0,9	0,4	1,4	0,9	96,4	95,3	2,4	2,3
Sardamag 21/20	0,7	0,2	0,2	1,3	97,6	97,4	0,6	2
Duzli ergindäki magnezit	0,7	0,2	0,2	0,2	98,7	97,6	0,6	1,8

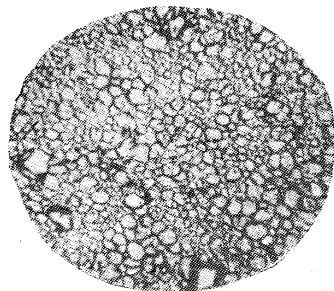
Bişen MgO-ň başga eredilen perek laz giňden ulanylýar. Bu proses perek laz eredilende gyra deň galyndy paýlanýar. Ergin sowadylanda iri kristally perek laz alynýar. Eger uçujy komponentiň hasabyna magnezitiň ýa-da brusyň gysgalyşy oda çydamly önüm almaga uly täsir edýär. Şonuň üçin şahtaly ýa-da aýlanma peçi ulanylýar. Ilki şahta peçi gurlypdyr, gaty ýangyç ulanypdyr we önümiň hili pese düşüpdir. Aýlanma peçinde bolsa külleri we tüsseleri çekýän enjam ýerleşdirilipdir.

Ýanan materiallaryň düzüminde 25-30% kül we tüsse giňdir. Soňky bu proses talaba doly jogap berip bilmändir. Çig mallar oda çydamly magnezit tilsimatyny hem suwuk ýa-da gaz görnüşli ýangyç bilen çalşypdyrlar. Şahtaly peçde temperatura 150-200°C çenli gyzydyrylyp gorizontaly ýerleşendir. Şuňa

meñzeş gyrađen bişen material almak örän kyndyr. Aýlanma peçinde bolsa amatly hasap edilýär. Peçde emele gelen gazlary we tozanlary äkidýän enjam ýerleşdirilendir, ýagny elektro filtler ulanylýar. Aýlanma peçine salynýan çig materialar owradylýar, ölçegi 20-30 mm-e çenli. Aýlanma peçinde harçlanan ýangyç magnezit bişirýänçä 0,325 t ýangyja çenli düzülýär we bir (1) t önüm üçin harçlanýar. Şahtaly peçde bolsa-0,225 t ýangyç harçlanýar. Silikatlaryň bişen magnezity özüne degişli birikmeleri, olara degişliler  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ,  $\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$ ,  $\text{CaMgSiO}_4$ ,  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ .

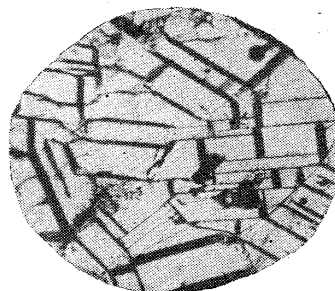
Bularyň ereýjilik temperaturasy 2130, 1575, 1495 we 1890°C deňdir. Pereklaž erginini has pes temperaturada emele gelýär. Has pes temperaturada üç gapyşma  $\text{MgO-MgR}_2\text{O}_4 - (\text{Ca Mg})_2\text{SiO}_4$  ereýjiligi aşakdaky jedwelde iş hatarynyň söhlelenmesi takyk görkezilendir. Temperatura boýunça ereýjilik düzümi gowy netije berýär, arassa forsterite ýakyn ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ), şeýle-de käwagt kremhezemyň magnezitiň goşundylary ulanylmagyny ýenede dowam edýändigini düşündirýär. Arassa pereklaž (şeýle-de şpineliň ýa-da alýumoferrit kalsiýniň düzümi bolmadyk ýagdaýynda) we silikatyň düzümi, dikalsa ýakyn  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , temperaturanyň döremegi bilen ereýjilik ýokarydyr. Pereklaž materialynyň mikrogurluşy täzeden işlenilmegine baglydyr. Magnezit bişirilmegi bilen uly ýa-da kiçi izonmetrik däneler (kristal) emele gelýär we perklazyň ululygy 15-40 mk, we eger gatadylanda erginiň monokristaly ösýär ululygy 10-15mm ýetýär, şeýle-de ikinji suratda has gowy jaýryklara bölünýär. Pereklažy bişirmek gowy owrenilen. Gaty fazalary bişirlende bu material diffuzion proses ýagdaýynda bolýar

Bu prosesi öwrenmek bilen gowy bişirlen önümi arassa magniý okisi tejribede eretmek gowy netijeleri berdi. Bu ýagdaýda materialy briketlemezden oň owratmagyň uly ähemýety bardyr we onuň üst ýüzü we kristallaryň içki energiýasynyň ulylygyna bagly bolýar. Magneziti bişirmek ýonekeý tehnologiýa boýunça önümi taýýarlamak üçin niýetlenendir. Material dykyz bolýança bişirlen bolmalygyr hemme ýagdaýda has ýokary temperaturada şeýle-de ýakylan önümiň temperaturasy we hyzmaty harçlanmaly (önümiň usadkasy kiçelmegi üçin) Önüm taýýarlamak üçin arassa dürli görnüşli bişen magnezit ulanylýar.



Bişen magnezidiň mikrogurluşy (X80).

2-nji surat.



Magniý oksidiniň ereýjilik mikrogurluşy  
3-nji surat.

Bişen magnezitiň himiki düzümi dürli ýagdaýlardaky talaby aşakdaky tablisada getirilendir.

Jedwel 18

**Ýakylan magnezit komponentleriniň düzüminiň ara çäginin agpamy %**

Belgilenen magnezit	SiO <sub>2</sub> köp däl	CaO köp däl	MgO az däl	PTK köp däl
Ýokary hilli önüm üçin	3,5	2,5	90,5	0,6
Pes hilli önüm üçin	5	3	88	0,6
Metalurgyky poroşok üçin:	4	4	88	0,6
I klasa				
II klasa	5	6	85	0,8
CaO ýokary düzümi	6	10-15	75	-

## **2. Oda çydamly magnezidiň önümçilikdäki tehnologiki prosesi we häsiýeti**

Magnezit bişirilip önüm taýýarlanylýar. Däne ululyklary 2mm-e çenli owradylýar, giňişlige gowy dolduryp we bişirmek üçin franksiýalaryň mundary 0,1 mm-e çenli owradylýar. Metal görnüşli paraşok ulanylýan önümiň däne ululyklary 10-15mm, franksiýalaryň düzümi 2mm, iri poroşoklar 40%, ownuk poroşok 75%-i düzýär. Köp ýurtlarda sintetik magnezit poraşogy ullanylýar. Pereklaz az düzüminde 10-15% dikalsiý ferit Ca<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>5</sub> prosesi ýeňilleşdirýär. Şeýle poroşoklar metalurgik peçlerde (1600°C-1650°C) pes temperaturada alynýar. Soňky wagtlarda munuň üçin arassa poroşok ýa-da soňky ýagdaýda köp bolmadyk okalin goşulýar. Häzirki döwürde oda çydamly magnezit (pereklaz) arassa bişirilýän magnezitden ýa-da pereklazdan taýarlanylýar. Mg(OH)<sub>2</sub>-niýalkmak ýoly bilen alnypdyr. Hiç hili goşundysyz (kleý maddalardan başga) . Diňe önümçilik üçin 5-10% glinazyom goşundy goşulýar. Ýokary oda çydamlylaryň MgO-ni emele getirýän baglanşyk-şpinel MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ereýjilik temperaturasy 2105°C.

Köplenç beýleki goşundylar hromit, ilmenit, TiO, sirkoniý oksidi, okalin, serkoniý we beýleki goşundylar ulanylýar. Magnezit önümi önümçilikdäki tilsimat prosesina aşakdaky prosesler ýarine ýetirilýär. Bişen magnezity owratmak, elemek (2 gezek) dozalamak, çyglandyrmak; uly bolmadyk mukdarda 0,5-1%-e çenli; organiki kleý goşundylar, preslemek, guratmak we önümi ýakmak. Magnezit massasy 40% inçe franksiýalardan düzüldür. Owradylan magnezit tubaly degirmenleriň kömegi bilen alynýar. Magnezit massasynyň çyglygy 3,5%-i düzýär. Magnezit massasy plastikli häsiýetli. Munuň üçin ýokary basyşly pres ulanylýar. 800-1200 kg G/sm<sup>2</sup> basyşda preslenýär. Magnezit önümi guradylanda özünde az mukdarda gyşçylyk saklaýar. Magnezit önümi ýokary bolmadyk temperaturada guradylýar. Uly göwrümde howa berilýär. Hemişe şu göwrümi saklamak üçin magnezit oda çydamlylar 1600-1750°C temperaturada ýakylýar. Bu önümiň ýakma



temperaturasy yzarlanýar. Bişmedik magnezit önümi ýakylanda dykzlygy ýokary bolýar. 200 - 500°C temperaturada organiki birleşmeler ýanýar. Ca, Mg oksidindäki suwlar ýitýär. Netijede bu dykzlyk önümiň temperaturany 500-1200°C-den bizden aşak düşýär. Ýokary temperaturada ergin emele gelýär. 1500-1550°C eräp başlaýar. Önümiň dykzlygy ýokarlanýar we bu önümiň dykzlygy sowalanda hem saklanýar. Şonuň üçine dykzlandyрма prosesinde önüm ilki gyzydyrylanda köplenç deffektler emel gelýär. Ýakylan magnezit önümleri sowadylanda emele gelmeýär.

Gaz kameraly peçlerde magnezit önümi ýalkylanda dowamlylygy 6 gije-gündize çenli. Tunel peçlerinde 3,5-4 gije-gündizine çenli. Ýakylan taýýar önüm norma laýyklykda sortlanýar, bellik edilýär, transportirlenip ýapyk wagonlara salyp ugradylýar. Magnezit önüme esasan standart bolýança talaba laýyk kabul edilýän. Düzümi MgO-91%; CaO-3% berkligi gysylyşy boýunça araçägi 400kg G/sm deň, açyk öýjükligi 27%-e çenli, goşmaça gysgalyşy liniýaly temperaturasy 1650°C bolup 1%-den köp däl.

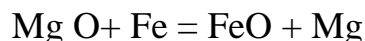
MgO-91% (önüm M-91)

MgO-89% (önüm M-89)

Käbir aýratyn ýagdaýlarda CaO-niň düzümi CaO-89% az bolmaly däl. Berkligi, gysylyşy boýunça araçägi 500 kg/sm<sup>2</sup> öýjükligi 11-20% önüm M-89.

Bu talaplar häzirligçe kanagatlanarly goruň bardygyny görkezýär. Magnezit oda çydamlylaryň hilini ýokarlandyrmak, esasan pereklaзыň düzümine baglydyr. Meselem: MgO-98-98.5%. Öýjükligi azalýar 15%-den köp bolmaly däl. Ýylylyk geçirijiligi ýokary däl we berkligi ýokary temperaturada ýönekeý magnezit oda çydamlylardan ýokary bolmagy termiki durnuklylygy ýokary dälligi bilen tapawutlanýar. Ýaramlygy üçin bu kemçilige iri däneli massa 5-10% glinazyom goşup ullanylýar. Has gowy netije almak üçin eredilen iri däneli magnezitiň ereýjiligi bilen çalşyp ullanyň biler. Önümiň düzümindäki massada däneleriň ölçegi 0,5-2-3mm bolup 55%-i emele getirýär. Eger 0,1 mm bolsa 35%-ti emele getirýär.

Magnezitli (pereklaзы) önümleri metallurgiýada aý sement senagatynda peçleriň içine örtgi hökmünde ulanylýar. Magnezitli oda çydamlylar önümçilikde hemme wagt ýokarlandyrylýar ýa-da artdyrylýar. MgO (pereklaзы) form magnezitli we dolamitli oda çydamlylaryň esasy bölegine tutýar. MgO ýokary temperaturadagüýçli bugarýar we aktiwligi peselýär. Termodinamiki analiz geçirlende asakdaky waksiýada görkezilişi ýaly.



Ýönekeý ýagdaýlarda 2000°C-de erdilen Fe MgO-ni dikeltmäge hiç-hili mümkinçilik ýokdugyny görkezýär. Bu reaksiýa wagtyň gecmegi bilen ulanylmagy mümkin.

## **6. Oda çydamly dolomitler**

### **1. Çig mal materiallar**

Oda çydamly dolomitler - diýip  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  mineralyndan emele gelen esasy dag jynslary diýip aýdylýar. Dolomit we magnezit garyndysyndan dolamit-magnezitli oda çydamlylar alynýar. Dolomidi alynmazdan öň ýakylýar bişýänçä. Dolomit oda çydamlylaryň aýratynlyklary: dolomit uny, kerpiç we şeýlede bloklar we beýleki massalar taýarlanylýar olar esasan 2 topara bölünýär.

1. Erkin hekiň düzümi we howada saklanýan hekiň gidrotasiýasynyň çäklenen wagtynda üýtgemän galýar.

2.  $\text{CaO}$  düzümi birikme görnüşinde, gidrotasiýa haýa geçýär, saklanma wagty çäklenmedik.

Çig mal materialy: Dolomit - dag jynsy hasaplanylýar. Toýuny emele getirýän gosundylar:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  kalsit magnezit, gips, lewars, aşgar birikmeleri we başgalary. TDS-10375-63 bolýança metalurgiki dolomitler I we II klaslara bölünýär. Olaryň düzümi % boýunça:

$\text{MgO}$ -19,6 we 17;  $\text{SiO}_2$ -3 we 5%  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4$  bu birikmeler 3 we 4%  $\text{SO}_3$  we  $\text{P}_2\text{O}_5$  düzümi mineral bolýar. Dolomitden suwa durnukly kerpiç taýarlyk üçin  $\text{MgO}$ -niň düzümi 19%,  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4$  bu birikme 2%.

Dolomit bölekleriniň ölçegi gury usul bolýança aýlanma pejinde ýakmak üçin ulanylýar. Peçe salnanda 5-25mm bolýar (ownuk boleklere 5mm bolup 8%-n köp bolamy däl). Şahta peçlerinde ýakmak üçin 20-80mm bolýar (20mm dolomitler 3% köp bolmaly däl). Dolomit bişirlende onuň himiki düzümine öýjükligine, mikrogurluşyna we garyndynyň ýaýraýşyna bagly bolýar. Aşakdaky jedwelde 3 sany gurluşy boýunça tapawutlandyrylýar: ownuk kristally däneligi 0,1mm, 0,001mm; orta kristally (O orta) däneleri 0,1-0,25mm çenli; iri kristally (I iri) däneleri 0,25mm çenli bolýar.

Jedwel 20

Dolomidiň klassifikasiýasy bişme temperaturasy boýunça °C

Topar	Toparlary we struktura görnüşleri							
	1			2			3	
	K	C	M	K	C	M	K	M
I	(-) 1700	(-)1700 (±)1700	(-)1700	(-)1700	(+)150 0	-- (+)150 0	-- (±)170 0	-- --
II	(-) 1700	(±)1700	(±)1700	(±)170 0	--	(+)150 0	(+)170 0	(+)1 500
III	--	--	--	--	--	(+)150 0	--	--

**Bellik:** (+) – ýeterlik derejede bişendigini görkezýär, (-) – bolsa ýeterlik derejede bişmedik digini görkezýär. (±) – bişme araçäginin derejesini görkezýär.

Erkin  $\text{CaO}$ -ň düzümi hasap bolýança ýakylandan soň dolamit 3 topara bölünýär.

I –  $\text{CaO}$  - 50-60%,  $\text{MgO} \geq 36\%$

II –  $\text{CaO}$  - 40-50%,  $\text{MgO}$ -33-36%

III –  $\text{CaO}$  - 25-40%,  $\text{MgO}$ -29-33%

Ýeňil ereýän birikmeler sarçýot bolýança ýakylandan soň düzümi ( $4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{gaty ergin} \cdot 4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3, 2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )

Dolamit 3 topara bölünýär:

I- 5%

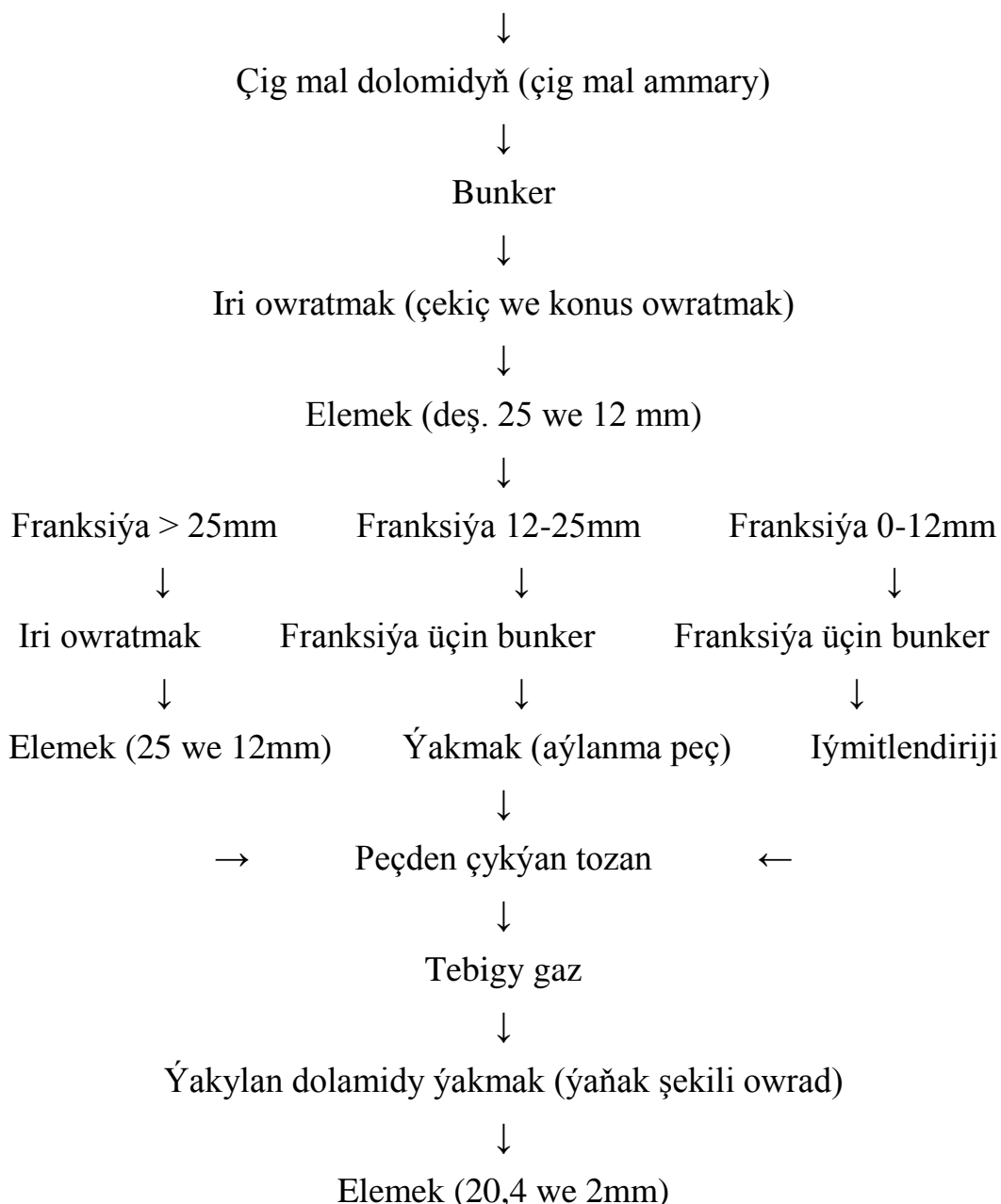
II- 5-10%

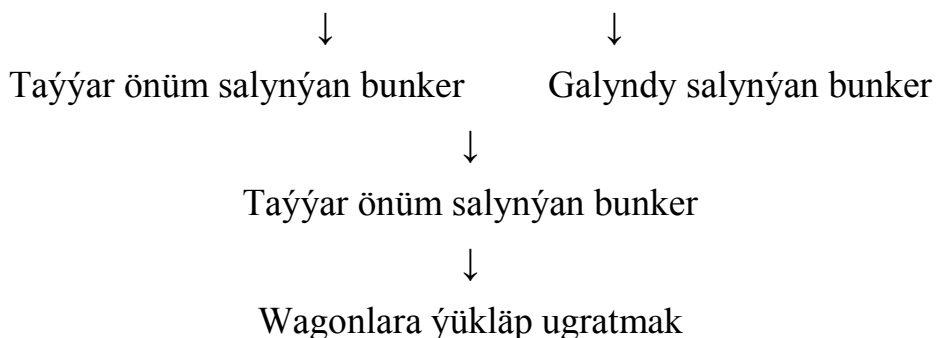
III- 10-20%

Struktura görnüşleri K we M I we II toparlarda bişmeklik derejesi ösýär, II toparda dolamit ýeňil bişýär. C we H 3 toparyň hemmesinde, III toparda-da umuman bu toparlaryň hemmesinde dolamit ýeňil bişýär. Beýleki galan dolomitler kyn bişýär ( $1750^\circ\text{C}$  we ondan ýokary temperaturada). Bişmäni ýokarlandyrmak üçin ownuk owradylýar we goşundylar goşulýar.

## 2. Önümçilikde hekli we heksiz alynýan odaçydamlylar

Ömünçilikde metalurgiki dolomidyň alnyşynyň çyzgysy





Gury usul bolýança aýlanma peçinde bişirlende iri owradylan dykyz we berk dolomitler ululygynyň dänesi 25mm deň. Bu dolomitler düzlüğünde  $\text{SiO}_2$  – 4%-n ýokary. Ýarym oksidler düzlüğünde bolýança-0,9%-den ýokary. Öýjükligi 8-9%. Bişme derejesini yokarlandyrmak üçin 1-2% iri okalin ( $\text{FeCO}_3$ ) goşulýar. Ýakma temperaturasy 1600-1650°C we 1700°C cenli dowam edip bilýär. Aýlanma peçinde bişirlende gyradeň dolomitleriň temperaturasy 1750-1800°C temperaturada kynlyk bilen bişýär. Goşulan goşundymyz ýagny okalin ýakma temperaturasy 1700°C çenli peselýär. Ýakylanda esasan kyn bişýän gyradeň dolomitleriň fraksiýalaryň görnüşi 5-12 we 12-25mm bolup bilýär. Eger fraksiýalar 5mm-den az bolýança ol usulda bişirilýär.

Esasan kyn bişýän we bir meňzeş däl dolomitler ol inçe owradylp (5-15% galyndy, elegeň nomeri-4900 des/sm<sup>2</sup>) aýlanma peçlerde bisirilýär. Ol usulynda hem gerek wagtynda okalin goşulýar. Ol üwelende temperatura peselýär. Ýangyjyň harçlanyşy köpeliýär, suwuň bugarmasy netijesinde şamlar emele gelýär. Şamlary wakuum filterde suwsyzlandyryp sulfit-spirit bardasyny goşýars. Şonda çyglylygy peselýär. Şahtaly peçlerde bişirlende dykyz gyradeň dolomit bölekleriniň (fraksiýa 25-60mm) düzlüğünde 0,8-1,5% ýarym oksidler bolup temperaturasy 1600-1650°C bolup bilýär. Aýlanma peçlerinde dolomiti ýakmak üçin esasy giňden ýaýran peçler bolup, peçiň uzynlygy 65m, diametri 3,5m. Eger şahtaly peçlerde ýakylan dolomit bu peçleriň uzynlygy 14m, diametri 3,04m. Ýarym oksidler düzümi 1,3-1,5%.

Ýakylan dolomidiň birikmeleri, ereme temperaturasy °C-de: Ýokary oda çydamlygy - $\text{CaO}$  2570°C,  $\text{MgO}$  (pereklaž)-2800, üç kalsili ( $3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) we iki  $\text{Ca-li}$  ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )- 2130°C;

Ýňil ereýän:

2  $\text{Ca-li}$  ferit ( $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )-1436°C

3  $\text{Ca-li}$  alýumini ( $2 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )-1535°C

4  $\text{Ca-li}$  alýumofirit ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), şeýlelikde

6  $\text{Ca-li}$  alýumofirit ( $6\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) - 1415°C

Gaty eredijilere:

$2\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$  – ler degişlidir.

Jedwel 21

Ýakylan dolomidiň TDS - 10389 – 63 boýunça talaby

Dolomidiň	Himiki düzümi %-de
-----------	--------------------

(markasy)	MgO az däl	SiO <sub>2</sub> köp däl	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> köp däl	Ýakylandan soň (ý.ý.ý.) köp däl
IÝD(DOK) 32,5 OÝD(DOM) 32,5	32,5	7	7	2
IÝD(DOK) 29 OÝD(DOM) 29	29	11	9	2

Dolomitli we magnezit - dolomitli oda çyamylyaryň häsiýeti: Alýumoferit  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ,  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , pereklazdan düzülen massada we magnezit dolomitli önüm suwa durnukly dolomitlerde erkin  $\text{CaO}$ -ň düzümi ýokdur. Çig mal arassa dolomide hyzmat edýär. Olara kwarsit ýa-da trepel degişlidir. Fosforit-öwrülme üçin  $\alpha$ - $\beta$ - $2\text{CaO-SiO}_2$  we sepelenen materiallar degişlidir. Berlen galyndy has inçe owradylyp gury usulda aýlanma peçlerinde bişirilýär. Ýakma temperaturasy  $1550$ - $1650^\circ\text{C}$  garyndynyň düzümine  $\text{SiO}_2$  ýylan görnüşinde  $2\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  temperatura peselýär. Pres poroşok klinkerden alynýar, begunida owradylan däneleriň düzümi  $12$ - $20\%$ -e  $4$ - $6\text{mm}$ ,  $25$ - $34\%$ -e  $1$ - $4\text{mm}$ ,  $2$ - $34\%$ -de  $0,12\text{mm}$ -den az bolmaly däl. Preslenenden soňky basyş  $1000 \text{ kg/sm}^2$  ç.m-y  $90$ - $180^\circ\text{C}$  çenli gyrazylyp we çyglylygy  $0,8\%$ -de çenli dowam edýär.  $1550$ - $1600^\circ\text{C}$ -de ýakylýar. Ýakma dowamlylygy  $6$ - $10$  sag.

Magnezit-dolomitli suwa durnukly kerpiç taýýarlamak hem edil hekli dolomitlerdäki ýaly bolup üwelen şlama magnezit, magnezit-dolomit, kaustik magnezit goşulýar. Klinkeriň düzüminde  $54 - 71 \%$   $\text{MgO}$  bar. Hrom goşulanda oda çydamly hrom dolomit alynýar. Magnezit – dolomitli suwa durnukly kerpiçleri we bloklary diwar üçin we elektrik peçleri, regenratorlaryň goýumlary, tasma guýmak, aýlanma sement peçleriniň bişme zonalarynda giňden ulanylýar. Çöýün erediji peçler dolomide hyzmat edip erkin  $\text{CaO}_{\text{erkin}}$  boýunça kremnizomli şlaklar emele gelýär  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  we  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . Haçanda hemme  $\text{CaO}_{\text{erkin}}$  dolomit harçlananda,  $\text{SiO}_2$  şlagy,  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  reagirleşip,  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  berýär.  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  gatnaşmagynda diňe ýokary oda çydamly  $\text{MgO}$  has ýene-de erkin bolýar.

Jedwel 22

Dolomitli we magnezit-dolomitli oda çyamylyaryň häsiýety

Material	Himiki düzümi %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Metalugiki dolomit, Aýlanma peçde ýakylan:							
Tozanly kömür	6,99-	5,23-	5,23-	5,23-	52,29-	32,7	-
Ýangyçda	-8,08	-6,62	-6,62	-6,62	-53,5	-33,5	-
Tebigy gazda	1,82-	2,22-5	2,22-5	2,22-5	55,4-	36,2-	-
Erkin CaO bilen ýakylan dolomit kerpiç	3,5				58,5	36,9	
Suwa durnukly dolomit kerpiç	2,03	2,00	2,77	-	53,5	39,7	
Suwa durnukly Magnezit-	16,52	1,19	2,67	0,76	46,05	30,05	1,18
dolomitli kerpiç	4,6	1,27	4,18	-	17,58	71,25	0,43
	8,3	1,55	2,96	-	24,21	60,80	0,73

Magnezit-dolomitli suwa durnukly kerpiçleri we bloklary diwarlara we diwarlaryň aşagyna elektropolatdan ýasalan peçlerde, regeneratoryň satkalarynda aýlanma peçiň bişme zonalarynda ulanyp bolýar. Bişen dolomidiň däne düzümi getirilýär.

Jedwel 23

Fraksiýalaryň ölçeği mm	15-8	8-3	3-1	1-0	0,06 – dan az
Düzümi %-de	22-19	22-21	7-19	50-41	16-dan az däl

## 7. Sirkonily oda çydamlylar

### 1. Sirkonisaklaýjy çig mallaryň himiki düzümi

Oda çydamlylaryň ösdürilmeginiň talaby assortimentini gileltmek zerurdyr. Bize ýňden hem belli essan sirkoniý birikmeleriniň häsiýeti gymmat oda çydamly hasaplanylýar: ZnO<sub>2</sub> we silikat sirkonyý ZnSiO<sub>4</sub>. Sirkoniý erlemenlere degişli däl, ýöne seýrek duş gelýär. Sirkoniý esasan döreýşi boýunça hromyň yzynda 21-nji orny eýeleýär. Iki oksidli sirkoniý (mineral baddeleit; sirkoniý fawas) tebigatda seýrek duş gelýär. Soňky wagtlarda sirkonyň ýataklarynyň birnäçesi tapyldy. Sirkoniýnyň kökünüň ýataklary belli ýöne sirkoniý hem nefelin sieniti we beýleki jynslar ýaly sepelenen görnüşde bolýar.

Sepelenen sirkoniý kwars çägesinde şeýlede beýleki peýdaly minerallaryň düzüminde bolýar meselem, rutil we ilmenit. Sonuň üçin hem sirkoniý çägeden emele gelmegi mümkin şeýlede ugurdaky operasiýalar netijesinde onuň aýratyn bahasy peselýär. Sirkoniý saklaýan çig malyň esasy görnüşleriniň himiki düzümi aşakda getirilendir.

Jedwel 24

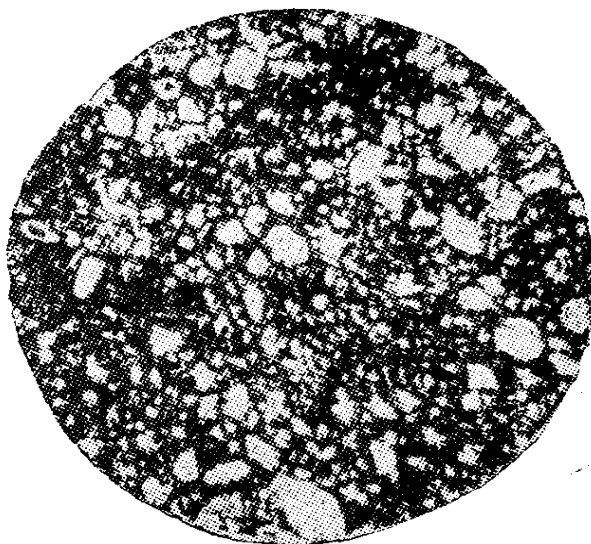
Sirkoniý saklaýjy çig malyň himiki düzümi %

Çig mal	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub> +HfO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O
Baddeleit	0,7	-	96	0,2	0,4	0,2	-	-
Sirkonfawes aspidli-kükürt	2	0,6	92	0,7	3,5	-	-	-
Dürli ýataklardaky sirkoniý	34, 79	0,91	57, 95	2,88	1,94	1,85	0,07	-
		1,22	63,53	0,37	0,88	0,61	-	0,48
	32,63 34,09	ýok	59,93	1,40	1,44	0,12	-	1,08
Ewdialit	50,09	0,39	12,82	2,12	2,58	8,96	2,31	16,17

Hazirki wagtda esasy bellileri bolan sirkoniý saklaýjy oda çydamlylaryň iki görnüşi bar: esasy sirkoniý we iki okisli sirkoniý. Ulgamda ZrO<sub>2</sub> – SiO<sub>2</sub> sirkoniý baglansygyň birini emele getirýär ZrSiO<sub>4</sub> (67 % ZrO, 34 % SiO<sub>2</sub>) tetragonal singoniý kristalaşýar. Gyzdyrlanda modifikasion öwrülme we 1676°C gaty faza dargaýar ZrO<sub>2</sub> –ne we kristobolite çenli dowam edýär. Ulgamda efektika ZrO<sub>2</sub> – SiO<sub>2</sub> 1687°C ýüzýär şeýlede 11<sup>0</sup> ýokary temperaturada ZrSiO<sub>2</sub> dargaýar. Gaty ergin ulgamda ZrO<sub>2</sub> – SiO<sub>2</sub> tejribede ýok: sikonyň dykzlygy 4,75 g/sm<sup>3</sup> göni ýylylygyň giňelme koeffisenti 4, 4·10<sup>-6</sup> grad<sup>-1</sup>, Moosyň şkalasynda 7,5. Senagat üçin sirkonyň maksady çägänden çökdürji maşynlaryň komegi bilen baýlaşdyryp aýyrmak, demir oksidili düzümin, flotasiýa şeýlede kislotalardan gaýtadan işläp galyndydan aýyrmak üçin ulanylýar. Oda çydamly sirkony taýýarlamak üçin 1-2mm ölçegli däne olmak üçin ilki owradylýar. Dänelik düzümi şyhta saýlap alýarlar maksimal doldurlan bişirlende önüm goldanýar we ýakylýar. Sirkonyly şihtanyň düzümine ýonekeý organiki kleý goşundy goşulýar. Preslenendäki basyş 800-1200 kg/sm<sup>2</sup> deň şeýle-de sikony önümiň ýakma temperaturasy 1550°C ýerýär. Ýakylan sirkony önümiň berkligi gysylanda 1000kg/sm<sup>2</sup> deň göwrüm agramy 3,1 - 3,4 g/sm<sup>2</sup>, öýjikligi 12-16%, oda çydamlylygy 2000°C –den ýokary, temperaturanyň başynda deformasyýa düşýän agramy 2 kgg/sm<sup>2</sup> 1520-1570°C, 1620°C-den ýokarda bozulýar.

Oda çydamly sirkonynyň durnuklylygynyň agressiw täsiri hlوريد erginine garşy durýar. Onuň ereýjilige durnuklylygy fosforkysly natriý, duzly wannaly peçniň içindeki şlak, floridiň bozulmagy, fosfor angidridi ,aýna ergini, demir oksidi we marten şlagy we başgalar degişlidir. Turşy şlaklar we kömüriň külleri oda çydamly sirkonylar üçin täsiri güýçli däl. Esasy belgileriniň gatnaşmagynyda sirkony oda çydamlylaryň we eredilen stallaryň arasyndaky täsirlerdir. Häzir kop pudaklarda soňky wagtlarda sikonydan taýýarlanan stakanlar ýa-da çüýşeler ( beýleki oda çydamly önümler) agregatlar üçin üznüksiz guýulýan stallar nirededäki metallar bolsa şolar uly pol oýnaýarlar. Şeýle düzümlü syhta önümlerine 5 – 10% plastik oda çydamly toýun degişlidir.

Durmuşda sikony önümleri massa we çalmak şeýlede kotel ustanoklarynda gaty ýangyçlarda işlenende we peçlerde alýuminiý guýmak üçin giňden ulanylýar. Sirkonyý şeýlede stala guýmak hilli „reňk“ we massa şekil bermekde giňden ulanylýar. Sikoniý oda çydamlylary önümçilikde ulanmak üçin maştabyny giňeltmek üçin baýlaşdyrmak usulyndan peýdalanmaly we sikonyý konsentratynyň bahasyny peseltmek bolýar.



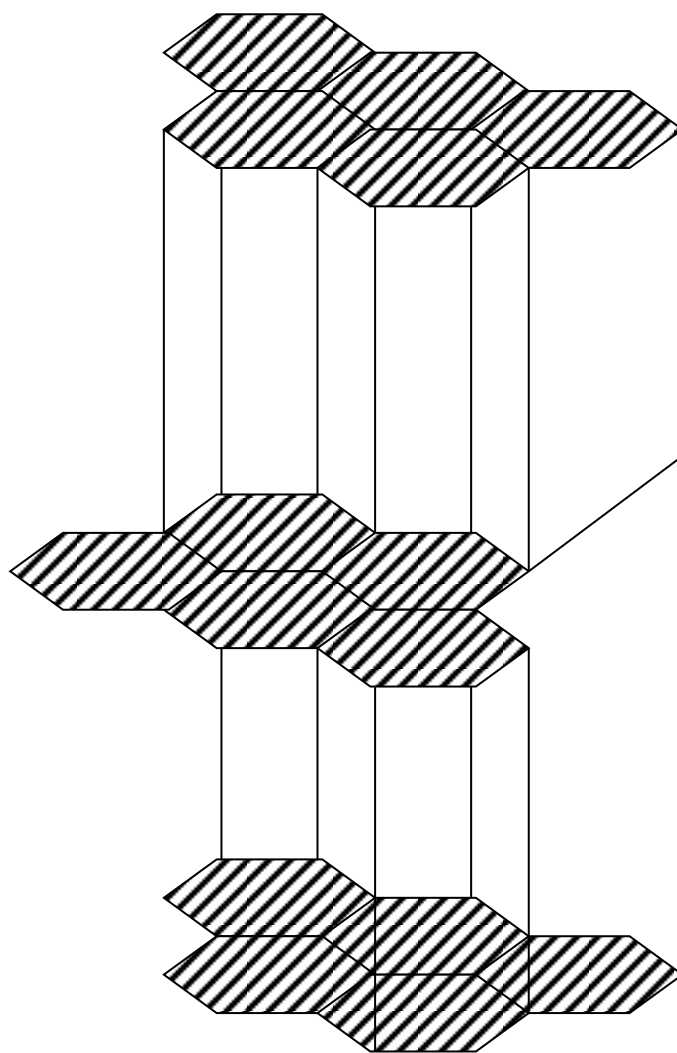
10-nji surat. Oda çydamly sirkonynyň mikrogurluşy (X80)

## **8. Uglerod saklaýjy oda çydamlylar**

### **1. Uglerod saklaýjy oda çydamlylaryň häsiýet**

Uglerod -dykyz jisim bolup öz gezeginde häsiýeti bolýança ideal oda çydamly material hasaplanylýar. Ereýjilik temperaturasy  $t=3700^{\circ}\text{C}$ . Ol ýokarytemperaturada himiki inert, esasan täsirsiz hasaplanyp we turşy şlagly, kislotaly we aşgorly, deformirlenmeýär. Ýokary temperaturada onuň berkligi ýönekeý bolup aşak gaçmaýar. Ýylylygy çydamlylygy grafidiň has ýokarydyr, onuň modul maýyşgaklygy ( $0,02 \cdot 1000000 \text{ kg/sm}^2$ ) 2 esse az hasaplanýar. Grafit şeýle-de ýokary ýylylyk geçirijiligi we elektrik geçirijiligi bilen häsiýetlenilýär. Grafit esasan kristal penjireleriň gurluşy boýunça häsiýetlerini emele getirýär. Uglerodyň atomy altýburç görnüşinde bolup, tekiz parallel paýlanyp, kowalent baglansykly geksagonal penjire gatlaklaryny emele getirýär.





11- nji surat. Grafidiň struktura gurluşy

Grafidyň gatklary garylyp gezek-grezekligine ýerleşýär. Uglerod atomlary paýlananda wertikal ugur bolýança tekiz gatlak bir gatlakda, soň gezek-gezekligine biri-biri bilen galtaşmaz ýaly ýerleşýär. Şeýle gatklaryň gurluşy bir näçe anizotrop häsiýet iýylylyk geçirmek, termiki giňelme koefitenti bilen häsiýetlenýär. Grafidyň dykzlygy -  $2,28 \text{ gr/sm}^3$ , sepelenen agramy -  $0,5 \text{ g/sm}^3$ .

Mundan başga-da grafit ýokary temperaturada  $600 - 700^\circ\text{C}$  okislenýär. Kristlyň ölçegine we dykzlygyna baglydyr. Güýçli gaýtaryjy häsiýeti bar. Ýokary temperaturada kyn ereýän oksidleri hem-de karbidy emele getirýär. Bu bölümde grafid saklaýjy oda çydamlylaryň sredasy çäklenendir, düzümi kislorodsyz bolýar. Bu ýagdaýda garfidyň konstruksion materialy emele gelmeýär. Suňa meňzeş tehnologiýada grafit saklaýjy oda çydamlylaryň ugry bolýança az taýarlanylýar. Grafit okislenen ýagdaýda dykzlygy ýokary bolýar. Grafidyň kristallarynyň ölçegi ulalýar. Uglerod däneleriniň daşynda goraýjy gabyklar ýerleşýär.

## 9. Grafit - alýumosilikat oda çydamly önümler

### 1. Grafit-alýumosilikat oda çydamly önümleriň taýarlanşy we ulanylşy

Ýönekey şamot goşulan oda çydamly plastik toýundan we grafitden grafit alýumosilikat oda çydamly önümleri taýarlanylýar. Grafidyn ulanylyşy önümçilikde oda çydamly önümleriň şertli hadysalaryň biri hem olary himiki inertligi –aşgara durnuklylygy, ýokary ýylylyk geçirijiligi we giňelme koefitentiniň pesligi, şeýlelikde ýokary temperaturada ereýjiligi 3700°C deňligidir. Grafidyn esasy kemçiliginiň biri hem temperatura 700°C-de howada kislorodyň okislenmä ukyplylygydyr. Oda çydamly toýun massanyň goşulmagy ýanma prosesi önümde ýagny grafit däneleriniň daşyna gorag gabagyny döretýär we belli bir derejede ýanmagyny goraýar. 700°C-de okislenip önümçilikde grafitoalýumosilikat oda çydamlylar ilki berlen materiallary iri kristal grafidleri emele getirýär.

Beýleki dürli görnüşdäki grafidler önüme hyzmat edilende çalt ýanmak 660-550°C-de , mundan hem pes temperaturada emeli okislenip ýapyk kristal görnüşinde bolýar. Biziň oda çydamly senagatynda ulanylýan grafidler külluligi az (10%-n az) bolanlygy üçin ulanytlýar. Önümçilikde esasy soraglary grafit-alýumosilikat ýa-da oda çydamly toýun grafit, forma ýa-da şekil emel getirýän massa taýarlyk usuly bilen kesgitlenip we önüme şekil bermek we bezemek, grafidyn üst ýuune toýundan gorag gabyny emele getirmek hokmandyr. Oda çydamlylygy emele getirmek hokmandyr. Oda çydamlylygy hyzmat edilýän wagtynda grafit däneleriniň çalt okislenmeginden goraýan formalajy toýun massalary goraýjy gatlagy emele gelyäe we ýakmaklyk dykzlaşýar.

Ýönekey şamot we grafit-alýumosilikat oda çydamlylaryň tilsimaty därli bolup gutarýar. Bu soragy çözmek üçin toýun komponentleriniň mukdary diňe inçe dispersli plastiki bişýän toýuny ulanmakdyr. Esasan giňden şu maksat üçin önümçilikde plastik usulda galyplanýan toýun hem-de ýarym gury usulda preslemek usuly hem ulanylýar. Grafit toýunly oda çydamlylar esasan massa taýarlanyşyna baglydyr. Düzüminde 10-50% grafit 45-50% oda çydamly toýun, 20-30% şamotbolýar. Berlen oda çydamlyny kesgitlemek, 10-50% araçägi grafidyn mukdary hasaplanylýar. Grafidyn düzümi 40-50%-de çenli ýokarlananda ýylylyk geçirijiligi ýylylyga durnuklylygy we aşgara durnuklylygy artýar. Eger grafidyn düzümi 50%-den ýokary bolsa öýjükler we gazly öýjükler köpelyär, grafidyn ýanmagy güýçlenýär, şeýle-de özüniň hemme polozitel häsiýetini ýitirýär. Grafidyn düzümi 10-30% ýokarlananda ýylylyk geçirijilik ululygy 2,5-den 5 kkal/m. sag° ýokarlanýar. Şamodyň ýylylyk geçirijiligi 1 kkal/m.sag°. Parallele ösüşi we termiki çydamlylyk, ýöne materialyň, berkligi we dykzlylygy peselýär. Grafidyn düzümine baglylykda termiki çydamlyk we aşgara çydamlygy birden ýokarlanýar.

Bu üýtgän häsiýetler üçin birnäçe grafit saklaýjy önümleri şular bilen häsiýetlemek mümkin: grafidyn düzümini köpeltmek üçin 10%-den 40-50%-e çenli; dykzlylygynyň kiçelmesi 2,15-den 1,95 çenli; gysylma garşylygy 450-den 200 çenli kg/sm<sup>2</sup> we ýylylyk geçirjek koefitentiniň ululygy 2,5-den 9,5 kkal/m sag° deň şonuň üçin saýlanan massa düzümine baglylykda berlen material ulanylýar. Gaýtadan işlenen grafit saklaýjy formalajy massalary dürli usullarda kabul edilýar,grafidy toýun örtüji bilen üpjün edilýar, Bu bilelikde üwelen-şarly degirmenlerde üznüksiz hereket edýan garyjyda we begunida gaýtadan işlenilip garylýar. Şeýlede lentaly preslerden we wakuum preslerde saklanylýar. Ondan soň

20 gije-gündiz saklaýarlar. Grafidyň maýyşgak häsiýeti göni ýarym gury presde formalajy massa kynlaşýar. Şonuň üçin hem ýarym gury usulda preslenende guradylyp we owradylan fragit saklaýjy briketler ulanylýar, plastik forma alynýar. Bu briker çig mal massasy 800 ýa-da 1300°C-de ýakylýar. Şliker görnüşindäki massanyň gaýtadan işlenilip giňden ulanylýar. Çyglylygy aýyrmak inçe däneleri grafit saklaýan massadan suwy aýyrmak kyn bolup örän seresaplylygy we dowamly guratmaklygy talap edýär. Çig mal guradylanda esasan seresaplylygy talap edýär. Şeýlelikde uly bolmadyk önümler (meselem: tigel) guratmaklyk 5-gije-gündiz çenli dowam edýar. Grafit alýumosilikat oda çydamlılar käbir gerek ýagdaýda ulanylýar. Şýle önümleri tigeli, we gara reňkli metallary elektrok peçleri eretmek üçin probkalary we stakanlary, dürli görnüşli gaplary, turbalary, puterowkalar üçin kerpiçleri taýarlap bolýar. Bu önümleriň her birgörnüşü üçin özüniň düzümi bolýança tilsimat massalaryny gaýtadan işläýän we önümi bezemek usullary bardyr. Düzüminde 40-50% grafit saklaýan massalaryndan taýarlanylýan tigelleri metallary eretmek üçin ulanylýar. Himiki durnuklylygy we ýylylyk geçirijini ýokarlanýar. Ulakan dürli görnüşli tigeller şablon arkaly şekillendirilýar. Ownuk, kiçi tigeller bolsa ýarym şablon arkaly şekillendirilýar. Ýarym gury preslenen massadan gidrostatik preslenip basyşy 150kg/sm<sup>2</sup> ýerine ýetirilýar.

Grafit saýlaýjy stakanlar we guýmak üçin probkalardan aýratynlygy, aşgara durnuklylygy we ýylylyk geçirijiligi ýokary bolýar. Munuň üçin grafit we ýörite formalajy massa taýarlanylýar. Stakanlary taýýarlamak üçin massa ýönekey 20-30% duzümli; grafit, 35-45% formalajy toyun, 30-40% şamotdan taýarlanylýar. Şarly degirmenlerde begunylarda ýa-da perli degirmende gowy garyşan we işlap taýýarlanan massany 10-30 gije-gündüziň dowamynda uzak wagtlaýyn saklap goýýarlar. Saklap goýulandan we wakuumly lentaly presden geçenden soň massany galyplamak üçin mehaniki preslere iberýärler, käwagt ýelde galyplaýarlar. Ýarym gury massadan stakanlary we probkalary gidrawliki preslerde preslemäň tejribesi bar. 1-2 mm-den kiçi dänäň ululygy bilen we 0,5mm-den kiçi dänäň köp mukdary bilen maýda däneli düzümlü şihadan edilen önümleri has seresaply we uzak wagtlaýyn guradylyşyny talap edýar. Şolar ýaly önümleri toýunyň gyzyp gatamagyň temperaturasyna çenli uglerod saklaýjy önümlerde ýakýarlar. Grafit saklaýjy massalardan edilen şu önümleri, meselem deşik metal galyplar üçin poddonlaryň wkladyşlar, kerpiç we başgalar ýarym gury presleme arkaly taýýarlaýarlar. Massaň düzümine iri däneli düzümi bilen 3mm çenli şamody goşýarlar. Presporoşogy bolsa maýyşgak massadan alnan owradylan guradylan briketden taýýarlaýarlar. Presporoşogyň iri däneli düzümi önümiň has gaty preslenmeden goraýar. Şolar ýaly önümler has uzak wagtlaýyn guradylyşyny talap edýar, sebäbi 500x500mm ölçegli wkladyşyň uly tekizligindäki teňňeli grafidiň ugry çyglygyň bolup çykmagyny kynlaşdyrýar. Bu çiglyk 80mm beýikligi bilen gyrally tarapyndan bölüp çykýar.

## **2. Uglerodly oda çydamly materiallar**

Uglerodly oda çydamlylar tutuşlygyna koks görnüşli ugleroddan düzülendir. Mundan başga-da emeli grafitden we tebigy grafitden düzülendir.

Uglerodly oda çydamlylaryň görnüşleri - uglerodly, koksly önümler taýarlyk üçin daş-kömür smolasy we termoantrasit, daşkömür koksyndan taýarlanylýar. Fermoantosit we koks-inert düzüji massadyr (doldurujy) daşkömür smolasy-baglaýjy, massa plastik häsiýet berýän oda çydamlylary ýakmak we bişirmek bolýan üpjün edýär. Eger massanyň dykzlygy smola bilen bagly bolanda kemçiligi hasaplanylýar we opňa grafit massasy goşulýar. Fermoantosit we koks özünde 5-12%-de çenli kül 1,5% kükürt saklaýar. Çig mal daş kömür smolasyny gaýnatmak ýoly bilen smola baglaýjy taýarlanylýar. Netijede uçujy fraksiýalar we suw bölünip çykýar ýa-da daşkömür smolasynyň komponentleri aýratyn garylýar: peka (70-75%), antrasen ýagy (15-20%), bitun (8-10%). Bu garyndy-da antrodsen ýagy peka ç.m.-y eretmek üçin hyzmat edýär. Bitun - smolanyň süýgeşikligini sazlaýar smolada we koks massadan uly bomadyk önümler taýarlanylýar. Iri önümler üçin bloklaryň ölçegi 750.500.300mm, agramy 0,5 tn we termoantositden ýokary grafitdyň mukdary 5%-e çenli bolup bilýär. Koks däneleriniň ululygy 0,2mm, antrasit 5-10mm çenli bolýar. Smola massanyň düzümi 20agram %-e deň.

Eger smolanyň düzümi az bolsa gomogenizasiýa massadan kynlaşýar, eger köp bolsa massanyň süýgeşikligi peselýär. Uglerodly dolduryjylar we smolany iki wally garyjyda ýa-da begunida garýarlar we gyzdyryjy bilen bugardýarlar. Emele gelen hamyr massa 90-100°C-de formalaýja ugradylýar. Önümiň ölçegi onuň görnüşine münştukdan tegelek forma we göni formaly ýa-da mehaniki preslenip ýa-da gidrawliki preslenýär. Presiň udel basyşy 300kg/sm<sup>2</sup>. Ownuk önümleri üzüksiz ýa-da gaz kameraly peçlerde, şamotly hapselerde ýakmak mümkin. Sepelenen önümiň ownuk kokslaryň däneleri 2mm bolýar.

Kapsulalar has berk ýerleşdirilýär howa geçirmez ýaly berk ýerleşdirilýär. Käbir ýagdaýlardan önümde öýjükleriň ýa-da ýanma prosesi bolup geçýär. Şonuň üçin ýörite gaz bilen işleýän köp kameraly peçler ulanylýar. Ýakmagy maksimal temperaturasy islendik grafitlenen koksuň düzümi 1100-1450°C ýakylýar. Bu temperaturada saklama dowamlylygy 20-30sag. dowam edýär. Ç.m. has haýal we seresaply ýakylýar. 30-40°C-de massa ýumşap başlaýar. Temperaturanyň çatlaşdyrsak, onda çig mallarda ýa-da massada birnäçe gatlaklaryň ýa-da önümiň gatagyna alyp gelýär. Eger has pes temperaturada smolanyň ýa-da önümiň akmagy mümkin. I tapgyrynda: 350°C-de önüm haýal tizlikde 3-4 sagat dowam edýär. Bu wagtda uçujy maddalar bölünip çykýar. Haýal gyzdyrlanda uçujy maddalar gyradeň bölünip emele gelen önümdäki jaýryklara siňýär. II tapgyrdaky: araçäk 350-800°C-de koks torlary emele gelýär. Bu tapgyrda gyzgynlygyň tizligi çäklener 5-10°C soňky tapgyrlardaky maksimal temperaturada tizligi 15-20sag. bolup bilýär önüm peji 40-60sowandan soň ýüklenilýär. Önümiň ýakma dowamlylygy önümiň görnüşine bagly bolup, 15-gije-gündizden 30-gije-gündiz doulam edýär. Uglerodly önümiň düzüminde 85-95% uglerod 10% kükürt alynýar. 2 görnüşi – grafitlenen önüm (emeli grafit) 2500°C temperaturada gaýtaryjy sredada uglerod önümini gaýtadan işlemek ýoly bilen alynýar. Bu temperaturada amorf ugleroda öwrülip emeli grafit ýa-da bu prosese grafitlenen önüm diýip atlandyrylýar. Grafitlenen materialyň häsiýeti ýönekeý uglerodly önümlerden tapawutlanýar. Bu ýylylygyň

we elektrik geçirijiligi we mehaniki gaýtadan işlemek ýeňil hasaplanylýar. Grafitlenme ýokarlanýar. Şeýle-de arassa uglerod materialdan uçujy maddadan belli bir bölegi aýrylýar.

Jedwel 24

Uglerodly oda çydamlylaryň häsiýeti

Häsiýeti	Önüm	
	Uglerodly	Grafitlenen
Uglerodyň düzümi %	85 ýokary	99
Dykyzlygy g/sm <sup>3</sup>	1,55-1,65	1,45-1,7
Öýjükligi %	15-20	15-30
Moosyň şkalasy boýunça gatylygy	4,6	1-2
Berklik araçäginiň gysylmagy kg/sm <sup>2</sup>	120-500	150-450
Termiki giňelme koeffisienti 0 - 900°C, $\alpha \cdot 100^3$ 1/°	5,0-5,8	2,6
Ýylylyk geçirijilik kkal/m · S°	0,012	0,31
20°C	0,016	0,2
500°C	0,02	0,05
1500°C		
Udel elektro garşylygy x 100 <sup>2</sup> Om·sm	46-60	10-25
Temperaturanyň başlangyç okislenmesi °C:		
Atmosferadaky howa	375	450
Suw baglanşykly sreda	650	700

CO <sub>2</sub> - gazy	750	900
------------------------	-----	-----

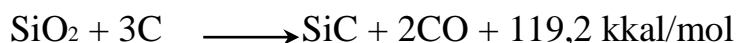
Grafitlenen önüm üçin çig mal massalary ýokary nebit koksy bolup hyzmat edýär. Koks önümi agyr nebit galyndysy, krikengiň ýa-da proliz emele gelende bolýar. Külliligi 0,3% şihda berilmezden nebit koksy 1200-1350°C-de köýdürilýär. Çyglylygy we uçujy maddalar aýrylýar. Bu olaryň dykzlygyny we elektrogeçirijiligini köpeldýär. Turbaly peçleri aýlanma we daşdan gaz bilen gyzdyrylýan peçe, mazut bilen işleýän peçlerde köýdürip bolýar. Takmynan grafitlenen şihda önüminiň düzümi koks-75%, baglaýjy maddalar-25% bolýar. Grafitlenen önüm taýarlygynda tilsimaty grafit derejesine çenli uglerodly önümden örän az tapawudy bardyr. Ullanylýan peçde şamot oda çydamlylar bilen örtülýär. Aşagy magnezit kerpiji bilen doldurylýar we kwars çägesi guýulýar. Mundan tok geçirijiligi azalýar. Elektra energiýanyň grafitlenmäniň düzümi 3000-5000 kwt/s tn taýýarlananda harçlanýär.

3 görnüşi: Grafit önümi-tebigy grafitden alynýar, 5-30% çenli düzlüğünde kül bolýar. Grafidy flotasiýa elektotermiki we beýleki ýollar bilen aýlaşdyryp ýokary grafit önümi alyp bolýar. Ilki karbit gaýtarylýar. Soňra temperaturanyň göterilmesi bilen dargaýar ýa-da bugarýar. Külüň köpelmegi bilen uglerodly mukdary berlen grafide garanynda belli bir böllege harçlanýar. Şeýlelikde önümiň çykyşy 60-70% bolýar. Grafity baýlaşdyrmak örän gymmat tebigy grafidyň bahasy ýokary düzüminde 99% uglerod, uglerodly oda çydamly taýarlananda çäklenýär, tebigy grafitden esasan ýokary dykzlyk detaly üçin ýokary temperaturaly ýylylyk çalşma we haýalandyrmak üçin taýarlanylýar. Tebigy grafit önümiň dykzlygy 1,99 g/sm<sup>2</sup> preslemek üçin uly basyş alynýär 8500 kg/sm<sup>2</sup>. Poroşogyň däne düzümi we basyş sazlanýär. Grafitlenen önümler käbir fiziki häsiýetleriň anizotroplygy bilen tapawutlanýarlar. Bu grafit kristallaryň anizotroplygy bilen we uglerodly bölekleriň uzyn oklarynda olaryň ýerleşmegi bilen şertlendirilýär. Materialyň bu häsiýetlerine önümleriň galyplama prosesi bilen baglansan uglerodly bölekleriň ýerleşşi uly täsir edýär. Süýri uglerodly bölekler mundştukdan gysyp çykarmagynda gysylmaň ugugyna perpendikulýar bolup ýerleşýärler. Şonuň üçin özara perpendikulýar ugurlarda ölçenen önümleriň käbir esasy häsiýetleriň ululyklary meňzeş däl. Meselem, önümleriň gysylmaň parallel ugrundaky grafitlenen önümleriň ýylylyk we elektrik toguny geçirijiligi ýokary, perpendikulýar ugrunda bilen deňşdirilende termiki giňelmäň koeffisienti pesdir. Grafitlenen önümler üçin çig mal hökmünde has arassa nebit kos we daş kömür pýok hyzmat edýär. Has arassa nebit koks – bu pirolizde ýa-da krekinde emele gelýän agyr nebit galyndylaryň kokslamaň önümidir. Daş kömür goşundysy berkidiji hökmünde ulanylýarlar. Her bir külligi 0,3% -den ýokary däl. Önümleriň strukurasyny gowylandyrmak, hilini we massa çylygyny artyrmak üçin pýogy effektiw sintetiki berkidijileri bilen çalyşmaly. Şihda girizilmegi bilen ön nebit koksy çyglygy we uçýan maddalary ýok etmek üçin 1200-1350<sup>0</sup> C ýakýarlar. Daşky gaz bilen gyzdyrylyşy bilen retortly peçlerde ýa-da mazutda işleýän turba görnüşli aýlanma peçlerde ýakylma geçirilýär. Grafitlenen önümleriň şihdaň

takmynan düzümi: 75 % nebit koksy, 25 % baglaýjy madda goşulýar. Grafitlenmäň stadiýasyna çenli grafirirlenen önümleriň taýýarlaýjy tehnologiýasy daş kömür koksdan uglerodly önümleriň tisimatyndan tapawutlanmaýar. Grafitly önümleri küllüň 5-305 çenli saklanýan tebigi grafitden alynýar.

### 3. Karboruntly oda çydamly materiallar

Karboruntly oda çydamlylar-karbit kremniden (SiC) taýarlanylýar. Ol düzüminde diňe C bilen baglanşýar. Şonuň üçin C saklaýy oda çydamlylaryň toparynda sanalyp şertli ýagdaýda hasaplanylýar. C-ly materialdan we kremnizýom garyndysyndan 2000-2200°C ýokary temperaturada gaýtadan işlenip karbit kremniý alynýar. Kremnizýomyň düzümini adaty kwars çägesinde taýarlanylýan onuň düzüminde 98,5% SiO<sub>2</sub>. Ulgamlaň düzüminde nebit koksy we az külli antrasit bolýar. Bu prosesi uly ýylylyk gidýär we aşakdaky reaksiýa emele gelýär.



1400°C temperaturada kremniý karbidy emele galip baglaýjy. 1600°C-de we ondan hem ýokary temperturadareaksiýanyň tizligi güýçlenip reaksiýa doly ýerine ýetýär. Ýaşyl karbit kremniý alynanda ilkinji berlen garynda 2-7% nahar duzy goşulýar. C önümi baglaşdyrylanda we ony reňklenende hem ulanylýar. NaCl şeýle-de demir hlorigi we alýuminini aýyrmakdan hem ulanylýar. Karbit kremniniň önümçiliginde almak üçin elektrik peji ulanylýar. Pejiň uzynlygy 7-17m, ini 1,8-4m, beýikligi 1,7-3m, kuwwatlylygy 750-den 2500 kw çenli bolup bilýär. Tejribede harçlanýan elektrik energiýanyň düzümi 7,2-8,5 kw·s/kg.

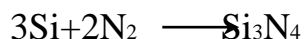
Umumy harçlanýan energiýa 25-55 mñ kw. sag. Prosesiň dowamlylygy 22 sagatdan 40 sagada çenli dowam edýär. Pejiň öndüriligi kuwatlygyna bagly bolup 3,1-7,5m SiC-de çenli öndürüp bilýär. SiC-de peçden çykandan soň öwrülýär, grafitden remniden, kremnizýomdan, demirden we beýleki garyndylardan arassalanýar. Ondan soňra elekleriň kömegi bilen fraksiýalara bolýar. Önümçilikde karbid kremniý iki usulda çykarylýar.

1.Gara

2.Ýasyl

Gara usulda taýarlananda düzüminde garyndy köp bolýar.Ýaşyl usulynda hem birnäçe häsiýetleri bolup,oda çydamlylaryň birnäçe häsiýetlerine bagly däl. Dykzlygy SiC-3,2-3,21 gr/sm<sup>3</sup>. Ýylylyk geçirijiligi λ=50 kkal/(m·s · grad). Karbonutly oda çydamlylar kremnizýom baglanşykly bolup şihadan alynýar. Düzüminde kremniý karbidyň dürli däne görnüşleri bolup plastifikator hökmünde sulfitli-spirt bardasy hyzmat edýär. Önüm 1350-1400°C temperaturada açyk satkalarda ýakylýar. Munuň üçin karbit kremniniň baglanşygy onuň okislenmegini emele getirýär. Kkremnizýom kalsiý karbidyň dänelerine berkidip, onuň öýjüklerini doldurýar we onuň dykzlygy artýar. Dykz önüm 50-60% iri we orta fraksiýaly karbit kremniý ulanylýar. Karboruntly oda çydamlylary almak üçin düzümini gidritli baglanşygy bolan çalşylýar (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). Düzüminde karbit kremniý we kremniý bolýar (SiC:Si). Karbit kremniý we orta fraksiýalara bolýär. Önüm azotdan arassalanandan soň 1450°C ýakylýar. Saklanma temperaturasy

1300-1350°C. Oda çydamlylaryň faza düzümi we onuň dykzylygyna täsiri hasaplanýar kremniý we azot hasaplanýar.



bu proses doly emele gelende nitrit kremniýniň massasy takmynan 1,67 esse göwrümi 1,23 esse ulanýar.

Karboruntly oda çydamlylaryň häsiýeti: Karboruntly oda çydamly häsiýetiniň görnüşleri dürlidir. Dürli materialaryň häsiýeti üçin karbitkremniniň düzümi, termiki giňelme koefitenti, ýylylyk geçirijiniň ýokarylygy termiki durnuklarynyň ýokarylygy. Otnositel haýal başlamagy turşy şlaklaryň durnuklylygy bilen häsiýetlenilýär.

## **10. Şpinelidli oda çydamlylar we olaryň magnezit bilen baglanşygy**

### **1. Şpinelli oda çydamlylaryň umumy häsiýety we himiki düzümi**

Şpinel diýip –  $\text{MB}_2\text{X}_4$  umumy formulanyň birikmesi kristalaşýar we kanun boýunça kubik singon görnüşli bolýar. Aniony X bu dykzy kubik goýumlary emele getirýär şeýlede iki görnüşli zolaklary: tetraedrli we oktaedrili. Eger kationly

M tetraedrikli zology eýeleýär we B – oktaedrikli pozisiýa şeýle gurluşli häsiýetleri üçin kadaly şpineller üçin şeýle gurluşy bilen häsiýetlendirilýär. Şeýle-de kationlaryň M we ýarym kation B oktaedrili pozisany eýeleýär we ikinji ýarymy B – tetraedik şeýle şpinellere inwertirlenen diýip atlandyrylar. Mysal üçin birinji görnüşli gurluşly birikmeleri emele getirýän:  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgCr}_2\text{O}_4$ ,  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  şular degişlidir. Ikinji görnüşli –  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{FeFe}_2\text{O}_4(\text{Fe}_3\text{O}_4)$ ,  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$ . Gaty erginli şpineller hem bir görnüşli bolup şol bir görnüşe komponentlere degişlidir. Dürli görnüşli şpineller garylan gurluşy emele getirýär. Mysal üçin şeýle gurluşy emele getirýän tebigi hromit  $(\text{Mg}, \text{Fe}) \cdot (\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})$  Şeýle gurluşly şpineller käwagtlar ýönekeý şpineller üçin duş gelýär, meselem  $\text{MgGa}_2\text{O}_4$ .

Ýokary temperaturada kationlar boýunça paýlanylýar tetraedrili we oktaedrili pozisalara dürli tertipli we gurluşly şpinelleriň hemmesi has garylan görnüşde saklanýar. Himiki baglanşykly şpineller adaty ionlary kabul edýär şeýlede goýlan kowalentli komponentler köp ýagdaýlarda gerekli bolanlygyna garamazdan belgilenýär. Temperaturanyň ereýjiligi şpinellerde kop we himiki çydamlylygy ýokary bolýar. Bularyň birnäçesi gyzdýryjy magnitli we elektrikli (ýokary elektrogarşylykly) häsiýete eýedir.

Bu şpineliň baglanşygy boýunça ferritiň we beýleki materiallaryň oda çydamlylaryň tehnologiýasynyň örän uly aýratynlygy bardyr. Senagatda radiotekhnika, elektroakustika, önümçilikde häzirkä zaman çalt täsir edýän hasaplaýyş maşynlary, metallurgiýa we keramika gelýän detallaryň söhlenme sintezi we şpineliň häsiýetleri, biziň bilşimiz boýunça tebigi şpinel adatda tehnikanyň talabyna jogap bermeyär. Gaty fazada şpineliň oksidleri 600°C temperaturadan ýokarda uly tizlikde emele gelýär. Doly sintezlenende olar adatda 1500 -1750°C –e temperaturada ýerine ýetirilýär. Oda çydamly şpineller bolsa, meselem  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , bişirip alynýar we elektropeçde eredilýär. In kop ýaýran wajyp şpinelleriň birini emele getirýän magnezit şpinelli  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  - aýratyn birikmesiniň



sistemasy  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ , şeýle hem gaty erginiň artykmaçlygy  $\text{Al}_2\text{O}_3$  we  $\text{MgO}$  –ň azlygyny emele getirýär. Şpinel şeýlede perek laz bilen gaty erginiň çägin i emele getirýär. ýeňil ereýän ewtektiki sistemaň gatnaşmagynda  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  oda çydamlylaryň tehnologiýasy üçin şerti gutarnyklylygy bell enilýär. Arassa şpinel  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  we onuň gaty ergini  $\text{Al}_2\text{O}_3$  örän ýokary şlagadurnuklylygyny emele getirýär. Şpinele goşulan goşundy (ýa-da magnyý oksidi) glinozýom korund kristallarynyň ösmegini kynlaşdyrýar we şonuň üçin hem korundly keramikanyň mikrogurluşyny we bişmegini sazlamak üçin üçtünlikli ulanylýar.

Ýenede has ýokary korroziýa çydamly agressiw sredada  $1000^\circ\text{C}$  – e ýokary temperaturada gaty erginiň görnüşini  $\text{Mg}(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_4$  emele getirýär. Önümiň bahasyny peseltmek üçin adatda tebigy hromit bilen sintetik däl magnezial şpineliň görkezilen düzümi ulanylýar. Bu baglansyklar boýunça tebigy hromitiň düzüminde demir turşysy bolýar, gyzdyrlanda okisleji sreda ondaky demir okisiniň bölekleyin okislenmegini tertipleşdirýär we hromit bolsa gaty ergin emele getirýär. Magniý oksidiniň artykmaçlygy şpineliň gaty ergininiň düzümini alýar we stehiometriýa ýakyn bolýar. Tebigi hromit düzüminde uly bolmadyk mukdarda adatda serpentin saklaýar  $\text{Mg}_6(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$  (ýa-da hlorit – serpentinanyň gaty ergini, amezit we ferroantigorit  $(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}_2(\text{OH})_8\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}$ ). Eýýäm 20% golaý serpenitiň garyndysyny hpomit iň düzüminde bolsa onda ol oda çydamly hasaplanmaýar. Şonuň üçin oda çydamly tehnologiýa hpomiti silikatyň minimal düzüm üçin kabul edýär. Hemmesinden hem gowysy baýlaşdyrma usulydyr we düzüminde 5-8%  $\text{SiO}_2$  köp bolmaly däl dir. Arassa dürli görnüşli hromitiň oda çydamlylygy adatda  $2130 - 2200^\circ\text{C}$  düzýär, hpomşpineliň düzümi – 85%-den az däl, kalsiý okisi (hpomitiň gatnaşmagynda kalsit görnüşinde, reje – tremolita) 1-1,5% -den kop bolmaly däl dir.

Önümçilikde oda çydamly dykyz hromit ruda kabul edilýär.  $\text{SiO}_2$  düzümini baýlaşdyrmak ýoly kempirsayly hromit iki esse pes bolmagy mümkin. Oda çydamly şpineliň tehnologiýasy esasan  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  iki esasy topary alynýar şpinel we önüm: bişirme we elektroergin usullary. Birinji toparda tehnik i glinozýom ýakylan magnezit gatnaşmagynda garylýar,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  jogap bermegi bilen kop bolmadyk artykmaç perek laz (takmynan 65-70% glinozýom we 35-30 % ýakylan magnezit). Şlaga durnuklylygy ýokarlanmagy we sinteziň ösmegi üçin şihta 10-15% ownuk owradylan hpomit goşulýar. Şu garyndydan preslenip briket ýasalýar we  $1750^\circ\text{C}$  ýakylýar. Ýakylan briket 2-3mm çenli owradylýar. Şihta önüm taýýarlamak üçin 80-85 % owradylan ýakylan briket we 15-20% çig mal garyndysyndan düzülýär. Preslenenden we guradylandan soň önüm  $1700-1750^\circ\text{C}$  ýakylýar. Şeýle barlagyň netijesinde önüm elektrostal erediji peçlerde şlaklaryň demir oksidiniň ýokary temperaturada agresiw hereketiniň gatnaşmagy boýunua çydamlylygynyň aýratyn ýokarylygy görkezilýär.

Ýenede şpinel önümi uly durnuklylygy bilen tapawutlanýar, eredilen şihta hem sol düzüm boýunça alynýar, şol bpiket usuly boýunça alynýar. Şpineli bpiket şihta önümi çalşanda üstünlikli bolmagy mümkin, bişirmegi almak elektroereýjili materialy owratmak. Kombinasiýa perek laz we sintezirlenen şpinel önümi örän ýokary mukdary bilen tapawutlanýar, şol özüni oňarýan marten peçlerine hyzmat edýän cwodlar ýokary hasaplanylýar.

Käbir esasy şpinel önümleriň häsiýetleri

Önüm	Gysylan- da berkligiň araçägi kG/sm <sup>2</sup>	Dykyzlyk g/sm <sup>3</sup>	Öýjikligi %	Agramyň aşagyndaky deformasi- ýa temperatura 2kG/sm <sup>2</sup> °C	Ýylylyga çydamlylyk ýylylykça- lyşma
Spineller: bişirlen	500 we ondan ýokary	2,65 -2,95	17-25	1600-1650	30-40
elektroereýjilik	-	3,05-3,1	11-12	1800-dan ýokary	-
Hromşpinelli elektroereýjilik	3460	365	5	1800-dan ýokary	-
Ýönekeý ýakylan oda çydamly hrommagnezit	200-400	2,8-2,9	20-23	1450-1550	7 -8
Perklazşpineli	850	3,32	13-15	1580-1630	25-den uly

Şpinelli oda çydamlylaryň himiki düzümi %

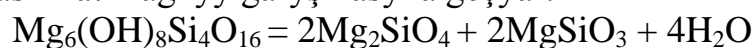
Önüm	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P.P.P
Spineller: bişirlen	3,1	65	1,1	2,3	1,3	27	0,3
elektroereýjilik	3,1	65	1,1	2,3	1,3	27	0,3
Hromşpinelli elektroereýjilik	2-3	25-45	20-40	-	-	18-30	-
Ýönekeý ýakylan oda çydamly hrommagnezit	6	7	17	13,5	1,6	55	0,2
Perklazşpineli	4,5	5	11,5	7,2	2,4	69,4	-

Hromit metalurgiki peçler içine örmek (kladka) üçin we demir trubalaryň içine guýmak üçin massanyň hili gowy bolany üçin giňden ulanylýar şeýle-de marten peçleriniň diwarlaryna guýmakda hem ulanylýar. Diwara ýönekeý kladka goýmak üçin önümler kabul edilýär we ýakylan magnezit we hpomitiň mukdaryndan deň garyndydan taýýarlanýar we material 1mm dänä ululygyna çenli owradylýar.

Hpomagnezitli önümi magnezite garanda pesrāk guratmak hem mümkin. Ýylylyga çydamly önümler metalurgyky peçleriň swodlaryna kladka üçin niýetlenendir olar şihadan taýýarlanýar düzüminde 20-30 % hromit we 80-70 %

bişen magnezit saklanýar. Şeýle önümleriň tehnologiýasy iki waryýanty emele getirýär. Olaryň biri fraksiýa görnüşinde 0,5- 3 mm çenli hem-de bişen magnezitiň däneleriniň ölçegi 0,8mm. Ikinji wariýanty bu komponentleriň däneleriň yzyna gatnaşygy (şeýle ýagdaýda „perklaz-şpinelli önüm“ diýip atlandyrylýar).

Hromomagnezitli oda çydamly taýýarlamak üçin kyn fiziki – himiki prosesler geçýär. Ýönekeý hpom düzüm üçin jogap berýän  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , bişen magnezit  $\text{MgO}$  we silikat bölüm – serpentin  $\text{Mg}_6(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$ . 600-700°C gyzdyrlanda serpentin suwy aýrylýar we aralyk faza bilen oda çydamly däl forsterit we metasilikat magnyý garyşmasyna geçýär.



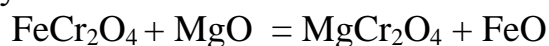
Bu reaksiýanyň ugry gowrümü 24 % kiçelýär. Pereklaz bişirlende magnezit reagirlenip  $\text{MgSiO}_3$  ewmele geläýr:

$\text{MgSiO}_3 + \text{MgO} = \text{Mg}_2\text{SiO}_4$  Netijede bu serpentinde diňe oda çydamly faza - forsterit (ereýjilik temperaturasy 1890°C) alynýar.  $\text{CaO}$  garyndysy forsterit bilen reagirlleşýär olar oda çydamsyz montiçellit we periklazi berýär.

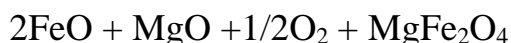
$\text{CaO} + \text{Mg}_2\text{SiO}_4 = \text{CaMgSiO}_4 + \text{MgO}$ . Montiçellit önümde galýar. Önümde näçe köp bolsa şonçada önümiň berkligi ýokary temperaturada peselýär. Şonuň üçin hem magnezit bişirlende kalsiý oksidi  $\text{CaO}$  berk çäklenen bolmaly edil hromit ýaly bolmalydyr. Esasy hpomit komponenty - hpomspinelidir, gyzdyrlanda okisleyji sreda ýarym okise geçýär:



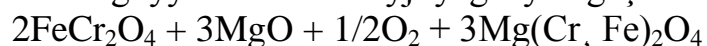
Bu peaksiýada göwrüm kiçelip önüm takmynan 1,3 % süşýär. Bu peaksiýa belgilenen wagtdan öň geçýär bişen  $\text{MgO}$  magniý oksidine garanda we magnezit hpomiti reagirläp başlaýar:



Takmynan 650-1200°C temperaturada 0,5 % göwrümi kiçelýär. Erkin kislorodyň gatnaşmagynda  $\text{FeO}$  emele gelip gaty pereklaz ergini ( $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ) şeýle-de  $\text{O}_2$  reaksiýada süýşýär.



Munda göwrüm 24 % ulalýar. Şeýle göwrüm uly ulalanda önümde ýaryklar emele gelýär. Sonuň üçin hem hökman däl, hpomit bilen magniý oksidiniň geçmegi gaýtaryjy ýagdaýda demir okisini emele getirýär. Has amatly bolýan peaksiýa hromit bilen magniý oksidi okisleyji ýagdaýda geçende:



Munda göwrümi diňe 6,6 %.

Ýönekeý hromomagnezit oda çydamlylar düzüminde 42%  $\text{MgO}$  we 15%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  saklaýar. Berklik araçägi gysylma derejesinden 250 kgg/sm<sup>2</sup> pesrāk bolýar we öýjligi 24% 1450°C –e temperaturadan pes däl ýagdaýda deformasiýa berilýän agram 2kgg/sm<sup>2</sup> deňdir. Marten peçleriň cwo dlary üçin önüm düzüminde  $\text{MgO}$  60% we  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  araçägi 8-18% bolýar. Berklik araçägi gysylmandakydan az bolmaly däl 250kG/sm<sup>2</sup>-dan, öýjligi 23 5 ýylylyga çydamlylygy 25 gezekden az bolmaly däl.

## 11. Forsterly oda çydamly

### 1. Magnezial silikat jynsly önümleriň häsiýeti

Fosterli oda çydamly - diýip düzüminde esasan ortasilikat magniý-forsterit önümine aýdylýar. Şlaga adatda perekraz ulanylýar. Şonuň üçin hem taýýar önüm düzüminde 90-70% forsterit we 10-30% perekraz bolýar. MgO-niň düzüminde folsterli önümiň düzliginde 35-55%-e ýetýär. Magnezitli we şpinelli oda çydamly çyg mallar resurslary üçin forsterli oda çydamly taýarlyk has aýratyn ýokary durýar. Forsterli seýrek duş gelýän mineraldyr. Magnezial-silikat jynsy forsterli oda çydamlylaryň esasy tilsimatyny emele getirýär. Talk-magnezit, alwinit dunit tebigatynda giňden ýaýrandyr. Bu jynslar düzlüginde hemişe MgO-ni saklanok, kremnizýom bilen ýeterlik baglanşyklydyr. Ýarym oksidler-magnezial şpindeli aşakdaky jedwelde häsiýetleri getirilendir. Şonuň üçin MgO-niň mukdary kesgitlenen mukdarda goşulýar. M/ü: minimal mukdary: alwinit üçin-7%, dunit-4%, talk-magnezit üçin-10% goşulýar.

Jedwel 28

Magnezial – silikat jynslarynyň tipiki häsiýetleri

Jynslar	Dykyzlylyk, g/sm <sup>2</sup>	Odaçyda mlylyk, °C	Himiki düzümi %				
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
Oliwinit	3,4	1770	39	0,2	0,4	6	7,1
Dunit	2 8	1810	35	0,3	0,6	4,2	4,3
Serpentinit	27	1550	40,5	1,2	0,4	4,5	2,1
Talk-magnezit	3	1530	30,5	1,4	ýok	8,2	-
Talk-magnezit	3	1520	30,7	0,6	“	6	4,5

Forsreritly oda çydamlylaryň tilsimatynyň faza deňagramlylyk ulgamynda MgO – SiO<sub>2</sub> görkezilendir. Bu ulgamda iki baglanşyk emele gelýär: forsterit Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, düzüminde 57,7 % MgO we 42,8% SiO<sub>2</sub>, ereýjilik temperaturasy 1890°C rombiki singon görnüşinde kristallaşýar we dykyzlygy 3,2 g/sm<sup>3</sup>, kadaly basyşy modifikasion öwrülmäni emele getirýär şeýle-de metasilikat magniý MgSiO<sub>3</sub> (40% MgO we 60% SiO<sub>2</sub>), 1557°C-de forsterityň eremesi emele gelýär kremnizom baýlaşdyrylýar. Metasilikat magniýynyň dört modifikasiýa görnüşi belli: enstatit, iki görnüşi klinoenstatit başgalar degişli bolýar.

Bu tehnologiýada oda çydamlylar esasan klinoenstatit bilen işleşýär, monoklin singoni kristallaşýar, dykyzlygy 3,19 g/sm<sup>3</sup>. 900-1000°C gyzdýrlanda adatda klinoenstatit öwrülýär beýleki modifikasiýa doly göwrümini üýtgedýär şeýlede 1180 – 1250°C-de bolsa protoenstatit doly öwrülýär. Enstatit normal basyşda 1100 – 1200°C –e temperaturada protoenstatite geçýär. Metasilikat oda

çydamlylar pes temperaturada ereýjiligi we modifikasiya öwrülmesi maksada laýyk emele gelmeýär. Bu baglanşyk hökmany suratda magniý oksidiniň goşundysy bilen forsterit geçýän reaksiýasy aşakdaky ýaly bolýar:



Tebigy silikat magniý (oliwinit we dunit) düzüminde arassa forsterit saklaýar oňa gaty ergin faýalit  $(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$  – oliwindir. Näçe oliwin faýalit komponenti kşp bolsa şonüada ereýjilik temperaturasy pes bolýar. 600-900<sup>0</sup> C –da ýakylanda okisleyji sredasy demiriň oliwiniň düzümini  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oksidine çenli oksidlenýär.

## **12. Ýylylyk saklaýjy ýeňil agramly oda çydamly materiallar**

### **1. Ýylylyk saklaýjy oda çydamly materiallaryň häsiýetleri**

Uly öýjükliligi sebäli ýenil agramly oda çydamlylar ýylyk çetleşdiriji häsiýetleri bilen häsiýetlendirilýär. Howa bilen doldurylan öýjükler ýylylygy gowy geçirip bilmeýär. Şular ýaly oda çydamlylary önümçilik peslerinde uylanylsa ýangyjyň harçlanylyşy 20-70% çenli azalýar, üznüksiz hereketdäki peçiň ýakylmasyny tizlendirip bilýär, pejiň diwarlarynyň galyňlygyny peseldýär. Bu effekti gazanmak üçin şöhlelendirmä we onuň siňdirilmesine harçlanýan peçiň salynmasyndaky ýylylyk ýitgisiniň peselmeginde gazanylýar.

Oda çydamlylaryň ýylylyk çetleşdiriji olaryň ýylylyk geçirijilik koefisientine baglydyr, ol görünýän dykzlyga görä takmynan proporsional üýtgemesidir we materialyň göwrüm sygymydyr. Soňkusy görünýän dykzlylygynyň ululygy peselmeginde azalýandyr we ýylylygy siňdirmäge ukyplydyr. Materialyň berlen görünýän dykzlylygynyň ululugynyň ýylylyk geçirijiligi aýna görnüşli we kristalliki düzüjili maddalaryň, ýylylyk geçirijiligine, temperatura, ölçege we öýjükleriň paýlanyşyna, däneleriň baglanşyk sanyna sanyna we häsiýetine baglydyr. Açyk we içki peçiň izolýasiýasyny tapawutlandyrýarlar, ýagny, ýeňil agramly oda çydamlydan özmesi ýokary temperaturaly ýalynly gazlar bilen hökmany ýagdaýda ýuwulýar we daş tarapdan ýa-da içki özmä deň ýerleşýär goralýan izolýasiýaly. Birinji ýagdaýda ulanylýan oda çydamly ýeňil agramly önümler ýokary häsiýetlidir. Ýylylyk çetleşdiriji oda çydamlylary kerpiç görnüşinde we doly izolýasiýa hökmünde (ýeňil agramly oda çydamly betonlar, paraşok sepelenmeler) ulanylýar. Ýylylyk çetleşdiriji oda çydamlylar dürli düzümlü we häsiýetleri bellidir, adaty oda çydamly materiallardan başlap (dinas, şamot) ta arassa okislerden alynýan ýokary oda çydamlylardyr ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}_2$ , BeO we başgalar). Ýeňil agramly önümler himiki düzümi oda çydamlylygy boýunça iki topara bölünýär: şamotly we ýokary turşular (1580-1730 °C); dinasly (1670-1710 °C); kaolinli we ýokary glinozýomly (>1730 °C). Klasifikasiýasy we önümleriň markalanma TDS - 5040-68 boýunça aşakdaky jedwelde görkezilendir, önümiň görünýän dykzlygy  $\text{g/sm}^3$  ölçenýär.

Jedwel 30

**Ýeňil agramly oda çydamly we ýokary oda çydamly önümleriň  
markalanmasy**

Önümler	Marka	Oda çydamlylygy °C pes bolmadyk	Görünýän dykzlygy g/sm <sup>3</sup> köp bolmadyk	Ulanýş temperaturasy ýokary bolmadyk
Şamotly we ýarym turşular	ŞLA-1,3	1730	1,3	1400
	ŞLB-1,3	1670	1,3	1300
	ŞLB-1,0	1670	1,0	1300
	ŞLB-0,9	1670	0,9	1270
	ŞLB-0,8	1670	0,8	1250
	ŞLB-0,6	1670	0,6	1200
	ŞLB-0,4	1670	0,4	1150
Kaolinli	KL-1,3	-	1,3	1400
	KL-0,9	-	0,9	1400
Ýokary glinozýomly	WGL- 1,4	-	1,4	1600
	-	-	1,3	1550
	WGL- 1,3	-	1,0	1400
	WGL- 1,0	-	-	-
Dinasly	PL-1,4	-	1,4	1550
	Pl-1,2	-	1,2	1550

## **2. Önümçilikde ýeňil agramly oda çydamlylaryň taýýarlanýş usullary**

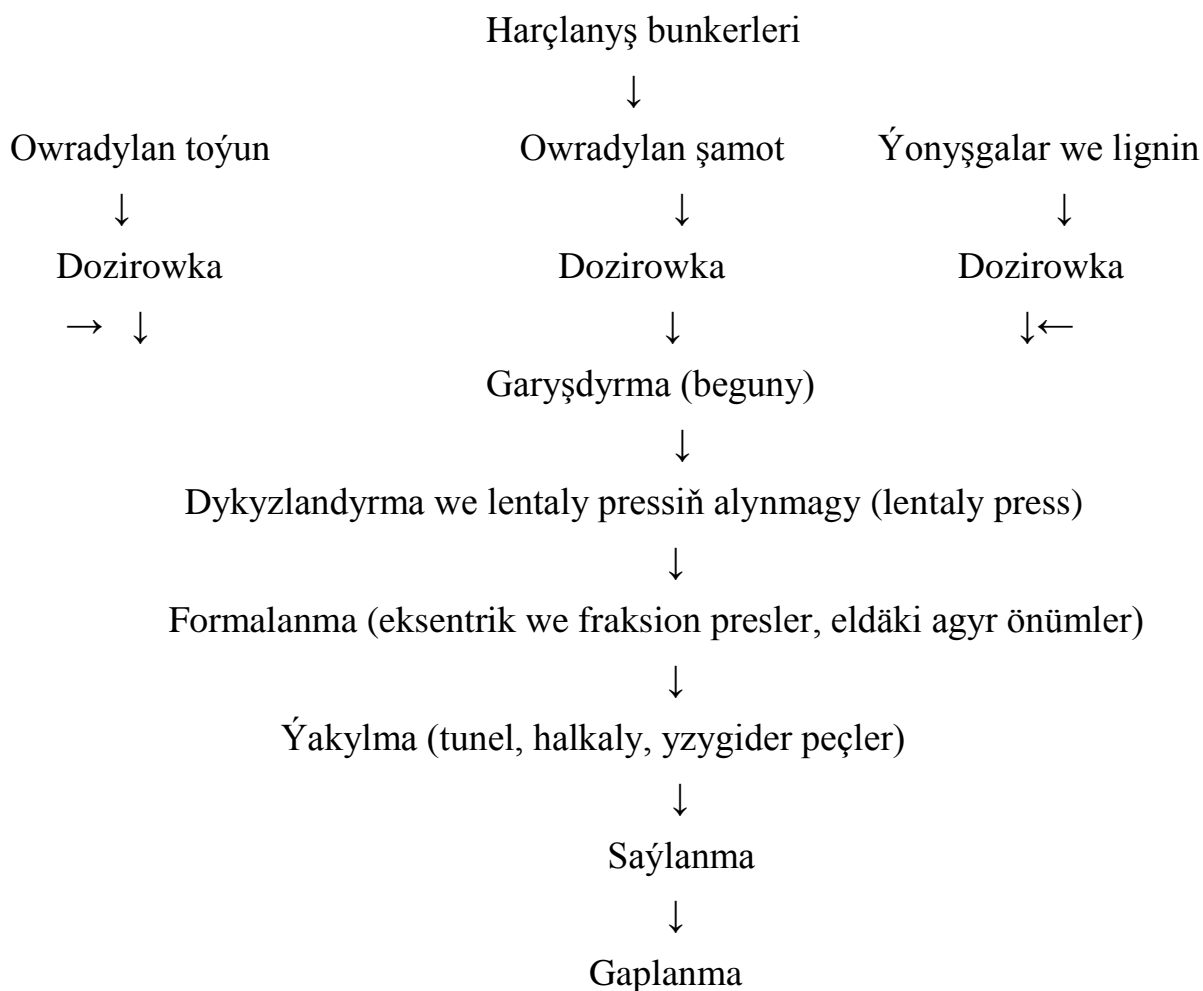
Önümçiligiň esasy bolup termodurnukly we belli bir berklikdäki has öýjükli önümiň alynmagydyr. Ýeňil agramly oda çydamlylaryň önümçiliginde iň giň ýaýran usulynda ýanyp gutarýan goşundylaryň girizilmegi we gaz emele gelmesi. Soňkysy şihmanyň şlikerine öňünden taýýarlanan köpürjikleriň girizilmeginde ýetilýändir. Olardan alynýan önümlere ýeňil agramly köpürjikler diýilýär; himiki reaksiýanyň netijesi bilen şlikerde emele gelen gaz köpürjikli önümlere ýeňil himiki agramlylar diýilýär.

Ýakylmada ýanyp gidýän goşundylaryň girzilmek usuly.

Bu usul şihma maýdalanan ýanyjy gaty materiallaryň girizilmegine esaslanýar ýa-da olaryň garyndylary-koks, nebit koksy, antrasit, termo antrasit, daşkomri, agaçýonuşgalary, tarf, lignin we başgalar. Köplenç dykz şamot ulanylýar, ýeňilagramly (kaolin önümleri) seýrek, Plastiki ýa-da ýarym gury usulynda famirirlenen önümi guradyp we düzgün boýunça okisleyji sreda-da ýakýarlar.

Şamotly ýeňilagramly oda çydamlylar köplenç plastiki usulynda ýasalýar. Ýanyp gutorýan goşundylar hökmünde agaç ýonuşgalary ýa-da olaryň ligninli goşyndysy ulanylýar. Şamotly we oda çydamly toýuny umumy tehnologiýa akymynda taýýarlaýarlar. Ulanylýan şamodyň däneleriniň ölçegi  $<3\text{mm}$  däneleriniň köpligi  $<5\text{mm}$  bolanda mukdarynda 45-55%. Ýanyp gidýän goşundylary guradyp yrgyldyly ýa-da inersiýaly elegiň kömegi bilen eleýärler. Şamotly ýeňilagramlylaryň dykzlygy  $0,8-1,3\text{g/sm}^3$  çenli plastiki usulynda öndürilýär..

### **Plastiki usulynda şamotly ýeňil agramlylaryň önümçiliginiň tilsimat çyzgysy**



Görünýän dykzlygy  $1\text{g/sm}^3$  önüm alynýan şeýle düzümlü şihla ulanylýar. Olaryň düzümi (%): toýynyň –19-25%, şamotyň 9-15%; ýonuşka we lignin 62-72%/ Ýonuşkaň syglylygy 40-75%, bigninyň 65-70%; sepilýän massa  $0,22-0,35$  we  $0,4-0,45\text{g/sm}^3$ . Ýanyp gidýän goşundyň däneleriniň ölçegi köplenç  $3\text{mm}$  kiç, sebäbi olaryň ulanylmagy önümiň berkligini ýokarlandyryň, emma ýuňslarda garanyňda haýal ýanyp gutorýar, onuň mukdaryny ähli ýanyp gutorýan goşundylaryň jeminden 50% çäklendirýär. Massalaň çyglylygy 28-32%, guradylan çig önüm (syres) 6% den uly bolmaýar. Önümleri ýokary arasyndaky araçägi 5- (önüm bolanda ýakylýar, maksimal temperaturasy  $1750^\circ\text{C}$ , 2-4 sagat saklanma wagtydyr. Goşundylaryň doly ýakylyp gutarmagyny üpjün etýän çaly emele gelýän pejiň desleýji sredasy  $500-1000^\circ\text{C}$  ýetende bolýar. Ýakylmada önümiň doly gönüleýin oturdylmasy 8-13% düşýär. Näsazlyklaryň esasy görnüşeri deformasiýa,

uglerodyň doly ýanyp gutarman galmagy, jaýryklaryň netijesinde ýüze çykyandyr.

Kaolinli ýeňilagramly oda çydamlydyr. Olaryň ýarym gury usulynda ýasalýar. Ýanyp gutarýan goşundy hökmünde däneleriň ölçegi <3mm-ly, 35% mukdarly koks ýa-da atrasit ulanylýar. Şihta 30% (agramy boýunça) ýeňilagramly kaolin şamotyň suw çekijiligi 50% az bolmadyk ulanylýar, ony kaolinly briketden ýanyp gutarýan goşundylaryndan alynýar; horogyň däneli düzümi edil şamotly ýeňilagramlylaryň önümçiligindäki ýaly bolýar. Toýuny şliker görnüşinde berilýär. onda sulfid-spiritly bardan (S.S.6) konsentratyň 1-1,5% şihon agramyndan presporoşogyň çyglylygy 9-11,5% , önümi 1400°C ýakýarlar. ýeňilagram WGL-1,4:Olary kaolin önümleriniň önümçilik shemasyna golaýlaşýan ýarymgury preslenen ýanyp gutarýan goşundylaryň usuly boýunça taýýarlaýarlar. Şihta agramy boýunça 58% dänelen ölçegi 1mm çenli bolan ýokarygliruzýomly şamot goşulýar, mundan başgada kaoliniň we toýunyň 6%, nebit koksyň ýa-da 5% köp bolmadyk külli termoantrasidyň 30%-i 1mm ölçege çenli owradylan 0,5mm gözenekli elekden geçirilen 50% köp bolmadyk bolýar. Şamotly 1550°C ýakylan ýokary glinozýomly briket owradylyp alynýarlar. 62%  $Al_2O_3$  saklaýan önümi almak üçin agaçly ýönuşkalar diaspor konsentrat bilen garylyp ýasalýar.

54%  $Al_2O_3$  önüm üçin klinitle ýa-da sillimanitle konsentraty nebit ýa-da koks garyşdyrylyp alynýar. 60% distensillimanit konsentratdan we 10% toýundan, 30% nebit koksdan durýan şihtadan 55-60% öýjikli önüm alynýar. .Eňilagramly dinas: Düzümünde 65-70% maýdalan kan kristaliki kwarsitleri (ölçegleri 0,5-1mm 10-15%, 0,5-0,088mm 25-30%, <0,088mm ölçegi 55-65%) saklaýan we munda başga däneleriň ölçegi 1,5-2mm 30-35% antrasit ýa-da koks bolan, ýanyp gidýän goşundylar ýarymgury preslenen massa usulynda alynýar. Birleşdiriji hökmünde 2% Ca we 1-1,2% spirit barda girizilýar. Pres poroşogyň çyglylygy 8-9%. Preslenen önümleri guradylan ýokary hatarlarda, kerpiçleriň arasynda 20mm goýup dinas bilen bilelikde ýakylýar; ýakmany okisleýji sredasynda 1250-1300°C-da geçirýärler, gyzdyrman maksimal temperaturasy 1400-1430°C saklanma wagty 26 sagat. Ýakmak üçin in amatly peç uly agramly gaz kameraly peç ulanylýar.

Ýokary oda çydamly okislerden alynýan ( $H_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ) ýeňilagramly oda çydamlylar we kremniň karbidi. Olary hem ýanyp gutarýan goşundylaryň usulynda alýarlar. Adatça şihtada 60-70% bişirlen ýa-da edilen dänejikler (şamotly) we öllenip döwülen ýa-da gury yrgyldyly üweme netijesinde alynýan ýokary dispersiýalaryň 30-40% saklanylýar. Ýanyp gutarýan goşundylar hökmünde az külli nebit koks, önümiň öýjükligi 20-40% bolanda ulanylýar. Önümi ulanylýan ýokary oda çydamly materiallaryň her biri üçin alynan temperaturasynda ýakýarlar.Ýanyp gutarýan goşundylaryň ýetmezçilik edýän zat ýokary öýjükli önümleri alyp bolmaýanlygydyr. Adatça öýjükligi 55-65% geçmeýär. Şonuň üçin uly öýjükli önümi öndürmekde (85-90% golaýlanda) gaz emele gelme usuly ulanylýar.

### 3. Gaz emele gelme usuly

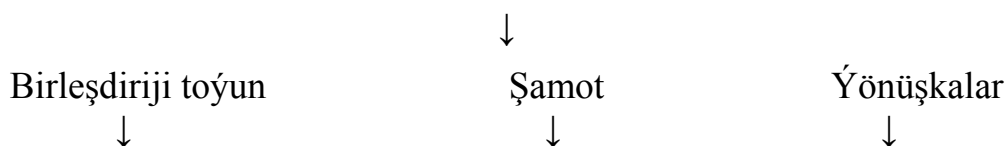


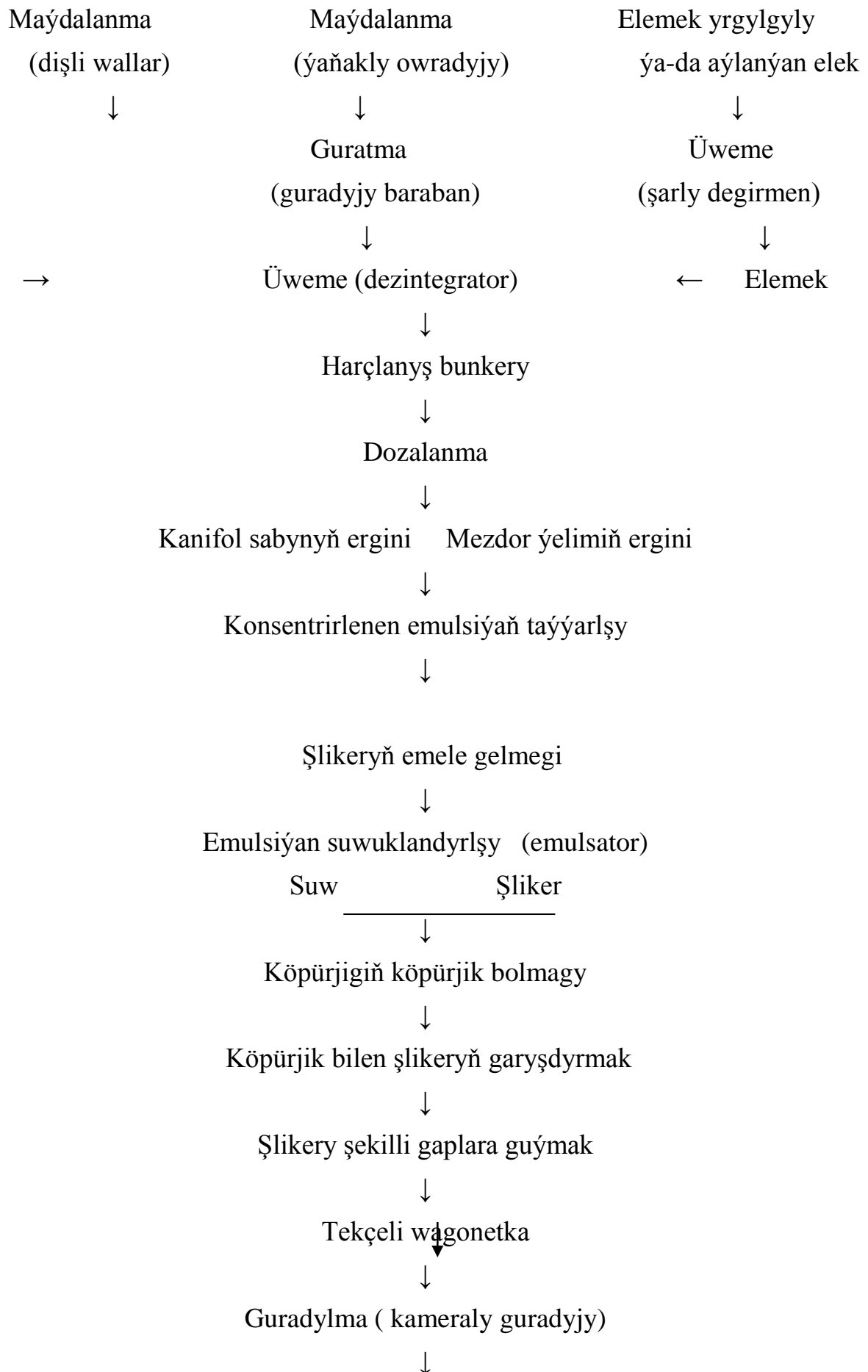
Öýjükli oda çydamlylary öndürenlerinde oda çydamly materiallaryň suspenziýasyna köpürjik emele gelme we himiki köpürjikletme usulynda gaz emele getirijiler, berkidijiler, ýarym fabrikatyň düzümini berkidýänler hem deňişlilikde goşulýar. Köpürjikli ýeňilagramy alanlarynda massada howa köpürjikleri emele gelen ýaly suspenziýa aýratyn taýýarlanylýan köpürjigi goşýarlar, çalt garyşdyrylanda üst-aktiw goşundyny-kanifol sabyny, saponiny (sabyň köki), durnuklygy üçin bolsa-mezdor gelimi girizýärler. Himiki usulynda gaz emele geler ýaly köplenç maýdalanýan dolamidyň we kukurt kislotasynyň (berkidiji hökmünde gops ýa-da sement ulanylýar) goşundylary ulanylýarlar. Köpürjik emeli usuly giňden ulanylýar; ony görnýän dyklylygy  $0,4\text{-}1\text{g/sm}^3$  bolan ýeňilagramly şamotly oda çydamlylary taýýarlamakda ulanylýarlar.

Şamotly köpürjikli ýeňilagram ŞLB-0,8 şihadan ýasaýarlar, ol üwelen toýunyň 10%-den, 90% 0,5mm-den maýda däneli üwelen toýundan, 3% golaý ýönüşkolardan durýar. Köpürjikleri konifil-gelimli emulsiýadan (garylan) taýýarlaýarlar, onuň düzümi 0,5-1% konifil sabýndan we mezdor ýeliminden durýar. Köpürjik garynda emele gelýän köpürjik  $0,05\text{-}0,06\text{g/sm}^3$  dyklylykly şliker bilen garyýarlar, onuň dyklylygy  $1,68\text{-}1,74\text{g/sm}^3$  çyglylygy 26%. Alynan köpürjik massasyny (görnýän dyklylygy  $0,85\text{-}0,95\text{g/sm}^3$ ) metal gaba guýýarlar, kameraly guradyjy da 2% köp bolmadyk çyglylyga çenli guradýarlar, ýokary hatarlarda  $1320^{\circ}\text{C}$  temperaturada ýakyp alýarlar. Takyk ölçegli önüm ýasamak üçin mehaniki gaýtadan işlenmän berilýar. ýeňil agramly odaçydamlyary  $0,4\text{g/sm}^3$  görnýän dyklylyklysyny almakda şihany ulanylýarlar, ol 80% toýundan we şamodyň 20% durýar. 50% çenli çyglylykly şlikera 5% ýanyşkalar we 10% alýumiý kwars erginini goşýarlar. Garylma wagty köpürjikli ýokary öýjükli massa emele gelende (görnýän dyklylygy  $0,37\text{-}0,45\text{g/sm}^3$ ) ýörite şekilli gaba salyp 2-3% çyglylyga ýetýänçä seresaply guratmaklyk sezewar edýärler. Beýikligi bolýança ýakmak we guratmak 42% bolýar, uzynlygy, ini boýunça 30% bolýar. Ýakylan önümleri mehaniki gaýtadan işlemäge berilýar.

$0,4\text{g/sm}^3$  görnýän dyklylykly ýeňilagramly oda çydamlylaryň effektivligini gazanmakda perlit çägesiniň çişirmeginde ýetilýändir. Şunlykda hereket edýän tehnologiýa çyzytlarynyň öndürilýiligi 2 esse golaý ýokarlanýar, guradylyşy 4 esse çaltlaşdyrylýar, özüne düşýän gymmaty 27% çenli peselýär. Şliker toýundan we şamotdan konifil-ýelimli emulsiýaň erginlerini we natriý erginini goşýarlar, durlaýjy hökmünde moçewin-formaldegid smolasy salynýar. Köpürjiklenmeden soň şlikery perelit çägesi bilen garyşdyrýarlar (13% agr.). Massa bilen doldurulan şekilli gaplary tunel guradyjysyna ýerleşdirýärler, soňra  $1260\text{-}1270^{\circ}\text{C}$  temperaturada tunel pejiň ýokarky 2-3 sany hatarlarynda ýakýarlar.

Köpürjik emele gelme usuly boýunça ŞLB-0,8 ýeňilagramly önümleriň  
önümçiliginiň tehnologiýa çyzygy





Ýakma (tunel ýa-da halkaly peç)



Kesim şliflemek

(kesimli we şlifleme enjamy)



Sortlama gaplama



Ambarhanma

#### 4. Ýeňil agramly penodinasýň häsiýeti we ulanylyşy

0,8 g/sm<sup>3</sup>-görünýan dykzylykly ýeňil agramly penodinasý ownuk üwelen kwarsitli glinezyomly sement bilen garylýp alynýar. Köpürjik emele gelmäni ýokary öýjükli ýylylykçetleşdiriji materiallary ýasamak-da ulanýarlar. Korundly köpürjikli ýeňilagramy ownuk üwelen tehniki ýa-da öňünden ýakylan glinozyomdan ýasaýarlar. Konifil-ýelimli emulsiýadan alnan köpürjigi şliker bilen garyşdyrýarlar. Guradylan önümi ýokary temperaturaly peçlerde 1700-1750°C ýakýarlar. TiO<sub>2</sub> 1-2% goşanlarynda 1550°C ýakylýar.

Iki okisli sirkoniýadan alynýan köpürjikliýeňilagramly ZrO<sub>2</sub> durnuklysyny we tehniki garyndylary ZrO<sub>2</sub> CaCO<sub>2</sub>-syny ulanýarlar. Önümi 1710-1720°C temperaturada ýakýarlar. Beriliň okisinden alynýan köpürjik ýeňilagramy öňünden 1400-1600°C ýakýarlar. Okislerden alynýan köpürjik ýeňilagramy çyglylyga baglydyr. Köpürjik emele gelme usuly giňden ýokary öýjükli materiallary almakda ulanylýar. Ýokary öýjükli oda çydamlylary alanlarynda giňden himiki öýjük emele gelme usuly hem ulanylýar. Şamotly himiki ýeňilagramly 0,7-0,8g/sm<sup>2</sup> dykzylyklydyr ony inçe üwelen şamotdan (däneleriň ölçegi <2mm) alýarlar ony 5,6% üwelen oda çydamly toýuny bilen garyşdyrýarlar, 2,8% dolomit we 5,6% gips hem salynýar. Şlikerden gaz emele gelmesini döretmek üçin 2%-ly konsentrasiýaly gury şihtañ agramyndan 40% golaý salynýar.

Şlikeri dürli açylyp ýapylýan gaplarda çişirýärler olar 10-15 minutda açylyp ýapylýar. Guradylan önümler 1250°C-da ýakylýar we mehaniki gaýtadan işlenmesine berilýär. Himiki çişirme usuly bilen korundly we sirkoniýaly önümleri hem alýarlar. Başdaky material hökmünde üwelen ýa-da üwelmedik tehniki glinozyom, sirkoniň durnukly iki okisini ulanýarlar. Ýeňil agramly oda çydamlylar çig malyň himiki düzümine baglylykda dürli häsiýetlere eýedir. Ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti  $\lambda$  we oda çydamlylaryň göwrüm birliginiň ýylylyk sygymy 2-3 esse we ondan ýokary şu görkezijilerden bolup bilýärler. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen  $\lambda$  alamaty şamotly ýeňil agramda ýokarlanýar; korundly, berillilerde bolsa peselýärler. Belli çäklerde ýylylyk geçirijiligi 0-a deň bolanda we ýylylyk geçirijilik ýokary temperaturada bolanda olaryň arasynda şeýle baglansyk görünýär.

$$\lambda_t = \lambda_o \pm t \operatorname{tg} 2$$

bu ýerde,  $\alpha$ -temperatura ohuna göni çyzygyň burç egilmesi:

Ýanyp gutarýan gosundylaryň usulynda alynýan ýeňilagramly oda çydamlylar giňden ulanylýar şamotly önümler ŞLA-1,3; ŞLB-1,0 olary kotýolyny gyzdyryjynyň içki çekiji üçin ulanylýar, mundan başgada gyzdyryjy, termiki we beýleki peçlerde gabat gelip bolýar. Kaolinli ýeňil agram esasanam termiki we beýleki peçlerdäki şlagyň hereketiň ýok ýerinde diwarlary we ýokarlary üçin ulanylýar. Ýeňil agramly oda çydamlylaryň ulanyşynyň effekti dürli mysallar bilen aşakda görkezilendir. Ýeňilagramly dinasly üznüksiz hereketli peçde dinasly ýokmak üçin ulansak ýangyjyň harçlanşy 11% çenli peselýär, sowatma wagty 22%-e peseldi. Ýeňil agramly dinasly we köpürjikşamoty tunel peçleriniň wagonetkolaryny futirtirmekde ulanylsa temperaturanyň üýtgäp durmosyny 140°-dan başlaptä 5-10° ýetýänçä peseldýär. Elektriki peçlerde ulanylsa pejiň gyzdyrylyş dowamlylygyny 32%-e peseltdi; elektriki elektroenergiýanyň harçlanşyny 26%, peçiň öz öndürijiligini 19%-e ýokarlandyrdy. Dürli tehnik ýerlerde giňden ýokaryodaçydamly ýeňil agramly odaçydamlylar ulanylýar. Öýjükli korundly materiallar wakuumly tehnikasynda ýylylyk çetleşdiriji hökmünde çykyş edýär. Olar okisleyji we gaýtaryjy sredalarda 1700°-1800°C çenli hyzmat edip bilýärler. Sirhoniýaly ýeňil agramly materiallar wakuumda, azodyň, howanyň, wadorodyň sredalarynda 2000°C-da hyzmat edip bilýär. Oda çydamly mertililer, erginler, betonlar, massalar: Bu materiallary önümçilik peçleriň gurlyşygyna, ulanylşynda owradylan ýakylmadyk görnüşinde ulanýarlar.

Bulara degişli:

1. Mergeliler we kerpiçi baglanyşdyryjy ergin
2. Massalar-betonlar, bişen we bişirlen massalar
  - a) Monolit fitrowka görnüşindäki betonlar, olar howada gataýan ýa-da gidrowliki süýgeşik materiallardan durýarlar.
  - b) Gidrawliki gataýan bölekleri saklaýan massa, olary adaty temperaturada ýerleşdirýärler.
  - w) Bişirmek üçin poroşoklar we garyndylar, olary ýokary temperaturalarda klotkada ulanýarlar.
3. Bejergi ýa-da ulanylyşdan galmazlygy üçin ulanýan örtüjiler, olary adaty ýokary temperaturada oda çydamly futerowka örtýärler.
  - a) Torkret massalar
  - b) Çalma (obmazk)

Olary köplenç şeýlede ulanylýar, betonlary bolsa blok görnüşinde ulanmalydyr.

Baglaýjy oda çydamly merteliler we enginler: Mergeliler oda çydamly koroklaryň owradylan garyndysynda we birleşdiriji materiallardan durýarlar. Erginler hökman oda çydamly bolmalydyrlar. Kerpiçleriň бүдүр-сүдүрлігі gowy ýapmalydyrlar, haýaljak çyglygy berip bilmelidir, ýukajyk tikiňleri bermeli, ýakylmadan soň öýjükli öz gaz siňdirijilikli, berk bolmalydyr. Alýumosilikatly, dinasly, hrommagneziýaly erginleri tapawutlandyrýarlar. Alýumosilikatly we dinasly erginler adaty baglanyşdyryjy toýunyň 20-15 we 5-11%-ni saklaýar. Olar plastfitirlenen bolar ýaly kalsinirlenen sodasy goşulýar. (0,08-0,18%) we sulfit-spiritli bardasy (0,07-0,15%), ol bolsa 1,5-2 esse suwuň mukdaryny ergin

almaklygy peseldýär. Kremnezomly tozanyň zyýanly zyňyndylaryny aýyrmak üçin dinasly mertellileri granula hökmünde ulanylýarlar. Goşundy hökmünde hlory kalsiý we spit barda ulanylýar, granulanýň çyglylygy 5-6%.

Howada gataýan toýunly we toýunsyz erginler goşundylary özünde saklaýarlar, olar gyzdyrmanyň başynda we soňunda erginlere ýokary berklik berýär. Şular ýaly mertellilere suwuk aýnanyň 15%-i goşulýar. Mergellilerden ýasalýar erginler hereket edýän garyjylardan (üznüksiz hereketli) alýarlar. Alýumosilikatlar mertelliler  $Al_2O_3$ -ň saklanşyna baglylykda we ulanylýan dolduryjynyň oda çydamlylygyna görä bölünýärler: ýokary glinozýamly (w), şamotly (ş), we ýarymturşy, doldurujynyň owradyлма derejesine baglylykda ýuka üwelen mergel däneleriň ölçegi 1mm-den kiçi bolýar.

Jedwel 31

#### Mergeleriň häsiýetnamasy

Mergeller (TDS )	Marka	Köýdirilen maddanyň himiki düzümi %	Oda çydaml ylygy °C	Işçi Temperatur a
Alýumosilikatlar  (TDS 6137-61)	WT1 WT2 ŞT1-ŞK1 ŞT1-ŞK1 ŞK3 PT1-PK1 PK2	$Al_2O_3 + TiO_2$ 60 az bolmadyk Edil şular ýaly 45 38 33 30 20 20	1800 1750 1730 1690 1650 1650 1610	1550 pes 1450 850-1450

Şamotly erginleriniň suw gatnamasynyň plastifikasiýasynda 52-den 23% çenli peselýär tikiniň galan galyňlygy 1-den 0,5mm çenli, howada kiçelşi 3,4-den 2% çenli bolýar. Ýakylmadan soň 1400°C öüjükliligi 28-den 19% çenli berklik çägi şüşmede 68-den 95kg/sm<sup>2</sup> ýokarlanýar. Dinasly mereler 96-94%-na dinasly we kwarsly bölejiklerinden 2,6:1 gatnaşykda we 4-6% oda çydamly plastiki toýunyndan, MD-2 markaly mergeler 90-88% şol bir horaklaýjyny saklaýar we toýunyň 10-12%. Mergeleriň däneleri 0,5-1mm. olary oda çydamly toýundan we 90-94% hromitden alýarlar. Hromomagneziýaly mergelleri 88-92% gaýtadan işlenilen hromomagneziýaly ýa-da magneziýaly kerpjinden ýasalýar. Howada gaýtadan hromomagneziýaly ergin sementden ýasalanda 65-75% hromly ruda ulanylýar. Erginleriň 0,088mm ölçegi fraksiýa 30-50% bolmalydyr, gatamak üçin  $MgSO_4$  goşulýar.

Mergelilere synagdan geçirilende olaryň himiki we dänelik düzümi, erginiň konsistensiyasy, suw saklap silijilikyby berklik kesgitlenýär. Önümçilik peçleriň futirowkalaryny düzmek üçin we olary ýerleşdirmekte ulanylýar. Şamotly-

glinozýomly we şamotly howada gataýan mergelileri domnaly peçleri gurmakda ulanylýar. Dinasly merteliler koks peçlerde ulanylýar.

### **13. Oda çydamly betonlar**

#### **1. Oda çydamly betonlaryň talaplary**

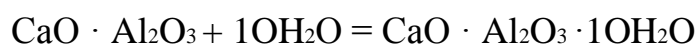
Oda çydamly beton bu ýakylmadyk emeli daşa meňzeş material, uly berklige eýedir. Betonlar baglaşdyryjydan we dolduryjylardan durýar. Gidrawliki ýa-da howada gataýan süýgeşik görnüşinde bolanda we adatça ownuk üwelen mineral goşundy girizilen materiala baglaşdyryjy diýilýär. Dolduryjy bolsa odaçydamly materialy onuň döwürmesi we maýdalanmasy mysal üçin kwarsit, kromit emele getirýär. Adaty temperaturada baglaşdyryjy öz ara däneleri birleşdirýär we betona gerekli berkligi berýär. Gyzyrlanda fiziki, himiki prosesler bolup geçýär, netijesinde betona oda çydamly materiala gerekli häsiýetleri berýär.

Odaçydamlybetonlar şeýle talaplary ýerine ýetirmelidirler:

1. Adaty temperaturada çalt gatamaly, gyzyrlymada berkligini peseltmek (belli bir temperatura çenli), soňra bolsa ýokary temperaturada bişme netijesinde ony ýene-de ýokarlandyrmak.
2. Oda çydamlylygyna eýe bolmagy, täsiriň netijesinde deformasiýa temperaturasy bolmaly.

Ýokary odaçydamly betonlar ( $>1770^{\circ}\text{C}$ ), odaçydamly betonlar ( $1770-1580^{\circ}\text{C}$ ) we eremesi kyn betonlar ( $1200-1580^{\circ}\text{C}$ ) öz ara tapawutlanýarlar. Gidrawliki gataýan betonlar baglaşdyryjy hökmünde glinozýomly ýa-da ýokary glinozýomly semendi saklaýarlar. Görünýär dykzlygy dolduryjyň tebigaty bilen kesgitlenýär. Egerde görünýän dykzlygy  $1500\text{ kg/sm}^3$  pes bolsa betonlar ýeňil diýip hasaplaýarlar,  $1000\text{ kg/sm}^3$ -den pes bolsa ýylylyk çetleşdiriji beton diýilýär. Mehanizminiň hereketiniň fiziki, himiki esaslary şular ýaly: glinozýomly sementiň düzüminde  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -45-55;  $\text{SiO}_2$ -5-10;  $\text{CaO}$ -35-50;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -5-15 (%) saklanylýar.

Esasy täsirleşmede suw bilen gatadylanda:

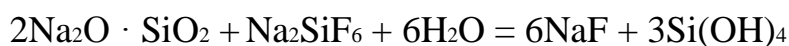


Ýokary glinozýomly sement 72-75%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -i; 22-25%  $\text{CaO}$ -ni saklaýar. Gatamanyň esasy reaksiýasy sementiň materialyň gidrotasiýasy hasaplanylýar.  $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$  bilelikde  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  emele gelýär. Portlansement saklaýar (%):  $\text{SiO}_2$  21-23;  $\text{CaO}$  61-66;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5-8 we  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3-5. Esasy minerallar: alit- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  (60-37%); belit- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  (15-37); 3kalsiýalýuminat  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (15-7); 4kalsily alýumfermit  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  (10-18%).

Gatamada we tutmada Ca gidrosilikat emele gelýär  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  soňra ol  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  çykarýar we  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  öwürýär. Gyzyrmak we dargamada gidrosilikatlar  $540-740^{\circ}\text{C}$  temperaturasynda berkligi birden düşýär. Bu hadysa Ca gidrosilikatyň dargamasy bilen baglydyr.  $1200^{\circ}\text{C}$  we ondan ýokary temperaturalarda sementiň komponentleri doldurujylar bilen özara tasirleşip ýeňil ereýär birleşmeleri emele getirýär, dolduryjy hökminde hromit ulanylsa  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  şekiliň ýokary temperaturalygyny durnuklaşdyrnaga ýardam edýär.

Periklaz sementi howada gataýan baglanyşdyryjy ulanylsa ownuk 60mm ölçegli bölejikli matallurgiki magnezit alynýar. Sement gazanda suwly erginler

MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub> berilýär, ol ýerde MgO dargan ergini emele getirýär. Mg(OH)<sub>2</sub> we 3MgO·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O magnioksihloridi bölup çykarýar. Soňra MgO gidrotasiýa başlaýar (Mg(OH)<sub>2</sub>) emele gelýär. Bu prosesler gatamany esaslandyrýandyr. 800°C we ondan ýokary inçe dispersli periklazy gyzdyrlanda rekristalizasiýanyň netijesinde bişmäni üpjün edýär. Howada gataýan baglanyşdyryjy ereýän aýnaň esasynda natriýsilikaty goşulýar, moduly SiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O 2,6-3 hanyny dykyzlygy 1,36-1,38. Onuň çalt gatamasy üçin Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> goşulýar. Gatama prosesi artykmaç suwy kremniý kislotasynyň geline baglamagyna esaslanýardy, bu täsirleşme



Soňky wagtda odaçydamly betonlaryň tehnologiýasynda alýumo fosfatly baglanyşdyryjylar uly ähmiýetlidir, olaryň ýokary çäkli gulluk temperaturaly 1500-1800°C-deň. Bu baglanyşdyryjylaryň fiziki-himiki tebigy emele gelmeleri şuna esaslanýar. Alýumofosfatly baglanyşdyryjyny almak üçin alýuminiýgidrosyny Al(OH)<sub>3</sub> gaýtadan işlemelidir. 150°C-da bu baglanyşdyryjy gidrotasiýa bolan ukubyny ýitirmeýär we himiki düzüme Al(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> den bolýar. 250-280°C-çenli gyzdyrylsa bu baglanyşdyryjy olary amorf suwadurnukly aýnasyna geçýär, ony soňam gyzdymasyny dowam etseň suwy ýitirýär, A(PO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> düzüme eýe bolýar we soňky netijesinde 1300-1500°C fosfor angidridi ýitirýär, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> meta fosfor aýnasyna Al<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> geçýär. 1500°C-da baglanyşdyryjy ahyrynda konurd emele gelýänçä dargaýar.

Tehnikada oda çydamly betonlaryň alnyşynyň üç usuly bar

1. Baglanyşdyryjy hökmünde dolduryjy üçin öňden sintezlenen alýumofosfor baglanyşdyryjy ulanylýar.
2. Dolduryja girizilýän glinozýom gidraty turşy fosforlary neýtrallaşdyrmak.
3. Turşy fosforlar bilen dolduryjynyň gaýtadan işlemek we olaryň neýtrallaşmasy.

Dolduryjy hökmünde ýokary oda çydamly materiallary ulanmak maslahat berilýär, mundan başgada korund, hromid, hromo magnezit, ýokary glinozýomly oda çydamlylara degişlidir. Dolduryjylary owradylma ýoly bilen alýarlar ýa-da ownadyp we belli bir fraksiýalaryň sanyna baglylykda alýarlar. Inçe däneli dolduryjy barabanly degirmenlerinde we turbaly degirmenlerde alýarlar. Betony beton garyşdyryjyda taýýarlaýar. Glinozýomly sementden ýa-da portlandsementden alynan beton ýedi günden ir bolmadyk wagta gerekli berklige ýetenden soň ýa-da elektrik gyzdymadan geçenden soň guratma iberilýär. Beýleki betonlary üç gün geçmese guradyp başlamaýarlar, peçleri buýrulan düzgüni boýunça gyzdyrýarlar. Bir metr. kub (1m<sup>3</sup>) glinozýomly betonyň düzümine girýär: Sementiň 350kg ýokary glinozýomly kerpiçiň boýundan (urgusyndan) alynan dolduryjynyň ownugyndan we ulusyndan 900kg; 1m<sup>3</sup> hromitli betonda saklanylýar; fosforit unly portlandsementiň 300 kg, inçe üwelen hromityň 600kg (şol sanda 60kg-a çenli magnezit), inçe 1900 kg, we uly 1100kg hromit dolduryjy; suwuk aýnadan ýasalan 1m<sup>3</sup> beton saklaýar. Suwuk aýnanyň 300-350 kg Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>-

18-20 kg, ownuk üwelen magnezit kerpjiň boýuny urgusyny 600, ownugynyň-600 ulusyndan 1150 kg.

Berklik çägi boýunça gysmada betonlaryň şu markalary bar ýagny 100-150 200-250; 300 we 400 bolýar. Berlen temperatura çenli gyzdyrylandan soň beton gysylanda berklik çäginin ululyk gatnaşygy we hromitli ýa-da şamotly dolduryjy glinozýom sementden ýasalan betony guratmadan soň 0,3 minimum (iň pes temperatura 900-1100°C bolanda, goşundyly sowuk aýnadan ýasalan betonlar üçin edil şol bir doldurujylarda 900°C-da 0,65 deň, magnezitli dolduryjyda 1100°C-de 0,2-deň. Bu temperaturalardan has ýokary bolsa bişişme we berkligiň ösmegi başlanýar. Hromitli, hromomagnezitli betonlary pejiň esasy elementlerini ýerine ýetirmek üçin ulanylýar. Metallurgiki magnezitden ýasalan howada gataýan betonlary howa kanallarynda we yzky diwarlarynda ulanyp bolýar. Betonlar portlandsementde we domna peçleriň fundamentynda ulanylýar.

## **2. Oda çydamly doldurylýan massalar örtüjiler. Oda çydamly örtüjiler**

Haçanda peçiň futerowkasynyň aýratyn bölekleri çylşyrymly ýa-da A<sub>3</sub>A uly bolsa dolduryjy massalar ulanylýar. Dolduryjy massalar hökmünde şol bir oda çydamly materiallary belli bir dänelik düzümlü we baglanyşdyryjy goşylan bolan ýagdaýynda ulanylýar. Haçanda dolduryjy massadan ýasalan önüm has pes temperaturalarda gullyk etmeli ýagdaýynda ýeňil ereýän goşundylar şol pes temperaturalarda dolduryjylary berkider ýaly girizilýändir.

Dolduryjy massalar elmydama durnukly göwrüme eýe bolmalydyrlar, bu olaryň esasy talabydyr. Şuňa degişlilikde dänelik düzümini we baglanyşdyryjy mukdaryny saýlap alýarlar. Aýratyn ýagdaýlarda ýakylmada giňelýän minerallary-kwars, kianit, konurd kömekçi hökmünde goşulýar. Dolduryjyny has berk etmek üçin howada gataýan goşundylar-ereýän aýna, alýumofosfat baglaşdyryjy, magnezial sementi goşulýar. Dolduryjy massalaryň däneleriniň ululygynyň çägi 5-3mm aralykda bolup dolduryjynyň ölçeglerine baglydyr. Dolduryjy massany suw bilen ýa-da erginler bilen önünden çyglyndyrýarlar. Käwagt bu massalar taýýar görünüşinde gelýär. Doldurylandan soň peçi haýaljak guradýarlar we uzalyp gidýän düzgün boýunça gyzdyrylýarlar. Dolduryjy massalar elektroerediji induksion peçleriň futerowkasynda, giňden ulanylýar. Mysal üçin, polady eredip çykarýan, käbir reňkli metallary işleýän induksion peçleň turşy futerowkasy. Başdaky bişmäni ýeňilleşdirmek üçin bu massalaryň düzümine 1-1,5% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> goşulýar. Polat erediji elektron pejiň diwaryny doldurmak üçin magnezitli dolduryjy maddalar giňden ulanylýar. Esasy komponent hökmünde magnezit däneleriniň ölçegi 3mm bolup çykyş edýär. Baglanyşdyryjy hökmünde daş kömür smolasy ulanylýar, 7-14% mukdarda, gidratyň çalt gatamagy üçin MgO ulanylýar. Induksion peçleriň futerowka üçin hromo magnezitli massalar hem ulanylýar. Oda çydamly örtüjiler belli bir dänelikdäki dürli oda çydamly materiallaryn poroşoky görünüşinde bolup, baglaşdyrmak üçin özüne dürli goşundylary goşulýar. Bu örtüjileri odaçydamly futerowkanyň üst ýüzüne örtýärler, käbir ýagdaýlarda bolsa el bilen salmak (обмазка) görünüşinde ulanylýar. Oda çydamly örtüjiler az-owlak göwrüm



üýtgemeler guratma wagtynda bolanda, himiki we mehaniki dargamalarynda berkligi bolmagy üçin olar tutujylykly bolmalydyrlar.

Forkretirmek bu örmäniň gulluk wagtyny uzaldýar we bejerilýar örmä ýukajyk çyglandyrylan torkret-massany örtmek prosessidir. Torkret-massa gysylan howanyň akymy bilen çalýarlar. Torkretlemek diňe bejergi däl käbir peçleriň we gurluşlaryň durşuna futerirmekdir. Torkret-massanyň düzümi we däneliligi olaryň gulluk şertleri bejergi geçirýän görnüşi bilen kesgitlenýär. Massanyň düzüminde 2mm azrak ölçegli dolduryjy saklanylýar we inçe fraksiýalaryň 0,2-0,5mm-ň az bolan 50%-de golaýy, himiki baglanyşdyryjy, plastifikator we suw hem bolýar. Plastifikator hökmünde bentonitler ýa-da plastiki oda çydamly toýunlar bolýar, olar goşulanda 5-10%-ti ulanylýar. Himiki baglanyşdyryjy hökmünde 1-15% ereýän aýna, hromatlar, fosfatlar, magniý duzlary, şlaklar we başgalar ulanylýar. Emma bu goşundylary massanyň oda çydamlylyk häsiýeti peselen ýagdaýynda gulluk durnuklylygyny ýokarlandyrmak ýagdaýynda ulanyp bolyar. Mysal üçin, torkret-massa koks peçleriň dinas örtügiň gyzgyn bejergisi üçin şamodyň 93% ýa-da 100%-ni we oda çydamly toýunyň 7% çenli özünde saklaýar. Massany baglanyşdyrmak üçin ortafosfor kislotasynyň gatama suwunyň 10% bolanda ondan 15% mukdary goşulýar.

Marten we elektro ýaýly peçleriň gyzgynly torkretirmek üçin hromomagnezitli massa düzüminde dürli hromitli, hromomagnezitli we magnezitli poroşogy bolan massa ulanylýar. Bu massalaryň düzümine 5-10% golaý plastiki oda çydamly toýun goşulýar. Aýratyn ýagdaýlarda şlak ýa-da okalin hem goşulýar. Torkret-massada dinas örmeli reňkli metal üçin peçlerde dinas boýy ýa-da 5-10% toýunly kwarsit ulanylýar, hromomagnezitli we magnezitli örümi üçin-hromomagnezit kerpiçiň boýy (döwürleri), hromit magdany, magnezit metallurgiki poroşogy ulanylýar. Torkretirme netijesinde peçi saklaman ýokary temoeraturada örümiň bejergisini geçirip bolýar. Takret massanyň üznüksiz hereketli iň gin ýaýran görnüşi-sement-puşka. Torkret-maşyny gury poroşok bilen doldurylýar. Ony soňra sepeleýjiniň lülesinde (сопло) çyglandyryýarlar ýa-da poroşogy maşynda çyglandyryýarlarwe sepeleýjä çyglandyrylýan massa (pulpa) berilýär. Ikinji usulyny esasanam gyzgyn torkretirmesinde ulanylýar. Sowuk torkretirmesinde örmäniň üst ýüzini arassalaýarlar, kä wagat armirirleýärler. Torkret-gatlagyň galyňlygy şu çäklerde 10 - 30mm bolyar. Torkretirmäni esasanam domna peçleri, konwerterleri, çöýün guýygy kowuşlary, termiki gyzdyryjy guýulary, mikserleri bejermekde ulanylýar. Bu bug gazanlary we dürli peçleriň şamotly futerowkasyny goramak üçin hromitli, şamotly, şamot-korundly çalmany, toýunyň 6 % we 3 % ulanylýar, çalmanyň şu görnüşini hem şamotly ýeňilagramyny goramak üçin ulanýarlar.

## **Edebiýat**

1. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow.

Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler, 1-nji tom, Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.

2. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler, 2-nji tom, Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
3. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow. Garsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtydyr. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.
4. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.
5. T.Jürdekow. Ata arzuwyny amala aşyryýan agtyk. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
6. Будникова П.П. Химическая технология керамики огнеупоров М., 1972.
7. Кайнарский Н.С. Процессы технологии огнеупоров М., 1969.
8. Малыкин П.С. Технологии огнеупоров М., 1970.
9. Химическая технология керамики и огнеупоров (под ред. Бурникова П.П., Полубояринова Д.Н. М., Стройиздат, 1972.
10. Бурлаков Г.С. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей. М., "Высшая школа", 1972.
11. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров. М., "Машиностроение", 1963.
13. Булавин И.А. Оборудование керамических и огнеупорных заводов М., "Высшая школа", 1965.

## Mazmuny

Giriş.....	2
1. Oda çydamly materiallaryň klasifikasiýasy.....	4
2. Oda çydamly materiallaryň häsiýetleri	

3. Oda çydamlylyk we dözümlilik .....	6
4. Mehaniki berkligi.....	7
5. Ýokary temperatura çenli gyzdyrylanda agram, ýük astynda daşky görnüşiniň üýtgemegi.....	8
6. Gyzgynlyga durnuklylyk häsiýetleri.....	9
7. Öýjük-öýjükliligi.....	10
8. Temperaturanyň üýtgän wagtynda göwrümiň hemişeligi, durnuklylygy.....	11
9. Oda çydamly materialy işläp çykarmagyň himiki – fiziki häsiýetleri.....	12
10. Oda çydamly materiallaryň termiki häsiýetleri.....	13
11. Türkmenistanyň oda çydamly çig mallarynyň häsiýetnamasy.....	17
12. Gum daşynyň mineralogiki düzümi.....	17
13. Alýumosilikat oda çydamlylar	
14. Alýumosilikat oda çydamlylaryň faza düzümi.....	18
15. Şamot işläp çykarmagyň tilsimaty.....	19
16. Şamot oda çydamly materiallaryň plastik usulda taýýarlanylş usuly.....	22
17. Şamotly oda çydamly materiallary ýarym gury ýagdaýda preslemek.....	24
18. Şamotly ýarym turşy kaolinli oda çydamly materiallar.....	26
19. Köp glinazyomly we korundly oda çydamly materiallar.....	27
20. Oda çydamly materiallaryň himiki we mineralogiki düzümi.....	28
21. Oda çydamly toýunlar we kaolinler.....	29
22. Kaolinleriň suwuklandyrylmagy. guradylanda we bişirilende toýunlaryň kiçelmesi.....	32
23. Dinas oda çydamlylar	
24. Dinas we kwarsly keramika.....	34
25. Kwarsly keramika. Çig mal materiallary.....	35
26. Önümçilikde dinasyň tilsimat prosesi.....	38
27. Oda çydamly magnezitler	
28. Çig mallar materialar.....	44
29. Oda çydamly magnezidiň önümçilikdäki tilsimat prosesi we häsiýeti.....	48
30. Oda çydamly dolamitler	
31. Çig mal materiallar.....	50
32. Önümçilikde hekli we heksiz alynýan oda çydamlylar.....	51
33. Sirkonily oda çydamlylar	
34. Sirkonisaklaýjy çig mallaryň himiki düzümi.....	54
35. Uglerod saklaýjy oda çydamlyla	
36. Uglerod saklaýjy oda çydamlylaryň häsiýet.....	56
37. Grafit-alýumosilikat oda çydamly önümler	
38. Grafit-alýumosilikat oda çydamly önümleriň taýarlaýyşy we ulanylşy.....	58
39. Uglerodly oda çydamlylar.....	60
40. Karboruntly oda çydamly materiallar.....	63
41. Şpinelidli oda çydamlylar we olaryň magnezit bilen baglanşygy	
42. Şpinelli oda çydamlylaryň umumy häsiýety we himiki düzümi.....	64
43. Forsterly oda çydamly	
44. Magnezial silikat jynsly önümleriň häsiýeti.....	68
45. Ýylylyk saklaýjy ýeňil agramly oda çydamly materiallar	

46. Ýylylyk saklaýjy oda çydamly materiallaryň häsiýetleri.....	69
47. Önümçilikde ýeňil agramly oda çydamlylaryň taýýarlanylş usullary.....	70
48. Gaz emele gelme usuly.....	73
49. ýeňil agramly penodinasýň häsiýeti we ulanylşy.....	75
50.Odaçydamly betonlar	
51. Oda çydamly betonlaryň talaplary.....	78
52. Oda çydamly doldurylýan massalar örtüjiler.Oda çydamly örtüjiler.....	80
Edebiýat.....	82
Mazmuny.....	83