

D. Mämmedow, A. Şükürow

GURLUŞYK MATERIALLARY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
Türkmen döwlet neşirýat gullugy
2021

UOK 378:691

M 51

Mämmedow D., Şükürow A.

M 51 Gurluşyk materiallary. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2021.

Okuw kitabynda gurluşyk materiallarynyň dürli görnüşleri, her bir görnüşine mahsus bolan häsiýetleriniň ýüze çykmagynyň sebäpleri, olaryň fiziki-himiki esaslary barada aýratyn durlup geçilýär we materiallaryň gurluşynyň emele gelmegi boýunça gymmatly nazary maglumatlar berilýär.

Okuw kitaby gurluşyk ulgamyna degişli hünärler boýunça bilim alýan talyplara niýetlenip, ondan ugurdaş hünärler boýunça bilim alýan talyplar, gurluşyk ulgamynda işleýän hünärmenler we mugallymlar, şeýle hem aspirantlar peýdalanyp bilerler.

TDKP №93, 2021

KBK 38.3 ýa 73

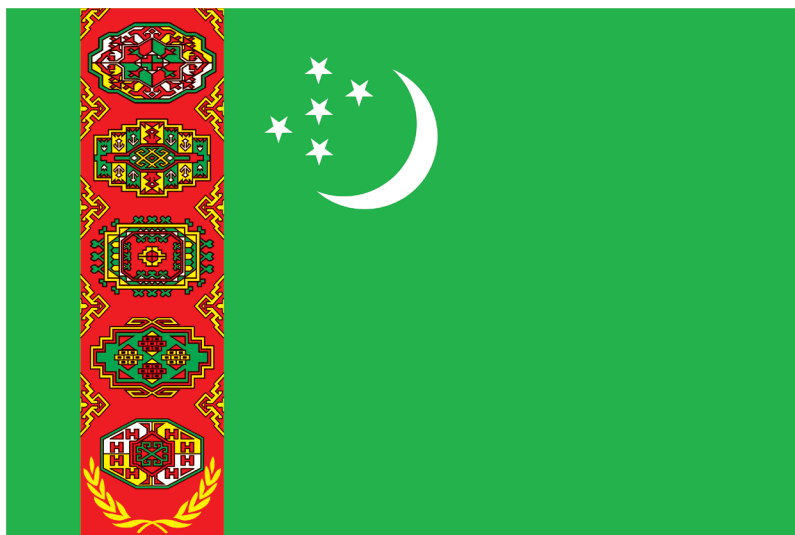
© D. Mämmedow, A. Şükürow, 2021



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

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

Gaýtalama:

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

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

Gaýtalama:

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

GIRIŞ

Gahryman Arkadagymyzyň tagallalary bilen, Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe, ýurdumyz günsaýyn täze ösüslere eýe bolýar. Ähli ugurlar bilen bir hatarda, hormatly Prezidentimiziň parasatly ýolbaşçylygynda Türkmenistanyň gurluşyk we gurluşyk materiallary senagatynda hem uly üstünlikler gazanylýar. Milli Liderimiziň görkezmeleri we tabşyryklary boýunça senagatymyzda, şol sanda gurluşyk materiallary senagatynda täze tehnikalar we tehnologiýalar ýokary depginler bilen önümçilige ornaşdyrylýar. Bu pudakda, ýurt Baştutanymyzyň döredip beren mümkinçiliklerinden peýdalanyň, innowasion tehnologiýalary ulanmak arkaly, önümçiligiň depginini has-da ýokarlandyrylýar. Şonuň üçin materiallar bilen netijeli işlemek, olaryň ygtybarly taslamalaryny işläp taýýarlamak, asyl häsiýetlerine doly göz ýetirmek we arabaglanyşygyna düşünmek üçin, olar giňişleýin öwrenilmelidir. Bu okuw kitabynda materiallaryň berkligi, süýgeşikligi (plastikligi), portlugy, gatylygy, öýjükliligi we beýleki häsiýetleriniň ýüze çykmagynyň nazary esaslary hem-de ol häsiýetleri döredýän fiziki täsirler barada ylmyň soňky gazanan netijeleri boýunça nazary maglumatlar berilýär.

Materiallar öwrenilende, ilkinji bolup, onuň kompozision materiallardan öwrenilip başlanmagynyň sebäbi materiallaryň aýratynlygyny we arabaglanyşygyny nygtamakdan, olary utgaşdyryp ýokary häsiýetli materiallaryň taslamasyny düzmeği öwrenmekden, şeýle hem materiallaryň makroölçeğlerdäki häsiýetleriniň olaryň mikroululyklardaky dürli elektrik täsirlerine baglydygy barada düşüňje almak maksady göz önünde tutulýanlygyndan ybaratdyr. Tebigy we emeli daş materiallaryny öwrenmek, Gurluşyk materiallary dersiniň esasy bölümleriniň biridir. Daş materiallary massasy boýunça gurulýan binalaryň we desgalaryň 85-90 %-ini tutýar. Olar

çagyl, toýun, çäge, kesilýän plitalar, berkidiji we bişirilýän materiallardyr. Ulanylýan daş materiallarynyň esasy bölegi çagyl we portlandsement arkaly taýýarlanylýan betonlardan ybarat bolup durýar. Betonyň artykmaçlyklary bilen bilelikde, mehaniki häsiýetleriniň düýpli kemçilikleriniň bardygy hem hasaplamalar arkaly görkezilýär. Şonuň üçin bu kemçilikleriň demirbetonda bolmazlygy öwrenilýär. Şonuň bilen birlikde, armaturalary demirbetonda amatly usulda ýerleşdirmek boýunça degişli takyk maslahatlar berilýär. Adaty betonlardan başga, ýeňil betonlaryň, gurluşyk erginleriniň, asbestsement önümleriniň, gipsbetonlaryň, silikat (awtoklawda gataýan) materiallarynyň aýratynlyklary öwrenilip geçilýär. Bişirilýän konglomeratlardaky hadysalar hem mineral we organiki betonlardaky ýaly «ýokary temperaturanyň sementi» arkaly subut edilýär. Keramiki materiallarda dolduryjy we berkidiji bölekler aýratyn görkezilýär we önümiň gerekli häsiýetlerini gazanmak üçin işlemeli ugurlary bellenilýär. Aýna materiallarynyň binalarda uly meýdany tutýandygy sebäpli, olaryň görnüşleri we häsiýetleri içgin öwrenilýär. Şeýle hem, bişirilýän materiallardan soňra, metallaryň görnüşleri we häsiýetleri öwrenilýär. Has hem esasy gurluşyk materiallarynyň biri bolan polat giňden öwrenilýär. Konstruksion polat materiallary binalaryň binýadyndan tä üçegine çenli berkligi üpjün edýän önümleriň aýrylmaz bölegidir. Şol sebäpli bu materiallaryň hiline täsir edýän sebäpler, şol sanda himiki düzümini sazlamak, gyzgyn bilen işlemek, korroziýadan goramak we ş.m. ýagdaýlar önümçilik bilen bagly mysallary getirmek arkaly öwrenilýär. Mineral materiallardan soňra, organiki materiallaryň, esasan hem, bitумыň we polimerleriň esasynda taýýarlanylýan materiallaryň düzümi, häsiýetleri, olarda ýüze çykýan dispers ulgamlarynyň aýratynlyklary fizikanyň kanunlary bilen öwrenilýär. Bu materiallaryň arasynda dürli plastmassa önümleriniň gurluşykda esasy orunlary eýeleýändigini sebäpli, olara aýratyn üns berilýär. Bu materiallardan soňra, ýörite häsiýetli materiallar orun tutýar.

Ähli binalaryň, desgalaryň taslamasy, gurluşygy we ulanylmagy degişli gurluşyk materiallarynyň häsiýetleriniň ählitaraplaýyn öwrenilmeginde soňra mümkindir. Kesgitli gurluşyk materiallarynyň mümkinçilikleri, amatlylygy hakyndaky çuňňur düşüňjeler

gurluşykçy hünärmene tehniki we estetiki talaplary kanagatlandyrýan desgalary taslamaga hem-de gurmaga giň ýol açýar.

Ýüze çykarylan iň gadymy jaý 57 müň ýyl mundan öň Afrikada gurlupdyr. Bu öýjagazda diwarlar, gapy, üçek, ýagny häzirki zaman jaýynyň ähli möhüm elementleri bolupdyr. Ilkinji binalarda esasy material saman garylan toýun bolupdyr. Soňraky döwürlerde guradylan we bişirilen toýun kerpiçler giňden ulanylyp başlapdyr. Şonda diwarlaryň berkligini artdyrmak üçin kerpiçleriň arasyna çalynýan palçykda toýnuň, gipsiň, söndürilen hekiň garyndysyny ulanypdylar. Şeýle hem gadymy gidrotehniki desgalarda we beýleki binalarda suw geçirmeýän material hökmünde tebigy bitумыň ulanylmagy ýola goýlupdyr. Materiallar baradaky ylmyň başlangyç döwri toýnuň gurluşynyň bişirmek arkaly üýtgedilip, keramikanyň alynmagyndan başlanypdyr diýip aýtmak bolar.

Ýüzýlylyklaryň geçmegi bilen, binalarda we desgalarda ulanylyan gurluşyk materiallary hem özgeripdir. Öňki döwürlerde ownuk we agyr materiallar öndürilen bolsa, häzirki döwürde, esasan, uly ölçegli we öýjüklü demirbeton önümleriniň, polimer materiallarynyň, gips önümlerinin, sementsiz silikat awtoklaw betonlarynyň, ýylylyk we suw geçirmeýän materiallaryň önümçiligine uly üns berilýär.

Okuw kitabynda gurluşyk materiallary dersi boýunça talyp-lara diňe bir nazary we amaly bilimleri bermek bilen çäklenmän, bu düýpli gurluşyk ylmynyň ylmy-abstrakt kanunlary, onuň ösüşi bilen tanyşdyrmak göz önünde tutulýar. Şunlukda, her bir gurluşyk materialy baradaky differensirlenen bilimleriň çuňlaşdyrylmagy, materiallaryň çylşyrymly we ulgamlaşan bitewüliginde ylmy bilimleriň seljermesini amala aşyrmak göz önünde tutulýar.

1.1. Umumy maglumatlar

Materiallary öwreniş ylmy materialyň düzüminiň, gurluşynyň we häsiýetleriniň baglanyşygyny, şeýle hem olaryň fiziki-himiki, fiziki, mehaniki täsirlerde üýtgemeginiň kanunalaýyklygyny öwrenýär. Gurluşyk materiallaryny öwreniş ylmy amaly häsiýetli fundamental ylym bolup, gurluşyk materiallary we önümleri barada zygyder ösýän bilimleriň ulgamydyr. Gurluşyk materiallarynyň dürli görnüşleriniň öndürilişi, hil görkezijileri, saklamagyň we ulanmagyň usullary hakynda ýeterlik bilim bolmadyk ýagdaýynda, binalary, desgalary taslamak, gurmak, durkuny täzelemek, bejergi işlerini geçirmek mümkin däldir.

Binalaryň we desgalaryň gurluşyndaky her bir material, ol ýa-da beýleki ýükleri kabul edýär hem-de daşky gurşawyň täsirine sezewar bolýar. Ýükler materialda deformasiýalary we içki dartgynlyklary döredýär, şol sebäpli binalaryň, desgalaryň taslamasynda ulanylýan materiallaryň berklik hem-de deformasiýa häsiýetleriniň takyk häsiýetnamalary talap edilýär.

Berkligiden başga, gurluşyk materiallarynyň durnuklylygy, ýagny daşky gurşawyň fiziki we himiki täsirine ýeterlik garşylygy bolmalydyr. Bu täsirlere howa, onuň düzümindäki buglar we gazlar, suw hem-de onda ereýän jisimler, temperaturanyň, çyglylygyň üýtgäp durmagy, aýazyň köp gaýtalanýan doňmagynyň, eremeginiň täsiri, gyzgynyň täsiri, himiki işjeň maddalar bolan kislotalaryň, aşgarlaryň täsirleri degişlidirler.

Ähli gurluşyk materiallary **niýetlenilişi**, materialyň **görnüşi** we **alnyş usuly** boýunça toparlara bölünýärler.

Materialyň desgalarda işleýiş şertlerine baglylykda, olary **niýetlenilişi** boýunça iki topara bölmek bolýar.

Birinji toparyny ýük götermäge ukyply materiallar düzýärler. Olara tebigy daş materiallary, emeli daş materiallary, mineral çig mallary termik işlemek arkaly alynýan materiallar, konstruksiýa plastmassalar, tokaý materiallary degişlidirler.

Ikinji topar bolsa, ýörite maksatly materiallary özünde jemleýär. Bu maksatlara konstruksiýany gurşawyň zyýanly täsirinden goramak, binalaryň ulanylyş häsiýetlerini ýokarlandyrmak we rahatlyk döretmek, ýylylyk geçirmeýän, akustiki, suw geçirmeýän, basyrgylyk, korroziýa durnuklylyk ýaly ýörite maksatlar degişlidirler.

Görnüşleri boýunça gurluşyk materiallary emeli we tebigy daş materiallaryna, metallara, polimerlere, keramiki materiallara, aýna materiallaryna, tokaý materiallaryna hem-de ş.m. toparlara bölünýärler.

Alynýan usuly boýunça materiallar **tebigy** we **emeli** toparlara bölünýärler.

Tebigy gurluşyk materiallary, tebigy emele gelen ýerlerinde gazylyp alynýar (dag jynslary) ýa-da ösýän ýerinde kesilip alynýar (agaç materiallary). Gurluşykda bu materiallar, köplenç, täzeden işlenilenden soň ulanylýar. Tebigy materiallaryň düzümi, häsiýetleri, esasan, asyl jynslaryň emele gelşine we olaryň täzeden işlenilişine baglydyr. **Emeli** gurluşyk materiallary tebigy mineral we organiki çig mallardan taýýarlanylýar. Emeli usulda alynýan materiallar asyl häsiýetlerinden tapawutly, täze häsiýetlere eýe bolýarlar.

Islendik materialyň häsiýetlerini onuň düzümini we gurluşyny üýtgetmek arkaly giň çäklerde sazlamak bolýar.

1.2. Materiallaryň düzümi

Gurluşyk materiallary **himiki, mineralogik** we **faza** düzümleri bilen häsiýetlendirilýär. Düzümiň görnüşi, esasan, ulanylýan çig malyňa baglydyr.

Materialyň himiki düzümi, onuň oda durnuklylygy, biodurnuklylygy, mehaniki we beýleki tehniki häsiýetleri barada netije çykarmaga mümkinçilik berýär, organiki däl maddalaryň himiki düzümini oksidleriň mukdary bilen (%-de) görkezmek amatly bolýar. Özara

himiki baglanyşykda bolan esas we kislota oksidleri, materialyň häsiýetlerini kesgitleýän minerallary emele getirýärler.

Materialyň mineral düzümi berkidiji maddada ýa-da daş materialynda minerallaryň görnüşini we mukdaryny kesgitleýär. Mysal üçin, portlandsementde üçkalsili silikatyň ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) mukdary 45–60%, özi hem ol mineral köp boldugyça sement daşynyň berkligi artýar.

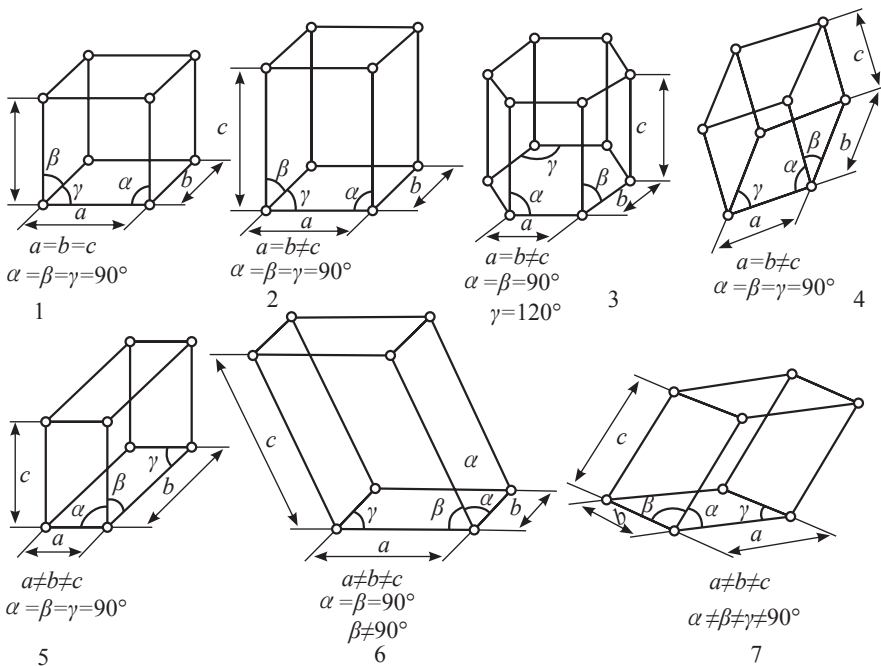
Minerallar tebigy ýa-da önümçilikdäki fiziki-himiki prosesleriň önümleri bolup, himiki düzümi we fiziki häsiýetleri boýunça, umuman, birmeňzeş, gurluşy boýunça hususlaşdyrylan maddalardyr.

Materialyň faza düzümi «karkasy» bolan gaty bölümi hem-de howa we suw bilen doly bolan öýjükleri bilen kesgitlenilýär. Şu ulgamyň komponenti bolan suw doňanda, öýjüklerde emele gelen buz materialyň mehaniki we termomehaniki häsiýetlerini üýtgedýär. Öýjüklerde doňýan suwuň göwrüminiň ulalmagy içki dartgynlyklary döredip, doňmagyň we eremeğiň gaýtalanmagy netijesinde materialyň weýran bolmagyna getirip bilýär. Fazalar gomogen (birmeňzeş) we geterogen (birmeňzeş däl) görnüşlerde bolýarlar.

1.3. Materiallaryň gurluşy

Materiallaryň **makrogurluşy** optiki abzalsyz, **mikrogurluşy** optiki abzallar bilen, **maddalaryň içki gurluşy**, ýagny molekulýar-ion derejesindäki gurluşy bolsa rentgen analizi usullary, elektron mikroskoplary we ş.m. usullar arkaly öwrülýär.

Gurluşyk materiallarynyň makrogurluşy **dykyz** (aýna, adaty betonlar, käbir keramiki önümler we ş.m.), **öýjükli** (gazbetonlar, keramzit we ş.m.), ownuk öýjükli (diwarlyk keramiki kerpiçler we başg.), **süýümlü** (agaç, mineral pamyklar, aýnaplastika we başg.), **gatlakly** (slanesler, tekstolit we başg.), **gowşakdäneli** (çagyllar, çägeler, daneli, külke materiallar we başg.) görnüşlerde bolýarlar. Ol görnüşler materialyň we önümiň alnyşynyň tehnologiýasyna baglydyrlar. Mysal üçin, şol bir çig maldan—toýundan tehnologiýany üýtgetmek arkaly örtgülik dykyz plitajyklary, ownuk öýjükli diwar kerpijini ýa-da öýjükli keramzit materialyny öndürmek bolýar.



1-nji surat. Elementar öýjükleriň ýedi ulgamy (singoniýalary):

1 – kub; 2 – tetragonal; 3 – geksagonal; 4 – romboedr; 5 – romb; 6 – monoklin (bir pahnalý); 7 – triklin (üç pahnalý)

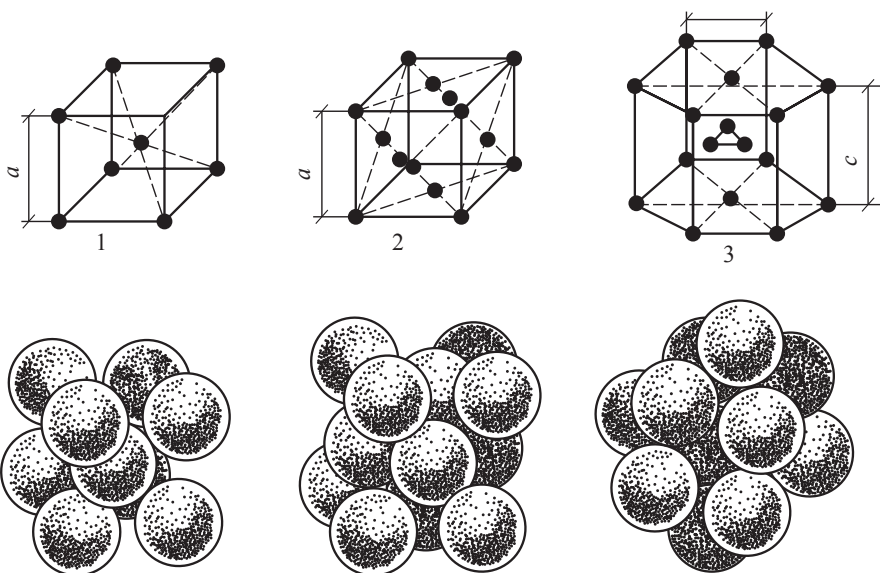
Mikrogurluşy boýunça, materiallar **kristal** ýa-da **amorf** görnüşinde bolýarlar. Köplenç, kristal we amorf görnüşler şol bir maddanyň dürli ýagdaýyny emele getirýärler. Muňa mysal edip, kristal kwarsy we kremniýeriň dürli amorf görnüşlerini görkezme bolýar. Kristal gurluş hemişe has durnuklydyr (1-nji surat).

Kwars çägesi bilen hekiň arasynda täsirleşme döretmek üçin silikat kerpijiniň tehnologiýasynda, 175°C -dan ýokary temperaturada we $0,8\text{ MPa}$ -dan pes bolmadyk basyşda awtoklawda işlenýär. Tebigatda duş gelyän opal atly amorf mineral bolsa, suwly gurşawda hek bilen kadaly temperaturada ($15\text{--}25^\circ\text{C}$ -da) kalsiý gidrosilikatyny emele getirýär. Munuň sebäbi, amorf maddalaryň himiki işjeňliginiň kristallaryňka garanynda ýokarylygyndadyr. Bu hadysalaryň energetiki sebäpleri bardyr. Kristalyň düzümünde atomlaryň tertipli

ýerleşmegi, olaryň özara baglanyşyklarynyň sanyny aňryçäk ýagdaýa çenli köpeltmegine mümkinçilik berýär, bu bolsa maddanyň içki energiýasynyň peselmegine getirýär. Kristal maddalaryň gurluşy termodinamiki tarapdan has durnuklydyr. Kristal stukturasynyň emele gelmegi, atomlaryň biri-birine görä in pes potensial energiýasy bolan nokada ymtylýanlygyndadyr we bu hadysa materialyň suwuk haldan gaty hala geçmegi netijesinde, has işjeň ýagdaýda bolup geçýär.

Kristallaryň simmetriýa derejesiniň dürli-dürlüligi, olardaky tekizlikleriň, ok merkezleriniň we olardaky simmetriýalaryň dürli utgaşmalary bilen düşündirilýär, ol utgaşmalar 32 sany bolup, kub, tetragonal, geksagonal, romboedr, romb, monoklin (bir pahnaly) we triklin (üç pahnaly) ýaly 7 sany ulgamlara (singoniýalara) jemlenýärler. Bu ulgamlaryň ählisini aşakdaky üç sany esasy görnüşiniň (2-nji surat) üsti bilen aňlatmak bolýar:

- 1) göwrüme-merkezleşen kub;
- 2) grana-merkezleşen kub;
- 3) geksagonal dykyz ýerleşen.

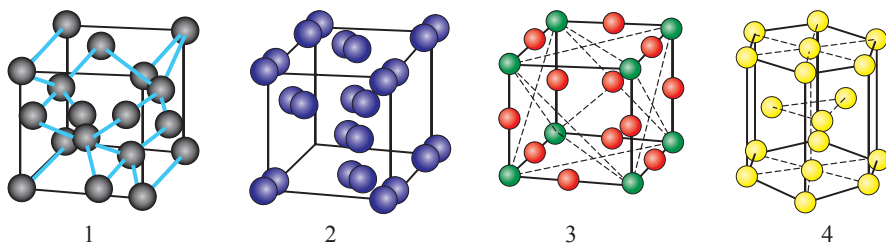


2-nji surat. Esasy kristal gözenekler:

1 – göwrüme-merkezleşen kub; 2 – grana-merkezleşen kub;
3 – geksagonal dykyz ýerleşen

Kristallaryň ählisi şu ýokarda görkezilen görnüşlerden ýa-da olaryň utgaşdyrylan ýagdaýyndan ybaratdyr. Kristalda atomlaryň merkezleriniň arasyndaky aralyk, gözenegiň parametri diýlip atlandyrylýar we angstromlarda Å ($1\text{Å} = 10^{-8}\text{ sm}$) ölçenilýär.

Kristal maddalaryň häsiýetleri, esasan, ony düzýän bölejikleriň özara baglanyşygy bilen kesgitlenilýär. Bölejikler boýunça we olaryň özara baglanyşygy boýunça: **atom** kristallary, **metal** kristallary, **ionly** kristallar we **molekulýar** kristallar ýaly kristallaryň dört görnüşini tapawutlandyrmak bolar (3-nji surat).



3-nji surat. Kristaldaky baglanyşyklaryň görnüşleri:

1 – atom baglanyşygy (almaz); 2 – molekulýar baglanyşyk (iod);

3 – ion baglanyşygy (galit); 4 – metal baglanyşygy (magniy)

1.3.1. Atom kristallary

Birmeňzeş atomlaryň arasyndaky himiki baglanyşyklar, iki atomyň arasynda umumy elektron jübüdiniň emele gelmegi bilen, berk kowalent baglanyşygynyň esasynda döreyärler. Bu kristallar adatça, özboluşly häsiýetleri bilen tapawutlanýarlar: eremesi, işläp bejermesi kyn, elektrik toguny geçirmeýärler we ş.m. Atomlaryň pugta tertipleşen görnüşde ýerleşmegi sebäpli, kristallaryň reňki dury bolýar.

Atom kristallary gatylygynyň ýokarylygy bilen tapawutlanýarlar. Bu kristallaryň nusgawy wekili, iň gaty mineral bolan almaz.

Iki elementden ybarat käbir birleşmeler (kwars, korund, karbidler, nitridler we başg.) hem özara kowalent baglanyşygyny emele getirýärler.

1.3.2. Metal kristallary

Metallar beýleki ion kristal gurluşly maddalardan süýgeşikligi bilen tapawutlanýar. Bu häsýetiň bolmagy, metal baglanyşygynyň ugrukdyrylan dældigi bilen düşündirilýär. Şol sebäpli atomlar baglanyşygy üzmän, täze ýeri eýelemäge ukyplydyrlar. Şeýle hem köp metallaryň ereme temperaturasy ýokary bolmaýar. Metallaryň eremezligi we gatylygy, olaryň atomlarynyň arasynda metal baglanyşygyndan başga atom baglanyşygynyň bardygy hakynda habar berýär. Atom baglanyşygy metallarda, köplenç, garyndylaryň hasabyna peýda bolýar. Metallaryň düzümünde erkin elektronlaryň mukdarynyň ýokary bolmagy, olaryň elektrik geçirijiligini, reňkiniň dury bolmazlygyny we ýylpyldamagyny üpjün edýär.

1.3.3. Ion kristallary

Metal ion kristallaryndan tapawutlylykda, «hakyky» ion kristallary gaty we port bolýarlar. Olaryň portlugy, ion süýşende, birmeňzeş zarýadly ionuň iteklemegi garşylykly ionlaryň dartmagyndan artykmaç gelyändigini bilen düşündirilýär. Ion kristallarynyň elektrik deňagramly ýagdaýda bolýandygy sebäpli, olar gaty ýagdaýynda elektrik toguny geçirmeýärler. Ýöne olar eredilende, daşky elektrik meýdanynyň ugruna hereketlenmäge mümkinçilikleri bolýar we ion elektrik geçirijiligi döreýär.

Ion birleşmelerinde biri-biri bilen has ýakyn baglanyşan jübüt ionlary (molekulany) tapawutlandyrmak mümkin däl. Şol sebäpli bu kristallarda (mysal üçin, NaCl) belli bir molekula bilen kybaplaşdyryp boljak aýratyn jübüt ionlar bolmaýar. Arassa ion birleşmesinde, atom baglanyşygyndan tapawutlylykda, her bir ion, elektrik zarýady hökmünde, garşylykly zarýadlanan ionlaryň çäklendirilmedik köp sanlysyny özüne dartýar. Diňe garşylykly ionlaryň özara itekleşmegi, olaryň töweregindäki ionlaryň sanyny çäklendirýär.

Bellemeli zat, kondensirlenen ýagdaýyndaky (suwuk we gaty halyndaky) ion birleşmelerinde aýratynlykda molekula bolmaýar, se-

bäbi bularda ähli ionlar elektrostatiği dartyşma bilen baglanyşyklydyr. Bu maddalaryň ergin ýa-da gaty ýagdaýynda himiki formulasy, mysal üçin, natriý hloridiniňki, (Na^+Cl^-) görnüşinde ýazylmalydyr, bu ýerde x – bu duzuň aýratyn kristalynda, onuň ölçeglerine görä üýtgeýän, ähli ionlaryň mukdaryny görkezýän örän uly sany aňladýar. Emma ýönekeýleşdirmek üçin ion birleşmeleriniň formulalary molekulýar formulalar ýaly (NaCl) ýazylyar.

Ion kristallarynyň ýokary ereme temperaturasy, ion baglanyşyklarynyň ýokary energiýasy bilen düşündirilýär. Has hem, maddalaryň düzüminde ölçegleri boýunça uly bolmadyk, ýokary zaryadly ionlar bolanda, güýçli elektrostatiği özara täsiriň hasabyna eremesi kyn materiallar emele gelýär. Ion-dipol özara täsiriniň hasabyna ionlar başga maddalaryň polýar molekulalaryny özüne çekip bilýärler. Şol sebäpli ion kristallary polýar suwuklyklarda gowy ereýärler.

Gurluşyk materiallarynyň arasynda häli-şindi duşýan çylşyrymly kristallarda (kalsit, meýdan şpatlary) hem kowalent, hem ion baglanyşygy bolýar. Bu materiallaryň häsiýetleri dürli-dürlüdir. Mysal üçin, meýdan şpatlarynyň ýeterlik ýokary berkligi we gatylygy bolýar, kalsitiň ýeterlik berkligi bolsa-da, gatylygy pes bolýar.

1.3.4. Molekulýar kristallar

Bu kristallaryň gatylygy ýokary bolmaýar. Molekulalaryň arasyndaky güýjüň energiýasynyň az bolmagy sebäpli, olaryň ereme temperaturasy, köplenç, $100\text{--}200^\circ\text{C}$ -dan pes bolýar. Zynjyrlý we gatlakly gurluşy bolan molekulýar kristallaryň ereme temperaturasy ýokary bolýar.

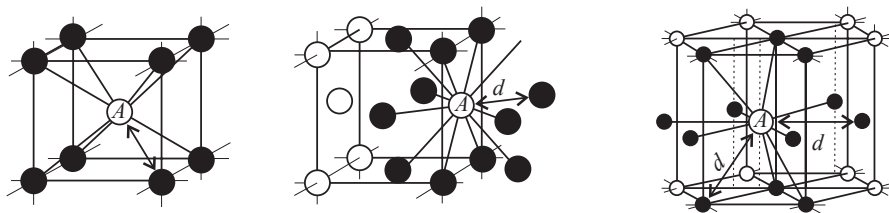
Molekulýar kristallar gowy ereýjidirler, ýöne eredijiniň saýlanylyşy maddanyň molekulalarynyň tebigatyna baglydyr we köne empiriki düzgüne gabat gelýär: her zat özüne meňzeş zatda ereýär. Diýmek, polýar molekulalardan ybarat madda polýar eredijilerde gowy ereýärler we tersine, polýar däl molekulalar polýar däl eredijilerde gowy ereýärler.

Molekulýar kristallar jebis ýerleşen, özara täsirleşýän, kristallaryň düwünlerinde ornaşan, durnukly molekulalardan ybarat bolan ulgamlardyr. Bu kristallarda molekulalar wanderwaals¹ güýçleriniň hasabyna saklanýarlar. Wanderwaals güýçleriniň ýüze çykmagy molekulalaryň polýar häsiýetleri sebäpli mümkin bolýar. Molekulalaryň polýarlygy, olarda atomlaryň we ionlaryň arasynda baglanyşyk döredýän elektronlarynyň simmetrik ýerleşmeýändigini sebäpli, garşylykly zaryadlanan elektrik polýuslarynyň döredýändigini aňladýar. Molekulanyň polýarlygy, onuň dipolynyň elektrik momentine baglydyr.

Silikatlaryň çylşyrymly gurluşy, olaryň beýleki molekulýar kristallardan aýratynlyklaryny şertlendirýär. Olar süýümlü zynjyrlary, plastina şekilli, göwrümlü torlary emele getirýärler. Bu gurluşlar umumy depeleri bilen (umumy kislorod atomlary bilen) bagly bolan tetraedrlerden SiO_4 düzülýärler. Munuň özi, olary organiki däl polimerler diýip hasap etmäge esas berýär.

Kristal emele getiriji atomlaryň, ionlaryň, molekulalaryň biri-biri bilen täsirleşýän sanyna **baglanyşyk sany** diýilýär. Bölejikleriň dykyz ýerleşmegini şarlaryň özara ýerleşmegi bilen deňeşdirmek bolar. Birmeňzeş ölçegdäki şarlaryň her biri töweregindäki 12 sany şar bilen degişýär. Diýmek, baglanyşyk sanynyň aňryçäk bahasy 12-den geçip biljek däl eken.

Hakyky kristallarda bular ýaly ýokary baglanyşyk görkezijisi, bölejikleriň öz aralarynda gönükdirilmedik we doýgunlaşmadyk baglanyşyklary emele getirýändigleri barada şaýatlyk edýär.



4-nji surat. Kristallardaky baglanyşyk sany

¹ Molekulalaryň arasyndaky baglanyşyklary, golland alymy Wan-der-Waals kesgitleýär.

Mg, Cu, Ag, Au, Al, Pb we şuňa meňzeş metallarda we inert gazlarda atomlaryň baglanyşyk sany 12-ä deňdir. Ion kristallarynda baglanyşyk sany pesräk bolýar. Metallaryň hem köpüsinde b.s. 8-den uly bolmaýar (4-nji surat). Atom kristallarynda (mysal üçin, almazda) b.s. adatça, 4-den ýokary bolmaýar.

1.3.5. Allotropiýa we polimorfizm

Şol bir madda, daşky şertleriň üýtgemegine görä, dürli kristal gurluşyna eýe bolup biler. Bu hadysa **polimorfizm** (latynça–köpgörnüşli diýmegi aňladýar) diýilýär. Temperatura we basyş, maddalaryň bölejikleriniň giňişligi dolduryşyna täsir edýär. Temperaturanyň peselmegi we basyşyň artmagy dykyz gurluşyň emele gelmegine, ýagny baglanyşyk sanlarynyň 12-ä çenli ýokarlanmagyna getirýär. Temperaturanyň artyp, basyşyň peselmegi bolsa tersine, gowşak gurluşyň emele gelmegine we baglanyşyk sanlaryň kiçelmegine getirýär. Maddanyň bölejikleriniň arasynda gönükdirilmedik baglanyşyklaryň bolmagy, polimorfik özgermeler üçin amatly şertleri döredýär.

Polimorfizm diňe gaty jisimiň gurluş özgermesini öz içine alyp, allotropiýanyň hususy ýagdaýydyr. **Allotropiýa**–bu has giň düşünje bolup, onda diňe bir kristallaryň dürli görnüşlerde bolmagy däl-de, elementiň dürli modifikasiýalarda (meselem, dürli molekulýar gurluşly) bolmaga ukyplylygy hem göz önünde tutulýar.

1.3.6. Amorf maddalar

Her bir material üçin sowamagyň kritiki tizligi bolýar. Eger materialyň sowama tizligi kritiki tizlikden ýokary bolsa, atomlar ýa-da birleşmeler gurluşda, öz kesgitli nokatlaryny eýeläp ýetişmeýärler we gaty maddanyň düzümi bitertip ýagdaýda emele gelýär. Tebigatda duş gelýän amorf maddalar bitertip ýerleşen atomlardan we kristallitlerden (bölejikleriň ýerleşişiniň ýakyn tertibinden) ybaratdyr. Ol maddalarda atomlaryň ýa-da ionlaryň özara baglanyşygy ýeterlik

bolmaýar. Şol sebäpli ol ulgamlaryň umumy içki energiýasy kristal maddalaryňkydan has ýokary bolýar. Amorf maddalar faza ýagdaýy boýunça suwuklyklara has ýakyndyr. Gurluşyk işlerinde, amorf maddalaryň bu aýratynlyklary gadymy döwürlerden bäri ulanylýar.

1.4. Materiallaryň düzümini we gurluşyny öwrenmegiň fiziki-himiki usullary

Materiallaryň häsiýetleri, esasan, olaryň düzümine we gurluşyna bagly bolýar. Materiallaryň gurluşynyň emele gelmegi mikro we molekulyar-ion derejesinde öwrenilýär.

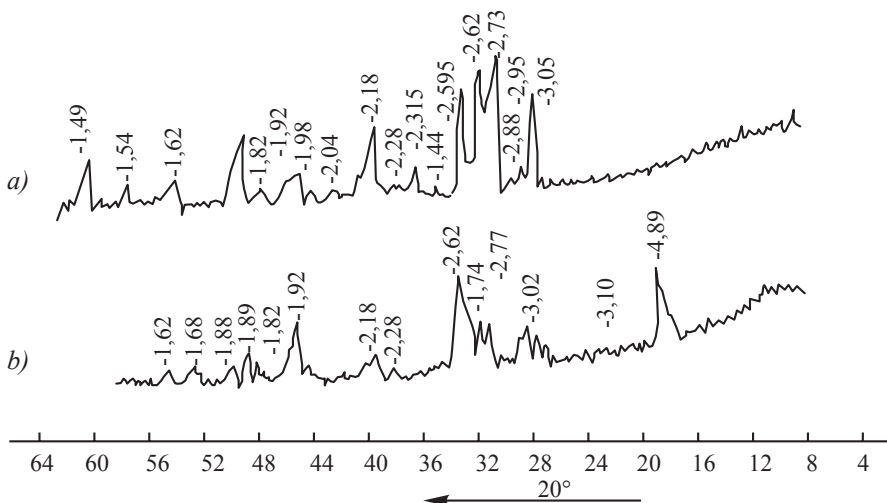
Analiziň giňden ulanylýan fiziki-himiki usullarynyň birnäçesine garap geçeliň.

Petrografik usul bilen sement klinkeriniň, sement daşynyň, betonlaryň, aýnalaryň, keramikanyň we ş.m. materiallaryň gurluşy öwrenilýär. Ýagtylyk mikroskoplarynda materialyň içki gurluşy bilen kesgitlenýän, oňa mahsus bolan ýagtylyk döwüjiliginiň görkezijileri, oklulygy, optiki belgisi, reňki we ş.m. esasy optiki häsiýetleri ýüze çykarylýar. Bu usulyň birnäçe modifikasiýasy bolup, olarda materiallaryň külkesi ýa-da ýylmanan şliffleri ulanylýar. Bu barlaglarda polýarlaşdyryjy mikroskoplar ulanylýar.

Elektron mikroskoplarynyň kömegi bilen aýratyn submikroskopik kristallaryň görnüşini we ölçeglerini, kristallaryň ösüşüni we bozulmagyny, diffuziýa proseslerini, termik işlenilende we sowadylanda bolup geçýän faza öwrülişiklerini, deformasiýanyň we döwürleşmegiň mehanizmini öwrenmek bolýar.

Häzirki zaman elektron mikroskoplarynyň peýdaly ulaltmasy 300 000-e barabardyr. Bu bolsa 0,3-0,5 nm ölçegdäki bölejikleri görmäge mümkinçilik berýär. Kiçi bölejikleriň dünýäsine beýle çuňňur aralaşmak, mikroskoplarda elektron şöhleleriniň ulanylmagy bilen mümkin boldy.

Rentgen-grafiki analizde maddanyň düzümi we gurluşy bu maddada rentgen şöhleleriniň difraksiýasyny barlaglaryň üsti bilen öwrenmek arkaly kesgitlenýär (5-nji surat).



5-nji surat. Nusgalaryň rentgenogramması:

a) sementiňki; b) sement daşynyňky

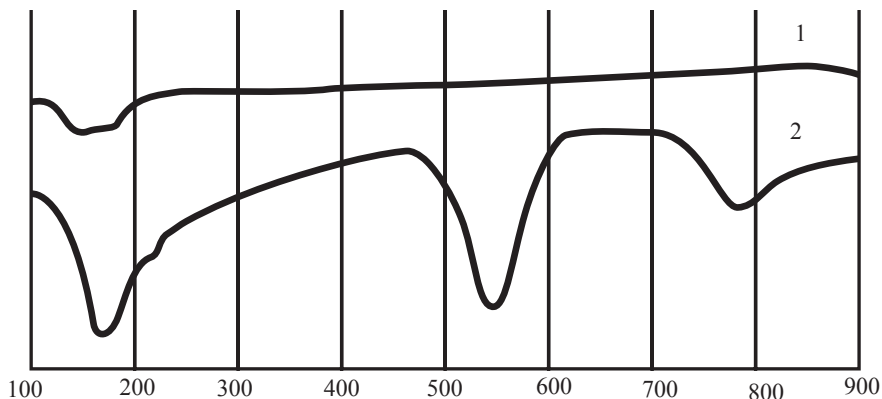
Rentgen şöhleleri gysga tolkunly elektromagnit yrgyldylary (tolkun uzynlygy $0,05-0,25 \cdot 10^{-9} m$). Bu tolkunlaryň uzynlygy atomlaryň aralygy bilen deňräk bolany sebäpli, olar rentgen şöhleleri üçin tebigy difraksion gözenek bolup hyzmat edýärler.

Her bir kristal madda, rentgenogrammada özüne mahsus bolan çyzyklarynyň toplумы bilen häsiýetlendirilýär. Polimineral nusgalaryň külkeleriniň rentgenogramması, düzüji minerallaryň rentgenogramması bilen ýa-da tablisa görkezijileri bilen deňeşdirilýär.

Rentgen analizi çig maly we önümi barlamak üçin, tehnologik proseslere gözegçilik etmek üçin we şikesleri ýüze çykarmak üçin ulanylýar.

Differensial-termik analiz materiallaryň mineral-faza halyny kesgitlemek üçin ulanylýar. Bu usulyň artykmaç tarapy materialda bolup geçýän faza öwrülişiklerine bu öwrülişikleriň ýylylyk effektleri boýunça baha bermegiň mümkinligindedir.

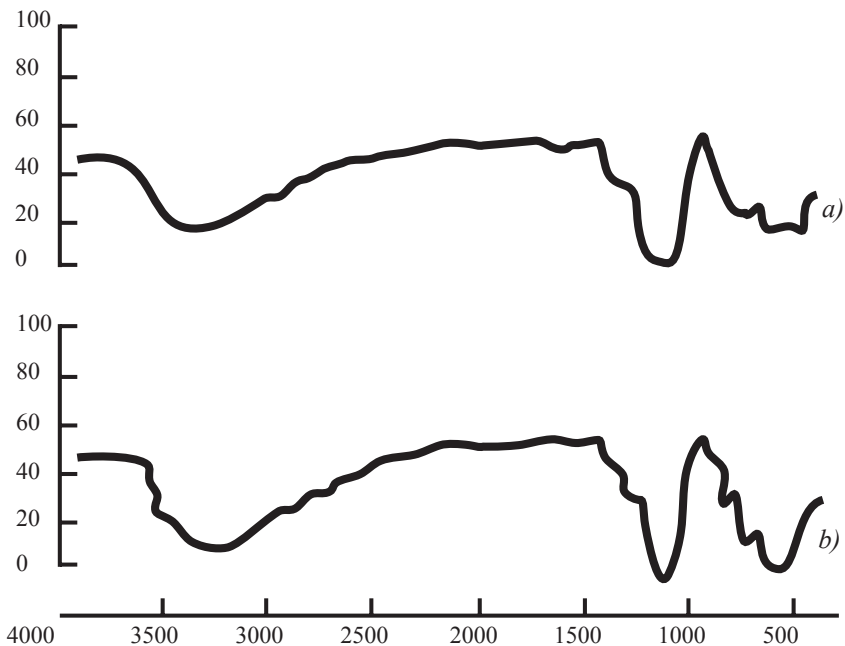
Maddanyň fiziki we himiki öwrülişiginde ondan ýylylygyň bölünip çykmagy ýa-da oňa ýylylygyň siňdirilmegi mümkindir. DTA-nyň



6-njy surat. Sementiň termogramması:

1) gidratlaşmadyk; 2) 7 güniň dowamynda gidratlaşan

abzallaryna deriwatograflar diýilýär (6-njy surat). Deriwatografyň termogrammasynda endotermik prosesler çuňluklary, ekzotermik prosesler beýiklikleri görkezýärler.



7-nji surat. Siňdirilýän infragyzyly spektrler:

a) goşundysyz sement daşynyňky; b) goşundyly sement daşynyňky

Spektral analiz maddalaryň spektrlerini öwrenmek arkaly olaryň hiline we mukdaryna baha bermekdir (7-nji surat). Gurluşyk materiallary öwrenilende, esasan, infragyzylyk spektroskoplar ulanylýar. Infragyzylyk spektrler atomlaryň yrgyldy energiýasy bilen hem-de molekullaryň aýlanma energiýasy bilen baglydyrlar we atomlaryň toparlaryny, utgaşygyny kesgitlemek üçin häsiýetlidirler.

Bu görkezilen usullardan başga hem, maddalaryň ýörite häsiýetlerini ýüze çykarmaga mümkinçilik berýän birnäçe usullar ulanylýar. Olar ähli materiallaryň diýen ýaly giňişleýin analizini geçirmäge mümkinçilik berýärler.

1.5. Materiallaryň halynyň parametrleri

Hakyky dykzylyk ρ (kg/m^3) absolýut dykzylyk materialyň göwrüm birligine düşýän massasydyr. Eger materialyň massasy m bolsa, dykzylyk ýagdaýyndaky (öýjükler, boşluklar hasaba alynmaýar) gaty maddanyň göwrümi V_g bolsa, onda:

$$\rho = m/V_g.$$

Ortaça dykzylyk materialyň boşluklarynyň we öýjükleriniň hasaba alnandaky göwrüm birliginiň massasydyr $\rho_o = m/V$. Gurluşyk materiallarynyň aglabasy öýjükli bolýar. Öýjükli materialyň göwrümi, gaty maddanyň V_g we öýjükleriň V_o göwrümleriniň jemine deňdir.

$$V = V_g + V_o$$

Sepeleme dykzylyk ρ_s sepelenen (guýlan) materiallaryň erkin (dykzylyklydymadyk) ýagdaýyndaky göwrüm birliginiň massasydyr.

Otnositel dykzylyk d materialyň dykzylygyny suwuň dykzylygyna görä aňladýar (ölçegsiz ululyk).

1.6. Materiallaryň gurluş häsiýetnamalary

Öýjükli materiallar umumy, açyk we ýapyk öýjüklilik boýunça tapawutlanýarlar.

Öýjüklilik materialyň göwrümindäki öýjüklüriň mukdaryna baglydyr:

$$\ddot{O} = V_o/V.$$

Materialyň öýjükliligi göwrüminiň (göwrümi 1 kabul edip ýa-da % hasabynda) paýynda görkezilýär. Gurluşyk materiallarynyň öýjükliligi 0-dan–98 %-e çenli giň çäklerde üýtgeýär.

Materialyň göwrüminiň gaty madda bilen dolulygyna dykzlyk koeffisiýenti diýilýär:

$$K_d = \rho_o/\rho.$$

Açyk öýjüklilik \ddot{O}_a suw bilen dolýan öýjüklüriň materialyň göwrümüne V gatnaşygyna deňdir:

$$\ddot{O}_a = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot \frac{1}{p},$$

bu ýerde m_1 we m_2 degişlilikde nusganyň gury we çyg halyndaky massasy.

Materialyň açyk öýjüklüri gurşaw bilen gatnaşykda bolýarlar. Şol sebäpli bu materiallaryň öýjüklüri adaty suwly şertlerde suwdan dolýarlar (mysal üçin, suwly wannada). Açyk öýjüklüri materialyň suw aralaşmasyny we suw siňdirijiligini artdyrýarlar, bu bolsa materialyň doňaklyga durnuklylygyny peseldýär.

Ýapyk öýjüklilik \ddot{O}_y umumy we açyk öýjükliligiň tapawudyna deňdir:

$$\ddot{O}_y = \ddot{O} - \ddot{O}_a.$$

Öýjüklüri material adaty, özünde hem açyk, hem ýapyk öýjüklüri jemleýär. Açyk öýjüklüri azaldylyp, ýapyk öýjüklüriň köpeldilmegi, materialyň uzak ömürliligini üpjün edýär. Ýöne akustiki materiallarda we önümlerde, ses energiýasyny siňdirmek üçin, ýörite açyk öýjüklilik we perforasiýa döredilýär.

Materialyň ähli häsiýetleri, onuň düzümi we gurluşy bilen, has hem öýjüklilik häsiýeti bilen kesgitlenilýär. 1-nji tablisadan görnüşi ýaly, ýakyn himiki düzümlü materiallaryň häsiýetleri, dykzlyklarynyň tapawudy sebäpli düýpli tapawutlanýarlar.

Birnäçe gurluşyk materiallarynyň dykzlygynyň, öýjükliliginiň we ýylylyk geçirijiliginiň görkezijileri (ortaça derejeler).

Materialyň ady	Hakyky dykzlyk, g/sm^3	Ortaça dykzlyk, g/sm^3	Öýjüklilik, %	Ýylylyk geçirijilik, $Wt/m^{\circ}C$
Beton:				
agyr	2,6	2,4	10	1,16
ýeňil	2,6	1	61,5	0,35
öýjükli	2,6	0,5	81	0,2
Kerpiç:				
adaty	2,65	1,8	32	0,8
boşlukly	2,65	1,3	51	0,55
Tebigy daşlar:				
granit	2,7	2,67	1,4	2,8
pemza	2,7	1,40	52	0,5
mineral pamyk	2,7	0,30	85	0,07
Aýna:				
penjirelik	2,65	2,65	0,0	0,5
köpürjikli aýna	2,65	0,30	88	0,03
Polimer materiallary:				
aýnaplastika	2,0	2,0	0,0	0,5
mipora	1,2	0,015	98	0,03
Agaç materiallary:				
sosna	1,53	0,5	67	0,17
agaçsüýimli plita	1,5	0,2	86	0,06

1.7. Materiallaryň gidrofiziki häsiýetleri

Gigroskoplyk kapillýar-öýjükli materialyň çygly howadan suw buglaryny siňdirijilik häsiýeti. Bu fiziki-himiki prosese sorbsiýa diýilýär. Sorbsiýa öwrülişikli prosesdir. Agaç, ýylylyk geçirmeyän we beýleki öýjükli materiallar, öýjüklileriniň içki üstleriniň ýaýbaňlanandygy sebäpli, ýokary sorbsiýa häsiýetine eýedirler. Sorbsiýanyň dört görnüşi tapawutlandyrylýar:

adsorbsiýa—maddanyň üst gatlagy bilen suwuklygy özüne siňdirmegi;

absorbsiýa – maddanyň göwrümi boýunça suwuklygy özüne siňdirmegi;

hemosorbsiýa – sorbsiýa prosesiniň himiki baglanyşyk bilen utgaşmagy;

desorbsiýa – siňdirilen suwuklygyň yzyna gaýtarylmagy.

Materialyň çyg çekijiliginiň mukdary, üst meýdanyndan başga, onuň tebigatyna hem baglydyr. Materiallaryň bir bölegi suwuň molekularyny özüne çekýärler (öllenmäniň ýiti burçy) we **gidrofiller** diýlip atlandyrylýar (beton, agaç, aýna, kerpiç we başgalar); beýlekileri bolsa suwy itekleýärler (öllenmäniň kütäk burçy), olara **gidrofoblar** diýilýär (bitum, polimer materiallar we ş.m.). Materiallaryň gidrofilligi we gidrofoblygy, suwdaky güýçli wodorod baglanyşygynyň täsirlerinden ýüze çykýar. Şol sebäpli suw organiki ýaglar bilen itekleşýär, turşy minerallar bilen bolsa dartýşýar. Temperaturanyň peselmegi we çyglylygyň artmagy bilen çyg çekijilik ýokarlanýar.

Öýjükli materialyň bir bölegi suwda ýerleşende, **suwuň kapillýar** sorulmagy bolup geçýär. Şeýlelikde, toprak suwlary kapillýarlar boýunça ýokary galyp, binalaryň diwarynyň aşaky bölegini çyglamagy mümkin. Bu jaýlaryň çyg çekmezligi üçin fundament bilen diwar konstruksiýalarynyň arasynda suw geçirmeýän gatlak gurnalýar.

Materialyň **suw siňdirijiligi** suwy özüne siňdirip, ony saklamak ukyby. Suw siňdirijilik göwrüm we massa boýunça kesgitlenýär. Materiallaryň bu häsiýeti olaryň öýjükliliginiň görnüşine we gidrofillik derejesine bagly. Mysal üçin, granitiň suw siňdirijiligi 0,2–0,7%-e, agyr betonyňky 2–4 %-e, keramiki kerpijiňki 8–15 %-e deňdir. Suwuň siňmegi netijesinde materiallaryň dykzlygy, göwrümi we ýylylyk geçirijiligi artýar. Suwuň molekularynyň aralaşmagy sebäpli materialyň bölejikleriniň arasyndaky baglanyşyklaryň bozulmagy netijesinde, olaryň berkligi peselýär. Materialyň suw siňdirilen ýagdaýyndaky gysylmaga berklik çägininiň (R_s), gury ýagdaýyndaky berklik çäginine (R_g) gatnaşygyna ýumşamaklyk koeffisiýenti (K_{yu}) diýilýär.

$$K_{yu} = R_s / R_g.$$

Bu koeffisiýent materiallaryň suwa durnuklylygyny häsiýetlendirýär. Ol sanyň ululygy noldan (öllenýän toýunlar we ş.m.) bire çenli üýtgeýär (metallar, aýna we ş.m.). $K_{yu} > 0,8$ bolan materiallar suwa durnukly hasaplanýlar, $K_{yu} < 0,8$ bolan materiallar bolsa suwa durnuksyz hasaplanyp, olary TDS boýunça suwuň hemişelik täsirinde ulanmak gadagan edilýär.

Suw syzyjylygy, materialyň basyşly suwy geçirmek häsiýeti. Materialyň **suw syzyjylygyna** syzyjylyk koeffisiýenti (K_{sy}) boýunça baha berilýär. Syzyjylyk koeffisiýenti, ters baglanyşyk boýunça materialyň **suw geçirmezligi** bilen baglydyr. K_{sy} pes boldugyça, **suw geçirmezligi** boýunça marka şonça-da ýokarydyr. **Suw geçirmezlik**, mysal üçin, betonyňky W2, W4,...W12 markalar bilen häsiýetlendirilip, standart synaglarda nusganyň suw geçirmeýän birtaraplaýyn gidrostatiki basyşyň (birligi atmosferalarda) ululygynda aňladylar.

Aýaza durnuklylygy, materialyň köp gaýtalanýan doňmagynyň we eremeginiň netijesinde berkligini saklamaga bolan ukyby. Ýol örtgüleri, ýoluň gyalalaryna örülýän daşlar we bloklar, daşky diwarlar, beýleki üýtgeýän howa şertlerinde işleýän gurluşyk materiallary üçin aýaza durnuklylyk möhüm häsiýetleriniň biridir. Doňaklykda materiallaryň zaýalanmagy, olaryň öýjüklerniň buzuň emele gelmegi bilen baglanyşyklydyr, sebäbi buzuň göwrümi suwuňkydan 9% uludyr. Materiallaryň doňaklyga durnuklylygyny onuň gurluşynyň görkezijileri kesgitleýär.

Gurluşyk işlerinde materialyň doňaklyga durnuklylygy F marka bilen san taýdan belgilenýär, ol san, materialyň berkliginiň 5–15%-den, massasynyň 3–5%-den köp bölegini ýitirmän, doňmagynyň we eremeginiň sikleriniň sanyna deň. Aýaza durnuklylygyň markalary agyr betonda $F 50$ – $F 500$, ýeňil betonda $F 25$ – $F 500$, kerpiçde $F 15$ – $F 100$ boýunça kesgitlenilýär.

Howada durnuklylyk uzak wagtyň dowamynda materialyň mehaniki berkligini ýitirmän köp gezek öllenmegi we guramagy. Tebigy we emeli port daş materiallary (beton, keramika) guranda gysylyp, öllenende bolsa giňelip, süýnme dartgynlygynyň täsiri netijesinde weýran bolýarlar. Bu şertlerde ýol örtgüleri, gidrotehniki desgalaryň suwdan ýokardaky bölekleri işleýärler.

1.8. Materiallaryň ýylylyk-fiziki häsiýetleri

Materialyň ýylylyk täsirlerine bolan gatnaşygyny bahalandyryan häsiýetlerine **ýylylyk geçirijiligi, ýylylyk sygymy, ýylylyga durnuklylyk, gyzgynlyga durnuklylyk, oda durnuklylyk, ýangyna durnuklylyk** degişli.

Materialyň ýylylyk geçirijiligi, önümiň üstleriniň dürli temperaturasynda ýylylyk akymyny geçirmäge ukyplylygy. Ýylylyk geçirijiligiň derejesini galyňlygy $1m$, meýdany $1m^2$ bolan materialyň, 1 sagadyň dowamynda, garşylykly diwarlaryň temperaturasynyň tapawudy $1K$ bolanda diwardan geçýän ýylylyga deň bolan koeffisiýent häsiýetlendirýär. Ýylylyk geçirijiligiň koeffisiýenti $Wt/(mK)$ -de ýa-da $Wt/(m^{\circ}C)$ -da ölçenýär.

Materialyň ýylylyk geçirijiligi onuň düzümine, öýjüklilik häsiýetlerine, temperaturasyna we çyglylygyna bagly. Gurluş aýratynlyklary hem ýylylyk geçirijilige uly täsir edýärler. Meselem, eger materialyň süýümlü gurluşy bar bolsa, onda ýylylyk materialyň süýüminiň ugruna keseligindäkä görä köp geçer. Agaç materialyny alsak, onuň ýylylyk geçirijiligi süýümiň ugruna $0,30$, keseligine bolsa $0,15 Wt/(mK)$ bolar, ownuk öýjüklü materiallaryň ýylylyk geçirijiligi, iri öýjüklililerden pes, ýapyk öýjüklü materiallaryň ýylylyk geçirijiligi habarlaşýan öýjüklililerden pes bolýar. Munuň sebäbi, iri we habarlaşýan öýjüklilerde howanyň hereketi ýüze çykyp, ýylylyk geçirmegi ýeňilleşdirýändigini bilen düşündirilýär. Materialyň öýjüklilerinde suwuň bolmagy, onuň ýylylyk geçirijiligini ýokarlandyrýar, sebäbi suwuň ýylylyk geçirijiligi $0,58 Wt/(mK)$, howanyňky bolsa $- 0,023 Wt/(mK)$. Çygly materiallar doňanda, olaryň ýylylyk geçirijiligi has ýokarlanýar, sebäbi buzuň ýylylyk geçirijiligi $2,3 Wt/(mK)$ -e deň bolýar, ýagny howaňkydan 100 esse uly bolýar.

Temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen köp materiallaryň ýylylyk geçirijiligi artýar, ýöne käbir materiallarda (metallar, oda durnuklylyk magnazitler we başg.) peselýär.

Ýylylyk sygymy, materialyň gyzanda ýylylygy özünde toplap, sowanda bölüp çykarmagy. Ölçeg birligi $1kg$ materialyň temperaturasyny $1 K$ galdyrmak üçin sarp bolýan ýylylygyň mukdary. Poladyň ýy-

lylyk sygymy $0,48 \text{ kJ}/(\text{kgK})$, organiki däl gurluşyk materiallarynyňky (beton, kerpiç, tebigy daş materiallary) $0,75-0,92 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ aralykda üýtgeýär. Suwuň ýylylyk sygyjylygy has ýokary bolup, ol $4,19 \text{ kJ}/(\text{kgK-e})$ deňdir, şol sebäpli materiallaryň çyglylygynyň artmagy bilen, olaryň ýylylyk sygyjylygy hem artýar.

Ýylylyga durnuklylyk, materialyň weýran bolman, temperaturanyň birden üýtgemeginiň kesgitli sanyna döz gelmegi. Bu häsiýetiň ölçeg birligi ýylylyk geçirmeýän we oda durnukly materiallar üçin, ýylylyk çalşygynyň sanyna deň.

Gyzgyna durnuklylyk – bu materialyň 1000°C -a çenli temperaturada bitewüligini we berkligini ýitirmän işlemek ukyby.

Oda durnuklylyk – bu materialyň weýran bolman we deformatsiýasyz, uzak wagtyň dowamynda ýokary temperaturalaryň täsirine durnuklylygy. Oda durnuklylygy boýunça materiallar, häsiýetlerini peseltmän 1580°C -da işlemäge ukyply bolan **oda durnuklylara**, $1350-1580^{\circ}\text{C}$ aralykda işleýän **eremesi kynlara** we 1350°C -dan pes temperaturada işleýän **eremesi aňsatlara** bölünýärler.

Ýangyna durnuklylyk, materialyň ýangyn döwüründe, belli bir wagtda täsirine garşylyk görkezip bilijiligi. Gurluşykda ulanylýan ähli materiallara, aýratyn hem ýük göteriji konstruksiýalaryň elementleri bolan diwarlara, sütünlere, örtgülere binanyň ýa-da desganyň ýangyn howpsuzlyk kategoriýasyna baglylykda ýangyna durnuklylygyň talaplary bildirilýär.

Ýangyna durnuklylygy boýunça materiallar **ýanmaýanlara, ýanmasy kynlara** we **ýanýanlara** bölünýärler.

Ýanmaýanlara beton, kerpiç, polat, tebigy daş materiallary degişli.

Ýanmasy kynlara oduň ýa-da ýokary temperaturanyň täsirinde kynlyk bilen tutaşýan, tüsseleýän, ýöne oduň täsiri aýrylandan soňra, ýanmasyny bes edýän materiallar degişli (asfaltbeton, fibrolit, polimerleriň käbir görnüşleri).

Ýanýanlara oduň ýa-da ýokary temperaturanyň täsirinde açyk ot bilen ýanyp, ýangynyň çeşmesi zyýansyzlandyrylandan soň hem ýanmagyny dowam edýän materiallar (agaç, bitum, polimerler we ş.m.) degişli edilýär.

Çyzykly giňelme koeffisiýenti, materialyň temperaturanyň täsiri sebäpli ölçeglerini üýtgetmegi. Betonyň we poladyň giňelme koeffisiýenti $10 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$; granitiňki $8 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$; agajyňky $20 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$.

Temperaturanyň möwsümleýin üýtgemegi $50 K$ we ondan ýokary bolýar. Şonda, temperatura deformasiýasy $0,5^{-1} \cdot 10^{-3}$ -ne ýetýär. Şol sebäpli uzyn binalaryň we desgalaryň jaýrylmagynyň önüni almak maksady bilen, olarda deformasiýa üçin kesimler goýulýar.

1.9. Materiallaryň himiki häsiýetleri

Materiallaryň himiki häsiýetleri, olaryň beýleki maddalar bilen himiki täsirleşmäge ukybyny kesgitleýär. Gurluşyk materiallarynyň himiki, fiziki-himiki proseslerine mümkinçilikleri, himiki işjeňligi, ereýjiligi, kristallaşmaga ukyplylygy we adgeziýasy bilen kesgitlenýär.

Himiki işjeňlik oňyn we ýaramaz häsiýetli bolup bilýär. Mysal üçin, ol gurluşyň berkemegine (sement daşynyň emele gelmegi we ş.m.) ýa-da materialyň weýran bolmagyna (kislotalaryň, aşgarlaryň we duzlaryň täsirindäki korroziýanyň netijesinde) getirip bilýär.

Himiki ýa-da korrozion durnuklylyk – bu materialyň suwuk we gaz görnüşli agressiw gurşawlaryň täsirine durnuklylygy.

Materiallar konstruksiýalarda dürli agressiw suwuklyklaryň we gazlaryň täsirine sezewar bolýarlar. Gurluşyk materiallarynyň köpüsi kislotalaryň, aşgarlaryň we duzlaryň täsirine durnukly bolmaýarlar. Sementleriň we tebygy daşlaryň köpüsi kislotalara garşy durnuksyz. Bitumlar aşgarlaryň ergininiň täsiri bilen derrew dargaýarlar. Dykzlandyrylan keramiki materiallar kislotalara we aşgarlara örän durnukly bolýarlar.

1.10. Materiallaryň mehaniki häsiýetleri

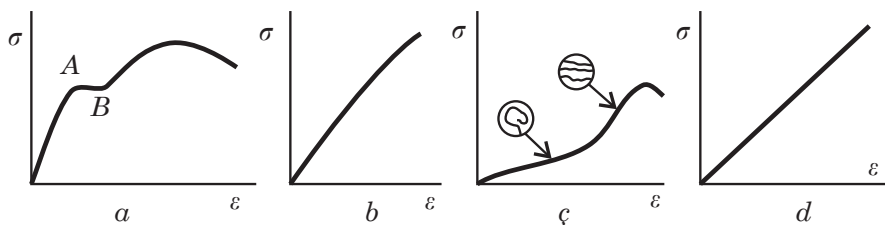
Gurluşyk materiallarynda daşky ýükler sebäpli, deformasiýalar we içki dartgynlyklar döreýär. Ýükler statiki we dinamiki görnüşlerde bolýarlar. Statiki ýükleriň ululygy we ugry hemişelik bolýar ýa-da örän haýal üýtgeýär. Dinamiki ýükler birden täsir edip, inersiýa güýçlerini doredýärler.

Içki dartgynlyklar, içki güýçleriň döremegi bilen bagly bolup, onuň san ululygy güýjüň meýdan birligine gatnaşygyna deňdir.

Hasaplamalar arkaly kesgitlenen meýdana görä, normal we galtaşma dartgynlyklar anyklanýar.

Daşky güýjüň täsiri bilen dürli materiallarda, dürli hili deformasiýalar ýüze çykýar. Deformasiýalaryň diagrammasy (8-nji surat) materialyň içki dartgynlyklarynyň üýtgemeginiň, materialyň ölçeglerine edýän täsirine baha bermäge mümkinçilik berýär.

Maýyşgaklyk – bu daşky güýjüň täsiri aýrylandan soň, materialyň başlangyç görnüşini we ölçeglerini almaga ukyplylygy. Maýyşgak deformasiýa daşky güýjüň täsiri aýrylanda doly ýitip gidýär.

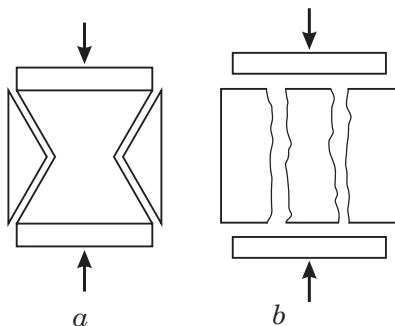


8-nji surat. Deformasiýalaryň diagrammasynyň shemasy:

a) poladyňky; b) betonyňky; c) reziniňki d) aýnanyňky.

Süýgeşikligi daşky güýçleriň täsirinde, materialyň bitewüligini ýitirmän, görnüşini we ölçeglerini üýtgetmäge ukyplylygy. Süýgeşik deformasiýada daşky güýç aýrylandan soňra, jisimde deformasiýa galýar.

Portluk – bu materialyň galyndy defomasiýasyz weýran bolmagy. Port materiallar (beton, kerpiç, tebigy daşlar, aýna) gysylmaga gowy garşylyk görkezip, süýnme, egrelme dartgynlyklaryna we urga pes garşylyk görkezýärler (9-njy surat).



9-njy surat. Port materiallaryň weýran bolmagynyň shemasy:

a) kubuň gysylmagy; b) şol material, ýöne daýanç granlary ýaglanan.

Berkligi—bu materialyň kesgitlenen şertlerde we çäklerde weýran bolman, mehaniki, ýylylyk we başga dartgynlyklaryň täsiri bilen döreýän içki dartgynlyklara hem-de deformasiýalara garşy durmaga ukyplylygy. Berkligiň häsiýetnamalary maýyşgaklyk çägi, akyjlyk çägi we berklik çägi:

- **maýyşgaklyk çägi** materialyň maýyşgak deformasiýanyň aňryçäindäki dartgynlylygy gabat gelýär;

- **akyjlyk çägi** süýgeşik deformasiýanyň artmagyna getirýän, üýtgemeyän dartgynlylyk gabat gelýär;

- **berklik çägi** material weýran bolan pursadyndaky maksimal dartgynlylygy gabat gelýär.

Materialyň **teoretiki berkligi** R_{teor} biri-birine degşip duran atom gatlaklaryny bölmek üçin zerur bolan dartgynlyga deňdir, onuň ululygy material weýran bolanda iki atom gatlagynyň arasynda toplanan maýyşgak deformasiýanyň ähli energiýasy, iki täze dörän üstleriň üst energiýasyna geçýänliginiň şertinden alynýar:

$$R_{\text{teor}} = \sqrt{E \ni / a},$$

bu ýerde E —maýyşgaklyk moduly; \ni — 1 sm^2 -da gaty jisimiň üst energiýasy; a —atomlaryň aralygy (ortaça $2 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$).

Materialyň teoretiki berkligi, onuň maýyşgaklyk modulyna we üst energiýasyna göni, atomlarynyň aralygyna bolsa ters baglydyr. Materialyň gurluşyndaky öýjüklər, jaýryklar we şikesler sebäpli, onuň berkligi teoretiki, ýagny potensial berkliginden has pes bolýar.

Gatylyk—bu materialyň öz göwrümüne başga materialyň girmegine bolan garşylygy. Gatylygy kesgitlemek üçin birnäçe usul bardyr. Daş materiallarynyň gatylygy Moosuň şkalasy bilen kesgitleňýär (*2-nji tablisa*). Bu şkala gatylygy boýunça artýan 10 sany mineraldan (1—hek, 10—almaz) ybaratdyr. Barlanýan mineralyň gatylygy iki sany goňşy mineralyň arasynda ýerleşip, olaryň aşakysyny çyzýar, ýokarky mineral bolsa barlanýan mineraly çyzýar. Metallaryň, agajyň, betonyň we plastmassalaryň gatylygy basylyan polat şarjagazyň galdyryan yzynyň diametri boýunça (Brinelliň usuly), almaz konusyň aralaşýan çuňlугy boýunça (Rokwelliň usuly) ýa-da almaz piramidanyň yzynyň meýdany boýunça (Wikkersiň usuly) hasaplanýar.

Sürtülip iýilmek (süýkelmek) – materialyň başlangyç massasynyň ýitirilmeginiň (g), sürtülme meýdanyna (sm^2) gatnaşygy. Sürtülip iýilmek gatylyga ters bagly, ýagny gatylyk uly boldugyça, sürtülip iýilmek kiçi bolýar. Materialyň bu häsiýeti, esasan, pollar, ýol örtükleri, merdiwanlaryň basgançaklary ýaly elementlerde kesgitlenýär.

2-nji tablisa

Minerallaryň gatylyk şkalasy

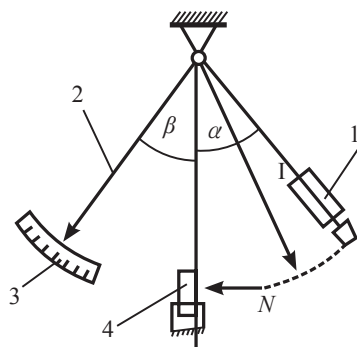
Gatylyk görkeziji	Mineral	Gatylyk häsiýetnamalary
1	Talk, hek	Dyrnak bilen aňsat çyzylýar
2	Duz daşy, gips	Dyrnak bilen çyzylýar
3	Kalsit, anhidrit	Polat pyçak bilen ýeňil çyzylýar
4	Flýuorit (plawik şpaty)	Polat pyçak bilen biraz basyşda çyzylýar
5	Apatit	Polat pyçak bilen uly basyşda çyzylýar, özi aýnany çyzmaýar
6	Ortoklaz	Polat pyçak bilen çyzylmaýar, özi aýnany çalarak çyzýar
7	Kwars	Aýnany aňsatlyk bilen çyzýar.
8	Topaz	
9	Korund	
10	Almaz	

Materialyň **urgy sepbeşikligi** a nusgany döwmek üçin sarp edilen işiň K nusganyň meýdanyna S gatnaşygyny aňladýar:

$$a = K/S.$$

Materiallaryň urga durnuklylygy boýunça synaglary ýörite enjamlarda (kopýorlarda) geçirilýär we MJ/m^2 -de görkezilýär (10-njy surat).

Weýran ediji güýjüň işi K maýatnigiň energiýasynyň üýtgemesi boýunça kesgitlenýär. Synagdan öň maýatnik kesgitli α burça galdyrylýar, nusga bolsa saklaýyda



10-njy surat. Maýatnikli kopýoryň işleýiş shemasy: 1 – maýatnik; 2, 3 – ölçeýji enjam; 4 – nusga

berkidilýär. Nusga döwlende maýatnikdäki energiýanyň bir bölegi harçlanýar, şol sebäpli maýatnigiň badyna galýan burçy öňki duran burçundan kiçi bolýar ($\beta < \alpha$):

$$K = Gr[(1 - \cos \alpha) - (1 - \cos \beta)],$$

bu ýerde G – maýatnigiň agarmy, r – çekijiň hereketiniň dugasynyň radiusy.

Häzirki zaman kopýorlarynda ölçeýji gurluş maýatnikde ýerleşýär. Weýran ediji güýç we impulsyň dowamlylygy hakyndaky maglumatlar kompýutere geçirilýär.

Könelmek – bu sürtülmegiň we urgynyň bilelikdäki täsiri bilen materialyň döwürmegi. Materialyň könelmäge durnuklylygy, içi metal şarly aýlanýan ýörite barabanda, nusgalaryň massa ýitgisi boýunça görerimlerde hasaplanýar.

1.11. Materialyň weýran bolmagynyň mehanikasy

Materialyň weýran bolmagynyň port we süýgeşik görnüşleri tapawutlandyrylýar. Portluk diňe bir kristal materiallara mahsus bol-

man, amorfarda, hatda polimerlerde hem bolýar.

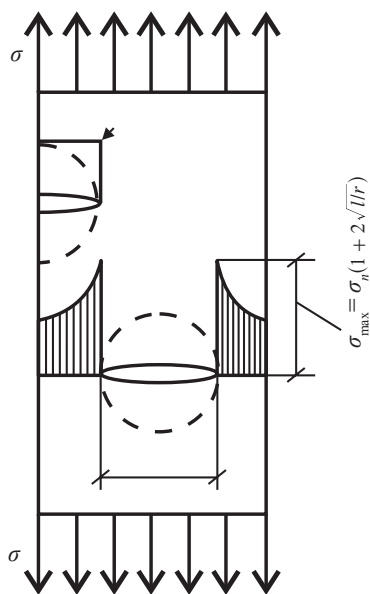
Süýgeşik (şepbeşik) materiallar uly deformasiýa sezewar bolup, görnüşlerini üýtgedýärler.

Temperaturanyň peselmegi bilen materiallaryň köpüsiniň portlugy artýar.

Muňa mysal edip bitumlary, polimerleri, metallary we ş.m. materiallary görkezmek bolar.

Portuň weýran bolmagy, daşky ýüküň artmagy bilen bir ýa-da birnäçe jaýryklaryň emele gelmegi we çalt ösmegi sebäpli bolup geçýär.

Jaýryk (ýa-da kertik) öz depesiniň töwereginde dartgyn-



11-nji surat. Jaýrykly plastinada dartgynlyklaryň konsentrasiýasy

lyklaryň jemlenmegine sebäp bolýar. Bu ýerde dartgynlygyň artmagy, materialyň kese kesiginiň meýdanynyň kiçelmeginden garaşyp boljagyndan has ýokary derejede bolýar. Jaýrygyň ahyryndaky dartgynlygyň σ_{\max} ululygy nominal dartgynlyga σ_n , jaýrygyň uzynlygyna (çuňlugyna) l bagly, jaýrygyň depesiniň egriliginiň radiusyna r bolsa ters baglydyr:

$$\sigma_{\max} = \sigma_n(1 + 2\sqrt{l/r}).$$

Eger jaýrygyň depesiniň radiusy atomyň radiusy bilen deňeşdirerlik derejede bolsa, onda dartgynlygyň konsentrasiýa koeffisiýenti $\sigma_{\max} = \sigma_n(1 + 2\sqrt{l/r})$ 100-e, käte 1000-e hem deň bolmagy mümkindir (11-nji surat). Diýmek, nominal dartgynlyk (kesik boýunça ortaça) 35–100 MPa töweregi bolsa-da, ýerli dartgynlyk 7000 MPa-dan geçmegi mümkindir.

Jaýrygyň ýaýbaňlanmagy bilen jaýrygyň ýakynynda material gowşaýar we şu sebäpli deformasiýanyň energiýasy bölünip çykýar.

Jaýryklaryň togtadylmagy häzirki zaman kompozit materiallarynda içki bölünme üstleriniň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Süýümlü materiallarda materialyň jaýrylmagy öz-özünden togtamagy mümkindir (12-nji surat).

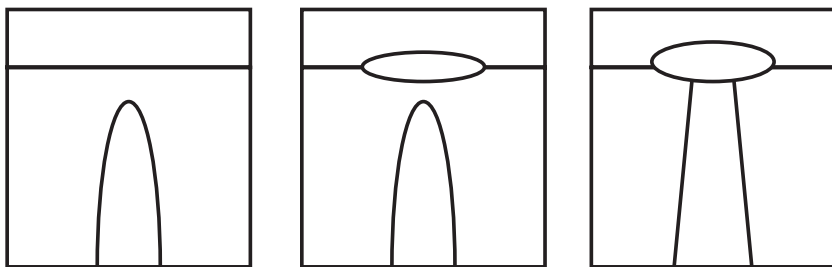


12-nji surat. Jaýryklaryň togtadylmagyna içki üstleriň täsiri:

- a) içki üstleri bolan süýümlü materialda jaýryklar togtap bilýär;
 b) birmeňzeş materialda jaýryk ýaýbaňlanýar

Jaýryklaryň togtadylmagynyň mehanizmi, jaýrygyň ýaýramagy bilen diňe bir onuň depesinde aňryçägene ýetýän jaýryga normal ugra dartgynlyklar döremän, eýsem, onuň parallel ugruna hem süýnme dartgynlyklarynyň ýüze çykýanlygyndadyr. Jaýryga parallel süýnme dartgynlyklarynyň ululygy, jaýrygyň depesinde nula deň bolup, onuň aňryçägi jaýrygyň önünde, depesinden bir-iki atom ölçegi uzaklykda ýerleşýär. Süýnýän materialda jaýryga parallel maksimal dartgynlygyň normal-maksimal dartgynlyga gatnaşygy 1/5 töwe-

regidir. Eger bölünme üstünde, baglanyşygyň berkligi, materialyň süýnmäge berkliginiň $1/5$ -inden ýokary bolsa, onda üst weýran bolmaz we jaýryk geçip gider, ýagny material portlugyna galar. Eger bölünme üstünde, baglanyşygyň berkligi, materialyň süýnme berkliginiň $1/5$ -inden pes bolsa, onda jaýryk bölünme üstüne ýetmänkä, ol üstüň sähel bölegi weýran bolar we jaýrygyň öňünde ony saklap biljek duzak peýda bolýar (13-nji surat).



13-nji surat. Jaýrygy togtatmagyň shemasy

Örän kiçi bolan jaýrygyň ujy, bölünme üsti bilen duşuşanda has ulalýar, şunlukda, jaýrygyň depesindäki dartgynlyklaryň konsentrasiýasy we onuň ýaýramagyna bolan tendensiýalar aradan aýrylýar.

1.12. Kompozision materiallar barada düşünje

1.12.1. Umumy maglumatlar

Kompozision materiallar iki ýa-da köp komponentden emele gelýän geterofaza ulgamy bolup, olaryň her biriniň aýratynlyklary saklanyp galýar.

Materialyň bitewi görümi boýunça üznüksizligi bolan komponentine *matrisa* diýilýär. Kompozisiýanyň görüminde bölünýän, üzülyän komponent berklendiriji ýa-da armirleýji hasaplanýar. Metaller we olaryň garyndylary, keramika, organiki we organiki däl berkidijiler, polimerler, beýleki käbir materiallar kompozitleriň matrisalary bolup bilýärler. Berklendiriji komponentler, köplenç, külkedispers görnüşli bölejiklerden ýa-da dürli tebigaty bolan süýümlü materiallardan ybarat bolýarlar.

Kompozision materiallarda dürli häsiýetli komponentler **si-nergetiki effekt** döredýärler, ýagny materiallaryň asyl häsiýetlerinden tapawutly, täze häsiýetli material emele gelýär. Konstruksion kompozitleriň esasy artykmaçlygy ýokary udel berkligi bolup, bu häsiýeti boýunça olaryň adaty polatdan 15 esse artykmaçlygy bolup bilýär. Materialyň udel berkligi γ , onuň wagtlaýyň garşylygynyň R , dykzlygynyň ρ erkin gaçma tizlenmesiniň hemişeligine g köpeltmek hasylyna gatnaşygyna deňdir:

$$\gamma = R/\rho g.$$

Mysal üçin, gowulandyrylan 40X poladyň udel berkligi 13 *km*-e deň bolsa, bor süýümleri bilen berklendirilen alýumininiň bu görkezijisi 43 *km*-e ýetýär. Uly möçberlerde önümçilige ornaşdyrylýan külke metallurgiýasynda bolsa, adaty usullar bilen garyndylaryny almasy kyn bolan komponentlerden ýokary häsiýetli kompozitler bişirilýär.

Kompozitleriň önümçiligi tehnikada täze ugur bolup, ol örän uly depginler bilen ösýär. Gurluşykda giňden ulanylýan materiallaryň mysaly hökmünde, polimer matrisadan we aýna süýümlerinden ybarat bolan aýnaplastikany görkezmek bolar. Bu kompozitleri «hakyky kompozitler» diýip atlandyrmak dogry bolar. Sebäbi kompozision materiallaryň kesgitlemesine gabat gelmeýän gurluşyk materialyny tapmak kyn. Beton, demirbeton, polat, çöýun, agaç, bitum we beýleki köp materiallaryň gurluşy öwrenilende, olaryň matrisa we berklendiriji bölekleriniň bardygyna göz ýetirmek kyn däl. Olary «ýönekey kompozitler» diýip atlandyryp bileris. Kompozit däl materiallara sap metallar, kwars, korund we ş.m. materiallar degişlidir.

1.12.2. Kompozitiň düzümi we gurluşy

Kompozitiň mehaniki we beýleki häsiýetleri berklendiriji komponentleriň berkligi, matrisanyň gatylygy we matrisa-berklendiriji araçägindäki baglanyşygyň berkligi ýaly üç sany esasy parametrler bilen kesgitlenilýär. Kompozitiň işe ukyplylygy, asyl komponentleriň dogry saýlanylmagy we olaryň asyl häsiýetleriniň saklanyp galmagyny üpjün edýän tehnologiýa bilen gazanylýar.

Berklendirijileriň we matrisalyk materiallaryň köpdürliligi, armirlemegiň shemasyny, komponentleriň gatnaşygyny sazlamak arkaly önümiň berkliginiň, gatylygynyň we beýleki häsiýetleriniň gönükdirilmegine mümkinçilik berýär.

Polimer matrisaly (plastikalar), metal matrisaly (metalkompozitler), keramiki matrisaly we uglerod matrisaly materiallar ýaly kompozitleriň birnäçe uly toparyny bellemek bolýar.

Armirelýän süýümleriň tebigatyna baglylykda, kompozitleriň bölünişi, mysal üçin, polimer matrisada: aýnaplastika, ugleplastika, boroplastika, organoplastika we başgalardyr. Beýleki matrisalarda hem kompozitler berklendirijileri boýunça şular ýaly bölünýärler.

Kompozitleriň armirlenmeginiň usuly boýunça bölünişi: ykjam (kompakt) gatlar boýunça, parallel-üzüksüz süýümler boýunça armirlenen, matalar arkaly garjaşyk we giňişlikde armirlenen görnüşlerde bolýarlar.

Armirelemegiň görnüşi boýunça, kompozitleri biri-birinden gurluşy we berkliginiň emele geliş mehanizmi boýunça tapawutlanýan dispers-berklendirilen we süýümlü toparlara bölmek bolýar.

Dispers-berklendirilen kompozitler külkedispers berklendiriji bölejikleriň matrisada deňölçegli ýerleşmegi netijesinde emele gelýärler. Bu kompozitlerde berklenmek effekti bölejikleriň ölçegleri we olaryň ýakynlaşmagy bilen baglydyr. Berklendirijiniň kadaly mukdary ulanylanda, materialyň berkligi, gatylygy, ýylylyga durnuklylygy artyp, süýgeşikligi saklanýar (mysal üçin, bitum, kauçuk, polimer matrisalarynda hek, slýuda, uglerod, kremniýer, hek daşy ýaly berklendirijiler ulanylýar). Bu materiallar ýüklenende, ähli ýüki matrisa göterýär.

Süýümlü kompozitlerde ýokary berklikli süýümler daşky yükleriň esasy dartgynlyklaryny özlerine kabul edip, materialyň berkligini we gatylygyny üpjün edýärler. Süýümlü kompozision gurluşyň aýratynlygy, süýümleriň matrisada deňölçegli ýerleşmeginde bolup, olaryň göwrüm bölegi 75 %-den geçip bilýär.

Armirelýji süýümler ulanylyş we tehnologik talaplaryň toplumyny kanagatlandyrmalydyrlar. Ulanylyş talaplaryna berklik, gatylyk, dyklyk, kesgitlenen temperatura aralygynda häsiýetleriniň durnuklylygy, himiki durnuklylyk we ş.m. häsiýetler degişlidir.

Materialyň nazary berkligi, maýyşgaklyk modulynyň artmagy bilen we maddanyň üst energiýasynyň köpelmegi bilen artýar, goňşy atomlar bilen aralygy daşlaşdygyça peselýär. Diýmek, ýokary berklikli gaty jisimleriň ýokary maýyşgaklyk moduly we üst energiýasy, şeýle hem göwrüm birliginde mümkin boldugyça köp atom sany bolmalydyr. Bu talaplary berilliy, bor, uglerod, azot, kislorod, alýuminiý we kremniý kanagatlandyrýarlar. Has berk materiallaryň düzümünde şu elementler bolýar ýa-da olar tutuşlygyna şu elementlerden ybarat bolýarlar.

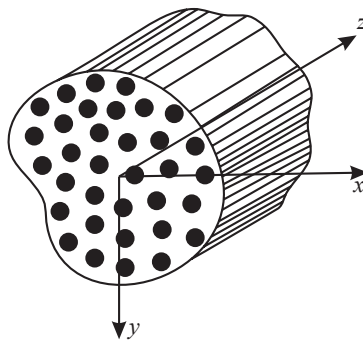
Süýümlü kompozitlerde ýokary berklikli aýna, uglerod, bor süýümleri we organiki süýümler, metal simler, şeýle hem karbidleriň, oksidleriň, nitridleriň we beýleki himiki birleşmeleriň süýümleri we sapak görnüşli kristallary ulanylýar. Kompozitlerdäki armatura komponentleri monosüýümler, sapaklar, simler, žgutlar, torlar, matalar, lentalar görnüşlerinde ulanylýar.

Tehnologik talaplara, olaryň esasynda önüm taýýarlamaklygyň ýokary önümçilikli prosese bolan mümkinçilik degişlidir. Ýene-de esasy talaplaryň biri, süýüm bilen matrisanyň materiallarynyň biri-birine gabat gelmegidir, ýagny materiallaryň asylky häsiýetlerini saklap, süýüm-matrisa berk baglanyşygyny gazanmaga mümkinçilikdir.

Izotrop we anizotrop materiallarda deformasiýalar bilen dartgynlyklaryň arasyndaky baglylyk meňzeş däl. Izotrop maýyşgak jisimlerde dartgynlyklaryň we deformasiýalaryň esasy oklary gabat gelýärler, anizotrop jisimlerde bolsa, olar gabat gelmeýärler.

Süýümleri bir tarapa ugrukdyrylan kompozitlere **monotrop** kompozitler diýilýär (14-nji surat). Monotrop kompozitlerde oklaryň ugry boýunça maýyşgaklyk modullarynyň we Puassonyň koeffisiýentleriniň ululygy dürli-dürli bolýarlar.

Matrisa materiallary. Matrisa kompozitiň monolitligini üpjün edýär, önümiň görnüşini we armirleýji süýümleriň özara ýerleşişini kesgitleýär, dartgynlygy materialyň göwrümi



14-nji surat.
Monotrop kompozit

boýunça paýlap, süýümleriň deňölçegli ýüklenmegini üpjün edýär. Matrisanyň materialy, önümi taýýarlamagyň usulyny, bellenen ölçeglerdäki we görnüşdäki konstruksiýany ýerine ýetirmegiň mümkinçiliklerini, tehniki prosesleriň parametrlerini kesgitleýär.

Matrisa bolan talaplary hem ulanylyş we tehnologik görnüşlere bölmek bolýar. Ulanylyş talaplara dürli ulanylyş faktorlarynda kompozisiýanyň işjeňligini üpjün edýän, matrisanyň materialynyň mehaniki we fiziki-himiki häsiýetleri degişlidir. Tehnologik talaplar kompozit almagyň prosesi bilen baglydyr, ýagny armirleýji süýümleriň matrisa bilen gabatlaşmagyndan we önüme gutarnykyly görünüş berilmeginden ybaratdyr.

Tehnologik operasiýalaryň maksady süýümleriň häsiýetlerini (esasy häsiýeti – berkligi) saklamak bilen, olary biri-birine degirmän, matrisada deňölçegli ýerleşdirmekdir.

Bölüm araçägi. Kompozitleriň häsiýetleriniň derejesini we olaryň işleýşini, ilkinji nobatda, süýümleriň we matrisalaryň adgezion arabaglanyşygy kesgitleýär. Kompozitdäki ýerli dartgynlyk, bölüm araçäginde ýa-da onuň golaýynda aňryçägine ýetip, materialyň weýran bolmagynyň esasy sebäbi bolýar. Bölüm araçägi yüküň matrisadan süýüme amatly geçirilmegini üpjün etmelidir. Bölüm araçägindeki adgezion baglanyşyk termik we girme dartgynlyklary sebäpli, ýagny matrisanyň we süýümiň çyzykly giňelmesiniň temperatura koeffisiýentleriniň tapawudy sebäpli ýa-da baglaşdyryjy gatanda göwrüminiň girmegi sebäpli bozulmaly däldir. Süýümleriň daşky täsirlerden goralmagy hem, belli bir derejede, bölüm araçägindeki adgezion arabaglanyşyk bilen üpjün edilýär.

1.12.3. Kompozitiň häsiýetleriniň emele gelmeginde matrisanyň we berklendirijiniň täsiri

Dispers-berklendirilen kompozitleriň berklenmeginde bölejikleriň täsiri, olaryň mehaniki gysmaklygy arkaly matrisanyň deformasiýasynyň çäklendirilmeginden başlanýar. Bu täsir, bölejikleriň aralygynyň olaryň diametrine bolan gatnaşygynyň, şeýle hem matrisanyň we bölejikleriň maýyşgak häsiýetnamalarynyň funksiýasyna barabar. Adatça, matrisasy V_m bölejikler V_b bilen berklendi-

riken kompozitiň maýyşgaklyk modulynyň E_k ululygy, garyndylaryň düzgüninden (bölekleriň additiwliginden) gelip çykýan ululykdan pes bolup çykýar:

$$E_k = E_m V_m + E_b E_m.$$

Bu deňleme, aňryçäk maýyşgaklyk modulynyň paýyny aňladýar. Bölejikler bilen berklendirilen kompozitiň indiki gatnaşygy (komponentlerdäki dartgynlyklaryň deňligini) kanagatlandyrmaly bolany üçin:

$$E_k = E_m E_b / V_m E_b + E_s E_m.$$

Birinji deňlemeden her bir položitel gyşarma matrisanyň gysylmagyny we bölejikleriň berklendiriji täsirini aňladýar.

Süýümlü kompozitlerde, ýokarda görkezilişi ýaly, iki komponent bilelikde işleýär, bu bolsa süýnmä we egrelmä ýokary berklik döredýär. Süýümlü kompozitiň berkligini parallel ýerleşen, armirlenen süýümlü, göwrümi bire deň bolan parallelepiped kompozitden bölmek arkaly ýönekeý görnüşde analiz edip bolar.

Süýümiň V_s we matrisanyň V_m mukdary kompozitiň bire deň bolan göwrüminiň böleklerinde berilýär, onda:

$$V_s + V_m = 1; V_m = 1 - V_s.$$

Kompozite düşýän oka görä süýndüriji güýç F_k , iki komponentiň arasynda paýlanýar: süýüme F_s we matrisa F_m :

$$E_k = E_s + E_m.$$

Dartgynlyklara geçmek bilen, kompozitde dartgynlyklaryň kompozitde paýlanyşyny alarys (l=1-de):

$$\sigma_k = \sigma_s V_s + \sigma_m (1 - V_s).$$

Materialyň maýyşgak işiniň çäginde, Gukuň kanunyna görä:

$$\sigma_k = \varepsilon_s E_s V_s + \varepsilon_m E_m (1 - V_s).$$

Kompozitdäki süýümiň matrisada typmasy bolmaýar, şol sebäpli süýümiň ε_s we matrisanyň ε_m deformasiýalary özara deňdirler:

$$\varepsilon_k = \varepsilon_s = \varepsilon_m = \varepsilon.$$

Kompozitiň bitewülik şertini göz önünde tutup, süýümlü kompozitiň berklik R_k deňlemesini indiki görnüşde alarys:

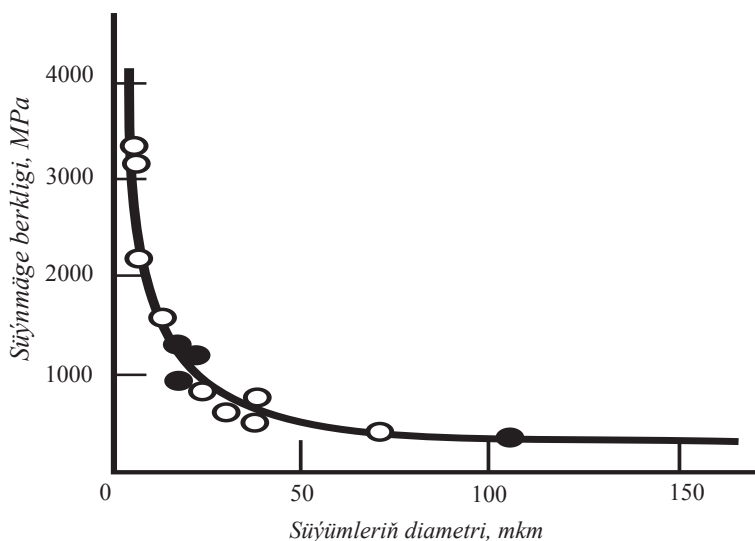
$$R_k = [E_s V_s + E_m (1 - V_s)] \varepsilon.$$

Diýmek, şu ýerde kompozitiň maýyşgaklyk modulynyň E_k ululygy garyndylaryň düzgüni boýunça emele gelýär:

$$E_k = E_s V_s + E_m (1 - V_s).$$

Süýümlü kopozitleriň arasynda aýnaplastika, önümçilige has giňden ornaşdyrylýanlaryň biridir. Aýnaplastikanyň elýeterliligi we örän ýokary mehaniki häsiýetleri, onuň gurluşyk işlerinde giňden ulanylmagyna getirýär.

Aýna süýümiň maýyşgaklyk moduly $E_s = 60\,000\text{ MPa}$, polimer matrisanyňky $E_m = 2000\text{ MPa}$ diýip kabul etsek, olaryň gatnaşygy $E_s : E_m = 30:1$ bolar. Aýnaplastika süýümler bilen däl-de, matalar bilen armirlenende, onuň mukdary 80–90 %-e ýetýär. $E_s/E_m = E_s E_m \cdot V_s / (1 - V_s)$ deňlemeden görnüşi ýaly, süýümleriň kabul edýän güýji, süýümleriň mukdaryna we maýyşgaklyk modulyna görä artýandyr. Şoňa görä-de, berkligi pes bolan matrisa düşýän güýjüň paýy azalýar.



15-nji surat. Süýümleriň berkliginiň diametrine baglylygy.

Süýümiň süýnmäge berkligi we maýyşgaklyk moduly onuň diametrine baglydyr (*15-nji surat*). Ýokary berklikli we ýokary maýyşgaklyk modully süýümiň 3–7 *mkm* diametri bolýar. Şeýle süýüm bilen armirlenen aýnaplastikanyň maýyşgaklyk moduly 18 000–35 000 *MPa* bolup, polimeriň maýyşgaklyk modulyndan 10–20 esse ýokary bolup, sementli betonlaryňka barabardyr.

Ugrukdyrylan süýümlü aýnaplastikanyň ýokary süýnme berkligi 1000 *MPa* çenli, pes dykzlygy ($\rho = 1800\text{--}2000 \text{ kg/m}^3$) we himiki durnuklylygy bolany sebäpli, bu material turbalarda, gaplarda, konstruksiýalarda giňden ulanylýar.

3-nji tablisa

Dürli armirleýji süýümleriň häsiýetleri

Süýümiň materialy	Süýnmäge berkligi, <i>GPa</i>	Maýyşgaklyk moduly, <i>GPa</i>	Dykzlygy, <i>g/sm³</i>	Diametri, <i>mkm</i>
Polat	2÷3	200	7,8	–
Aýna	3,5÷4,6	72÷110	2,5÷2,9	3÷25, 80
Aromatiki poliamid	3,8÷5,5	120÷185	1,43÷1,47	10÷12
Polibenzotiazol	3,0÷3,3	335	1,5	30–40
Polietilen	2÷3,5 (7)	50÷125 (200)	<1	30÷35
Ýokary berklikli uglerod	3,6÷7,2	300	1,8	5÷10
Ýokary moduly uglerod	2,5÷3,25	500÷800	1,8÷2,2	5÷10
Alýuminiý oksidi	2,2÷2,4	385÷420	3,95	10÷25
Kremniý karbidi	3,1÷4,0	410÷450	2,7÷3,4	100÷140
Bor	3,45	400	2,6	100÷200

Häzirki döwürde, maýyşgaklyk moduly aýnanyňkydan birnäçe esse ýokary materiallar alyndy (*3-nji tablisa*). Olar boruň, kremniý karbidiniň, uglerodyň, polimerleriň we ş.m. materiallaryň süýümleridir. Bahasynyň gymmat bolýandygy sebäpli, olar tehnikada ýörite maksatly konstruksiýalarda ulanylýar. Ýöne tehnologiýalaryň ösmegi bilen, bu materiallar hem gurluşyk tehnikasy üçin elýeterli bolar diýip, tama etmek bolýar.

1.12.4. Kompozitler – gurluşyk materiallary

Kompozitlere beton, demirbeton, gurluşyk erginleri, fibrobeton, asbestsement, agaçýonuşgaly we agaçsüýümlü plitalar we başg. köp gurluşyk materiallaryny degişli etmek bolýar. Olarda «hakyky» kompozitleriň berkligi bolmaýar, ýöne olar hem matrisadan we berkendirijiden düzülýärler.

Kompozision materiallaryň nazaryýeti, kompozite, ilkinji nobatda, bölüm araçägininiň üsti bilen bitewi konglomerata¹ jemlenen birnäçe gurluş derejeli ulgam hökmünde düşünilmeginden ybaratdyr.

Organiki däl we organiki berkidijileriň esasynda taýýarlanylýan gurluşyk materiallary, Ýer gabygyndaky tebigy konglomeratlardan tapawutlylykda, emeli konglomeratlar diýlip umumy at bilen aňladylýar. Tebigy we emeli konglomeratlar, däneli ýa-da başga görnüşli dolduryjylaryň sementlenmegi arkaly emele gelýärler.

Konglomeratyň häsiýeti, ilkinji nobatda, baglaşdyryjy bilen dolduryjynyň birleşmegine (ýelmeşmegine) baglydyr. Bu birleşme bolmadyk ýagdaýynda, komponentler mehaniki garyndyny emele getirip, biri-birinden garaşsyz, öz häsiýetlerini ýüze çykarýarlar.

Organiki däl we organiki berkidijileriň ýelimlemek ukyby bolup, olaryň wezipesi aýry däneleri, bölejikleri ýelimläp, konglomerat emele getirmekten ybaratdyr. Şonuň üçin ähli berkidijileri ýelim diýip hasaplamak mümkindir. Ýelimlemek iki sany faktor bilen kesgitlenilýär: *adgeziýa* ýelimiň we materialyň birleşmeginiň berkligi; *kogeziýa* ýelimiň özüniň gurluş berkligi. Ýelimlenen ýerde degişme gatlagy emele gelip, polimer ýelimlerinde onuň galyňlygy mikronyň bölekleri bilen hasaplansa, mineral ýelimlerde 20–50 *mkm* töweregidir.

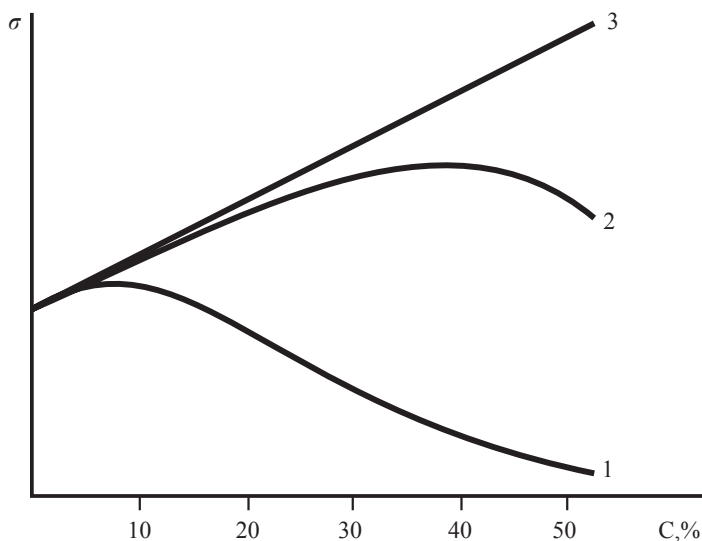
Adgeziýa spesifik we mehaniki görnüşlerde bolýar. Spesifik adgeziýa fiziki-himiki baglanyşyklar bilen düşündirilýär; mehaniki adgeziýa üstleriň бүдүр-сүдүрлігі, гөwrümkiçelme dartgynlyklary, gysylmak sebäpli we beýleki sebäpler bilen döreýär. Ýokary adgeziýa, diňe ýelim bilen ýelimlenýän üstüň kämil kontakty bolanda mümkindir. Şunlukda, üstüň arassalygy, onuň öllenegenligi we бүдүр-сүдүрлігі kontakt meýdanyny artdyrýar we uly sürtülme güýçlerini döredýär.

¹ «Conglomeratus» – latynça garyndy diýmegi aňladýar.

Mineral ýelimlerini ýokary adgezion häsiýetleri boýunça ýerleşdirilende, ilki bilen, suwuk aýna we magnezial sement, soňra portlandsement, toýunýer sementi, pussolanaly portlandsement, şlakly portlandsement, gurluşyk gipsi hem-de hek ýerleşer. Belit sementleriniň adgeziýasy, alit sementleriniň adgeziýasyndan ýokary bolýar.

Polimer ýelimleriniň adgezion häsiýetleri molekularyň düzümindäki funksional toparlar bilen kesgitlenilýär, mysal üçin, gidroksil topar ON, karboksil topar COOH, nitril topar CN we başgalar. Şonuň bilen birlikde, polimerleşmek düzgüniň (režiminiň), fiziki-himiki we tehnologik faktorlaryň ähmiýeti uludyr. Has ýokary adgeziýaly polimerler epoksid, poliefir, kremniorganiki we ş.m. şepbiklerdir.

Şeýlelikde, gurluşyk materiallarynyň köpüsini kompozision materiallara degişli etmek mümkindir, sebäbi olaryň ol ýa-da başga görnüşlerde matrisa we berklendiriji komponentleri bolýar. Ýokardaky formulalardan görnüşi ýaly, dispers berklendirijiler kesgitli mukdara çenli goşulanda kompozitiň berkligini artdyran bolsa, süýümlü berklendirijiler üçin onuň ýaly çäklendirmeler bolmaýar (16-njy surat).



16-njy surat. Plastmassalaryň berkliginiň dolduryjynyň görnüşine we mukdaryna baglylygy:

1 – dispers dolduryjy, 2 – çapylan süýümler, 3 – üznüksiz süýümler

Matrisa üçin sement, hek, bitum, keramika, polimerler, kobalt, alýuminiý, nikel we başgalar ulanylýar. Beton we gurluşyk ergini ýaly, özleri kompozit bolan çylşyrymly materiallar hem matrisa bolup bilýärler. Mysal üçin, oň kompozit bolan beton, armatura bilen armirlenende, kompozit ikili we üçli berklendirilýär, ýagny birnäçe gurluş derejesi bolan ulgam emele gelýär.

1.12.5. Nanomateriallar barada düşünje

«Nanotehnologiýa» terminini 1974-nji ýylda, Ýaponiýaly alym N. Taniguçi teklipe etdi. Biraz soňra, nemes alymy G. Gleýter «nanokristal materiallary», «nano gurluş», «nanofazalar», «nanokompozitler» we beýleki terminleri girizdi.

Nanomateriallara¹ – geometrik parametrleriniň haýsy hem bolsa bir ölçegi 100 *nm*-den geçmeýän we hil taýdan täze häsiýetlere eýe bolan materiallar şertli degişli edilýär. Bu materiallaryň ölçegleriniň aşaky şertli çägi hökmünde 1 *nm* kabul edilýär.

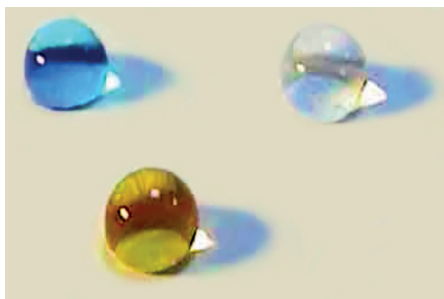
Biz haýsy bir maddany ýa-da materialy alanymyzda, onuň esasy häsiýetleri bolan dykzlygyny, ereýjiligini, ereýän temperaturasyny, elektrik we ýylylyk geçirijiligini öwrenenimizde, olaryň görkezijileriniň materialyň ölçeglerine bagly bolmaýandygyny göz önünde tutýarys. Ýöne bu kesgitleme, belli bir çäklere çenli dogrudyr, hususan-da, öwrenilýän obýektiň haýsy hem bolsa bir ölçegi 100 *nm*-den kiçi bolanda, onuň häsiýetleri inwariant bolmagyny bes edýärler, ýagny ölçeglerine garaşly bolýarlar.

Nanomateriallaryň özboluşlylygynyň esasy sebäpleri

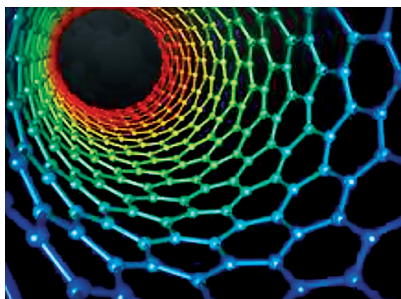
Nanobölejiklerde üstki gatlakda ýerleşýän atomlaryň mukdary, adaty materiallaryňky bilen deňeşdirilenden has köpeliýär. Gaty jisimiň göwrümündäki atomlardan tapawutlylykda, üstäki atomlaryň işjeňligi doly baglanyşylan däl. Üstleriň çykytlarynda we köwlerinde ýerleşýän atomlaryň baglanyşyklary has hem ýetmezçilik edýär. Netijede, üstki gatlakda kristal gözeneginiň ýoýulmalary döreýär we materialyň örän ýokary üst işjeňligi ýüze çykýar. Bu ýagdaýlar na-

¹ «Nano» – latynçadan terjime edilende kiçijik diýmegi aňladýar.

noölçeğerlerde, ýörite häsiýetli materiallary (17-nji surat) we uglerod süýümleri ýaly has berk materiallary (18-nji surat) almakda giň mümkinçilikleri döredýär.



17-nji surat. Titan oksidi bilen nanoörtülen sement plitasynyň (çepden saga) spirtli erginde, ösümlük ýagynda we distillirlenen suwda öllenişi



18-nji surat. Fullereneriň gurluşy

Nanomateriallary almagyň esasy tehnologiýalaryny birnäçe toparlara bölmek bolýar: külke metallurgiýasynyň esasyndaky usullar, amorf magy ulanmak arkaly usullar, üstleýin tehnologiýalary ulanmak usullary, depginli süýgeşik deformasiýalary usullary, birnäçe tehnologiýany yzygider ýa-da parallel ulanmak usullary we başg. Bularyň arasynda nanokülkeleri mehaniki usulda owradyp almak, ýaýran usullaryň biridir. Has hem bu usulda port materiallary owratmak ýeňilräk bolýar. Süýgeşik we amorf materiallaryndan külke almak çylşyrymly operasiýalary talap edýär. Külke nanobölejikleriniň umumy zyýanly häsiýeti, olaryň birleşmäge ýykgyň edýänligidir. Nanokülkelere görünüş bermegiň we bişirmegiň dürli tehnologiýalary işlenilip düzülen hem bolsa, olaryň ählisi diýen ýaly basgançakly, çylşyrymly we gymmat düşýän usullardyr.

Häzirki döwürde, gurluşyk işlerinde nanomateriallarynyň ulanylmagyny, olaryň bahasynyň gymmatlygy bökdeýär. Ýöne bu materiallaryň adaty materiallara mahsus bolmadyk artykmaçlyklary, gelejekde konstruksiýa materiallarynda ulanylyşynyň artjakdygyna güwä geçýär.

2.1. Umumy maglumatlar

Agaç gadymy zamanlardan bäri ulanylýan gurluşyk materialydyr. Bu materialyň oňaly aýratynlyklary: pes dykzlykda ýokary berkligi we maýyşgaklygy, pes ýylylyk geçirijiligi, tehnologik işlemegiň ýeňilligi, dekoratiw häsiýetleri, ygtybarly ýelimlenmegi hem-de çüýlenmegi. Agajy işlemegiň galyndylary dürli kompozision materiallaryň çig mallary hökmünde ulanylýar. Agaç materiallarynyň düýpli kemçilikleri hem bardyr, olar: anizotroplygy, ýeňil otlanylýarlygy, çygly şertlerde çüýregenligi we ýokary çyg çekijiligi. Ýöne antiseptikleri siňdirmek, antipirenleri girizmek, preslemek, ýuka elementleri ýelimlemek we ş.m. çäreler bilen bu kemçilikleriň hötdesinden gelmek bolýar.

Agaçlar, esasan, organiki maddalardan ybarat bolany sebäpli, olarda organiki himiýanyň kanunlaryny ulanmak bolar. Agaç öýjükleriniň diwarjyklarynyň 99 %-i organiki birleşmelerden düzülip, olaryň pürli agaçlarda 70 %-i, ýaprakly agaçlarda 80 %-i uglewodlardan ybaratdyr. Mälim bolşy ýaly, uglewod üç sany elementden, ugle-roddan, wodoroddan we kisloroddan emele gelýär.

Agajyň uglewod böleginiň esasy bölegini *sellýuloza*, az bölegini bolsa, *gemisellýuloza* diýlip atlandyrylýan sellýuloza bolmadyk polisaharidler eýeleýärler. Agajyň umumy uglewod bölegine *homosellýuloza* diýilýär.

Agajyň 20–30% töwregini *lignin* diýlip atlandyrylýan aromatik tebigatly madda eýeleýär.

Uglewodlar we lignin polimerler bolup, olara organiki polimerlere mahsus bolan kanunalaýyklyklar degişlidir. Olar ýakyn özara baglanyşykda bolup, agaç maddasynyň ýokary guralan polimer kompozision ulgamyny emele getirýärler.

Agajyň köp bolmadyk bölegi (2–4 %), öýjük diwarjyklarynyň düzüjisi bolmadyk ekstrakt maddalara degişli. Olar pesmolekulýar birleşmelerdir.

Sellýulozany $[C_6H_{10}O_5]_n$ ýa-da $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ formula bilen aňlatmak bolar, bu ýerde n – monomeriň polimerleşmek derejesi. Bu dereje, agaç sellýulozasynda 300–6000 aralykda ýa-da ondan hem ýokary bolup bilýär.

Agaçdaky sellýuloza süýümleri spiral görnüşinde bolup, olaryň 65–75 %-i kristal, 25–35 %-i amorf böleginden ybarat, özi hem pürli agaçlarda amorf bölegi az, ýapraklylarda bolsa köp (28–35 %) bolýar. Başga nazaryýete laýyklykda, tebigy sellýulozada kristallar has köp bolup, amorf faza 5–10 %-den köp däl. Munuň ýaly bolsa, sellýuloza bir fazaly, kristallaşan madda bolýar.

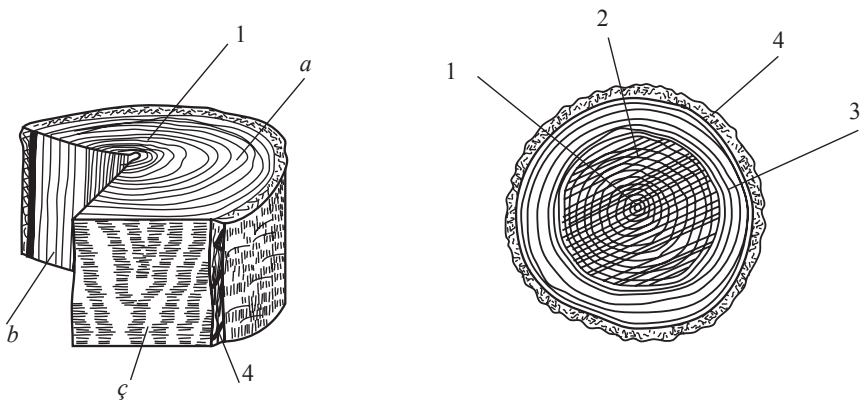
Lignin – bu hem tebigy polimer bolup, pürli agaçlaryň 28–30 %-ni, ýaprakly agaçlaryň bolsa 18–24 %-ni eýeleýär. Agajyň düzüminde 150 ýyl mundan ozal açylan hem bolsa, onuň örän çylşyrymly gurluşyny häzire çenli hem doly düşündirip bolmaýar. Ol şahalanýan tertipsiz torly polimerleriň garyndysyndan emele gelýär diýlip, hasap edilýär. Aromatiki tebigaty sebäpli, ligniniň düzüminde uglerodyň mukdary (60–65 %), sellýulozanyň düzümindäkiden (44%) köp bolýar. Himiki tarapdan seredilende, lignin reaksiýa ukypli polimer. Şol sebäpli onuň durnuklylygy pesrāk bolup, aňsat okislenýär.

Ekstrakt maddalar agaçlary reňk, ys, tagam, käte, awy bilen üpjün edýärler we ony çüýremekden, kömeleklerden, başga zyýan berijilerden gorayarlar. Ýaprakly agaçlarda ekstrakt şepbikleriň mukdary 1 %-e çenli, pürli agaçlarda 20 %-e çenli bolup bilýär. Agajyň düzüminde 1 % töweregi mineral maddalar hem bolýar.

Şeýlelikde, birinji ýakynlaşmada, agajyň düzümi sellýulozanyň we ligniniň konstruksiýa utgaşmagyndan ybaratdyr. Sellýulozanyň süýümleriniň üzülmäge ýokary garşylygy bolsa-da, olar aňsat egrelýärler. Lignin ol süýümleri, wodorod we wanderwaals baglanyşyk güýçleri bilen bitewi elemente birleşdirýär. Şeýlelikde, agaç ligninden ybarat matrisalyk giňişlikli tory we sellýulozadan ybarat kristal süýümlü dolduryjysy bolan konglomerat gurluşly tebigy organiki materialdyr.

Agaçlaryň makro gurluşy keseligine, radial we tangensial taraplaryna kesmek arkaly öwrenilýär.

Agajyň sütüniniň kese kesigi onuň gowşak we ýumşak dokumadan ybaratözeninden, ýazky hem-de oňa görädykz güýzki konsentrik gatlak-



19-njy surat. Agaç sütüniň esasy kesikleri:

a–kese kesilen tarapy; *b*–radial tarapy; *ç*–tangensial tarapy; 1–baldagyň özeni; 2–ýadro; 3–gabygasty gatlak; 4–gabyk

ly, ýadrodan we gabygasty (zabolon) gatdan ybarat agajyň özünden, diri öýjüklerden düzülen kambiden, lubdan, daşky gatlakdan düzülen gabykdan ybarat (19-njy surat). Sütüniň 6–25 %-i gabykdan, galan bölegi agaçdan ybarat. Agajyň ýadro bölegi goýurak, gabygasty (zabolon) bölegi ýagtyrak reňkde bolýar. Käbir agaçlarda ýadro bölegi bolmaýar, ol agaçlara zabolon (berýoza, lipa, klýon we başg.) agaçlary diýilýär.

2.2. Agaçlaryň umumy häsiýetleri

Agaçlaryň her bir jynsynyň özüne mahsus reňki we teksturasy bolýar. Pürli agaçlaryň, köplenç, ýönekeý we birmeňzeş suraty, ýaprakly agaçlaryň çylşyrymly suraty bolýar. Teksturasynyň baýlygy we dürli-dürlüdiği sebäpli dub, buk, kaştan ýaly agaçlar neçjar-bezeg işlerinde gymmatly material hasaplanylýar.

Agajyň, esasan, sellýulozadan ybarat hakyky dykzlygy 1540 kg/m^3 bolup, agajyň görnüşine bagly däl diýen ýalydyr. Agaçlaryň ortaça dykzlygy öýjükliligine bagly bolup, $450\text{--}900 \text{ kg/m}^3$ aralykda, käte, ondan hem ýokarda bolýar.

Gidrofil tebigaty we öýjüklü, süýümlü gurluşy bolany sebäpli, temperatura-çyglylyk şertleriniň üýtgemegi netijesinde, agaçlar aňsatlyk bilen çyg çekýärler we çyglylygyny berýärler. Çyglylygyna baglylykda agaçlar çygly (35 %-den ýokary), howadaky-gury (15–20%)

we otagdaky-gury (8–12 %) görnüşlere bölünýär. Çyglylygyň standart görkezijisi diýlip 12 % çyglylyk kabul edilýär.

Agajy zaýalaýan mikroorganizmlere garşy suwda ereýän antiseptikler–ftorly we kremniýftorly natriý; ýagly antiseptikler–antrasen we slanes ýaglary; bitумыň hem-de suwuk aýnanyň esasynda taýýarlanylýan pastalar we ş.m dürli antiseptikler ulanylýar. Bu antiseptikler durnuklylygyna görä, açyk howada, suwda we ýerde ulanylýar.

Agajyň oda durnuklylygy pes bolup, ol 250–300°C-da tutaşýar, ol ýanýan materiallara degişli, şol sebäpli konstruksiýalarda ulanylanda, agaja ýörite otdan goraýjy maddalar (antipirenler) siňdirilýär. Şeýle hem bu maksatlar üçin, dürli suwaglar, reňkler, plita we list materiallary ulanylýar.

2.3. Agajyň mehaniki häsiýetleri

Agajyň gysylmaga berkligi 12% çyglylykda, nusgalaryň ölçegleri 20×20×30 *mm*-lik gönüburçly prizmalarda kesgitlenilýär. Agaçlaryň süýümleriniň ugruna gysylmaga berkligi, keseligine berkliginden 4–6 esse ýokary bolýar. Agaçlar süýümleriniň ugruna süýnme dartgynlyklara, gysylmakdan 2–3 esse (100–170 *MPa*) ýokary garşylyk görkezýärler. Olaryň egrelmäge garşylygy hem örän ýokary bolýar we süýümleriniň ugruna gysylmagyndan 1,8 esse ýokary, süýnmeeginiň bolsa 70% töweregine barabardyr.

Fermalarda agaçlar döwürlmäge garşy hem işleýärler. Agaçlaryň bu berkligi, süýümiň ugruna 6–13 *MPa*, keseligine 24–40 *MPa* barabar.

Agajyň statiki gatylygy, nusganyň üstüne kesgitli diametrli we massaly metal şarjagazyň ýarysyny basyp giderýän yük boýunça hasaplanylýar (HB). Sosna, ýel, lipa, olha ýaly agaçlaryň gatylygy 30–50 *MPa*, dub, berýoza, ýasen, listwennisa ýaly agaçlaryň gatylygy 50–100 *MPa* töweregi bolýar.

2.4. Agaç materiallary we önümleri

Agaç materiallary gurluşyk işlerinde konstruksiýa, bezeg, ýylylyk geçirmeýän, akustiki we neçjarçylyk önümlerinde ulanylýar. Agaç

işlemekde emele gelyän galyndylar fibrolit, arbolit ýaly önümleriň, agaç ýonuşgaly we agaç süýümlü plitalaryň, plastmassalaryň hem-de başga önümleriň çig mallary hökmünde ulanylýar.

4-nji tablisa

Agaçlaryň görnüşleri boýunça ulanylyşy

Gurluşykda ulanylyşy	Agaç jynslary					
	pürli		ýaprakly			
	sosna, ýel	listwen-nisa	dub	ýasen	berýoza, osina	buk, grab
Fanera önümçiligi	+	+	+	+	+	+
Köpri gurluşygy	+	+	+	+	+	+
Gidrotehniki gurluşyk	-	+	+	+	-	-
Şpallary taýýarlamak	-	+	-	-	-	-
Parket taýýarlamak	-	-	+	+	-	+
Diwar bezemek işleri	-	-	+	+	+	+

Biziň ýurdumyzda tokaýlar çapylmaýar. Şol sebäpli gurluşyk üçin agaç materiallary daşary ýurtlardan (esasan, Russiýadan) getirilýär. Olaryň esasyalarynyň häsiýetnamalary 4-nji tablisada görkezilýär.

Türkmenistanda, gurluşyk maksatlary üçin köp bolmadyk mukdarda söwüt, derek agaçlary ýetişdirilýär. Ol agaçlardan konstruksion we neçarçylyk maksatly materiallar taýýarlanylýar. Bu materiallar preslemek we sintetik şepbikleri siňdirmek ýaly usullar bilen işlenilse, olaryň hili has hem ýokarlanýar.

Preslemek, materialyň gysylmaga berklik çäginden ýokary basyş bilen, köplenç, süýümlere perpendikulýar ugra geçirilýär. Şunuň netijesinde, öýjükleriň kanaljyklarynyň gurluşy bozulyp, agajyň izotroplygy artýar we hili ýokarlanýar.

Sintetik şepbikleri siňdirmek, agajyň berkligini 2–5 esse, gatylygyny 75 esse artdyryp, çyglylyga çişmesini 2–4 esse peseldýär. Agajy modifisirmekde sintetik madda hökmünde kremniý organiki birleşmeler, poliefir şepbikleri, Fenolformaldegid şepbikleri we başga polimerler ulanylýar.

3.1. Umumy maglumatlar

Daş materiallary tebigy we emeli görnüşlerde bolýarlar.

Tebigy daş materiallary – bu dag jynslarynyň fiziki-mehaniki, tehnologik häsiýetlerini üýtgetmän, çylşyrymly bolmadyk mehaniki işläp bejermek arkaly alynýan plitalar, bloklar, örtülýän, ýola düşelýän daşlar, döwlen çagyllar, çägeler we köp sanly başga önümler. Bular-dan başga, ummasyz mukdarda işlenmedik harsaňlar (iri daşlar), çagyl, çäge, toýun we beýleki materiallar ulanylýar.

Emeli daş materiallary – bu dag jynslaryny çylşyrymly mehaniki, himiki gaýtadan işlemekligiň netijesinde alynýan mineral berkidijileriň esasynda taýýarlanylýan konglomeratlar we keramiki materiallar.

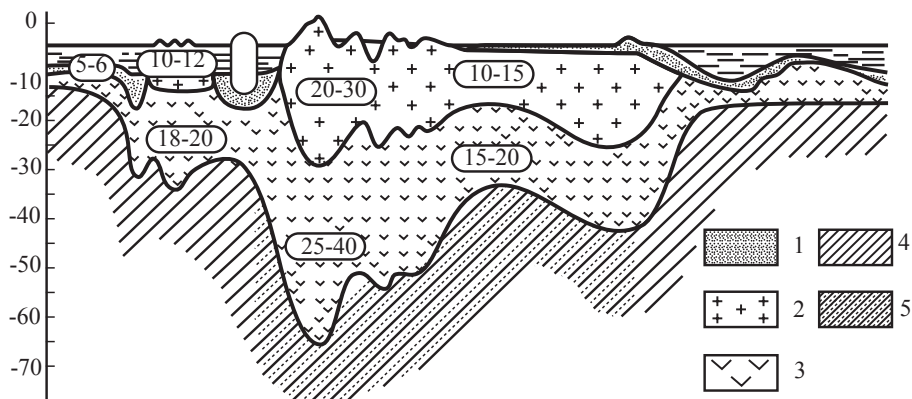
Dag jynslary belli bir eýeleýän ýeri, ýatýan çuňlugy bolan, himiki we mineral düzüminiň azda-kände hemişeligi, şeýle hem gurluş (struktura), tekstura aýrtatynlyklary bilen häsiýetlendirilýän mineral agregatlardyr. Olar Ýer gabygynda, 15–60 *km* galyňlykda ýerleşýärler.

Dag jynsynyň **gurluşy** diýlende, onuň kristallaşmagynyň derejesi, görnüşi, däneleriniň ölçegleri, mineral komponentleriniň we sementiň gatnaşygy ýaly görkezijiler bilen şertlenen aýratynlyklarynyň jemine aýdylýar.

Dag jynsynyň **teksturasy**, jynsyň düzüm bölekleriniň eýeleýän göwrümünde özara ýerleşişini, paýlanyşyny kesgitleýän alamatlary bilen häsiýetlendirilýär we onuň daş görnüşiniň aýratynlyklaryny, hususan-da, gatlaklylygyny, öýjükliligini, massiwligini, reňk öwüşginini hem-de dekoratiwligini suratlandyrýar.

Dag jynslary emele gelşi boýunça **magmatik, çökündi** we **metamorfik** dag jynslaryna bölünýärler.

Magmatik dag jynslary Ýer gabygynyň çuňluklaryndan ergin magmanyň ýokary gatlarklara galyp, sowamagy netijesinde emele gelýärler. Sowamagyň tizligi boýunça **çuňlukdaky** (intruziw), **çogan** (effuziw) we **ýarymçuňlukdaky** (gipabissal) magmatik dag jynslary tapawutlandyrylýar (20-nji surat).



20-nji surat. Ýer gabygynyň gurluşynyň shemasy:

1 – çöküncü gatlagy (çeholy); 2 – granit gatlagy; 3 – bazalt gatlagy; 4 – peridotit düzüminiň ýokarky mantiýasy; 5 – eklogit (granit-piroksen) düzüminiň ýokarky mantiýasy; 5–6, 10–12 we ş.m. – gatlagyň ortaça galyňlygy (km)

Magmatik dag jynslarynyň esasy oksidleri: SiO_2 ; Al_2O_3 ; FeO ; CaO ; MgO ; Na_2O ; K_2O we H_2O . Has hem kremniýer SiO_2 magmatik dag jynslarynyň himiki düzüminiň häsiýetnamasy bolup durýar, onuň mukdaryna baglylykda jynslar has turşy (75 %-den ýokary), turşy (65–75 % aralykda), aralyk (52–65 % aralykda), esas (40–52 % aralykda), has esas (40 %-den az bolanda) häsiýetlere bölünýärler.

3.2. Çuňlukdaky magmatik dag jynslary

Çuňlukdaky magmatik dag jynslarynyň uly çuňluklarda haýal sowamagy, iri däneli kristallaryň emele gelmegine getirýär. Üstündäki gatlaklaryň basyşy olaryň ýokary dykzlygyny üpjün edýär. Bu dag jynslaryndan taýýarlanylýan materiallaryň iri kristal gözenegi, ýokary dy-

kyzlygy ($2600-3300 \text{ kg/m}^3$), ýokary gysylma bekligi ($100-500 \text{ MPa}$), ýokary doňaklyga durnuklylygy (F 200-den ýokary), pes suw siňdirijiligi ($0,1-1,5 \%$) we ýokary ýylylyk geçirijilik ($2,6-2,8 \text{ Wt/m}^{\circ}\text{C}$) häsiýetleri bolýar. Olardan esasy ýaýranlary (turşulygynyň peselmegi boýunça) granit, siýenit, diorit, gabbro we labrodorit.

Granit magmatik dag jynslarynyň iň köp ýaýran görnüşidir. Düzümünde SiO_2 -niň mukdary $65-75\%$. Bu çylşyrymly, turşy dag jynsy kwarsdan ($20-40\%$), ortoklazdan ($40-70\%$) we slýudalardan ($5-20\%$) ybaratdyr. Düzümüne girýän minerallara baglylykda açyk-çal, çal, mawy-çal, gyzyl we ýaşyl reňklerde duş gelýär. Dykzlygy ortaça 2700 kg/m^3 , öýjükliligi ortaça $0,5-1,5\%$, gysylmada berklik çägi $100-250 \text{ MPa}$. Granit doňaklyga durnuklylygy we az suw siňdirijiligi bilen tapawutlanýar. Granit jaýlaryň we gidrotehniki desgalaryň ýüzüni örtmek üçin, basgançaklary, ýollaryň gyrasyna örülýän daşlary taýýarlamak üçin ulanylýar. Granitiň düzümünde kwarsyň mukdary artyp, slýudalar azaladygyça hili ýokarlanýar.

Siýenitiň granitden tapawudy, düzümünde kwarsyň mukdarynyň az bolmagy (SiO_2 65% -e çenli). Berkligi boýunça granite ýakyn, ýöne doňaklyga we himiki täsirlere durnuklylygy pes bolýar.

Dioritiň düzüminiň esasy bölegi (75% töweregi) meýdan şpatlaryndan (plagioklazlardan) ybarat. Onuň dykzlygy $2800-3000 \text{ kg/m}^3$, gysylma berkligi $150-280 \text{ MPa}$, düzümünde kremniýeriň mukdary $60-65\%$. Diorit gowy ýylmanýar, suwly we howaly gurşawyň täsirine durnukly bolýar. Bu material ýol gurluşygynda we jaýlaryň ýüzüni örtmekde ulanylýar.

Gabbronyň düzümünde kremniýer az bolany (SiO_2 $40-52\%$) sebäpli, esas dag jynslaryna degişli, onuň düzümi meýdan şpatlaryndan, awgiden we oliwinden ybarat. Reňki çal, goýy-ýaşyl, goňur-ýaşyl ýa-da gara, dykzlygy $2900-3300 \text{ kg/m}^3$, gysylma berkligi $200-350 \text{ MPa}$.

Labradorit gabbronyň bir görnüşü bolup, düzümindäki labrador mineralynyň gök, mawy, ýaşyl, altynsow we başga öwüşginleri bilen tapawutlanýar. Labradorit bezeg örtüginde gymmatly material bolup hyzmat edýär.

3.3. Çogan magmatik dag jynslary

Çogan magmatik dag jynslary wulkan lawasynyň ýeriň ýüzüne çykyp, pes temperaturanyň we pes atmosfera basyşynyň täsiri bilen, uly tizlik bilen sowamagy sebäpli, gurluşy doly kristallaşmadyk bolup, düzümünde amorf aýnalarynyň köplügi bilen tapawutlanýarlar. Lawanyň düzümündäki gazlaryň (kömürturşy gazy, suw buglary, kükürtli gazlar we ş.m.) atmosfera bölünip çykmagy netijesinde, köp sanly öýjükler emele gelip, magma gatandan soňra hem ol öýjükleriň saklanyp galmagyna getirýär. Olaryň gurluşykda giň ýaýran görünüşleri düzümündäki kremnieriň azalmagynyň tertibi boýunça liparitler, trahitler, andezitler we bazaltlar.

Porfirler dürli ölçegdäki kristallary we aýnalary emele getirýän ýarymçuňlukda ýatan magmatik dag jynslary. Porfirleriň häsiýetleri çogan jynslar bilen bilelikde öwrenilýär.

Kwarsly porfirler we liparitler himiki düzümi boýunça granitler bilen meňzeş bolýarlar. Olar çagyl önümçiliginde ulanylýar. Bu jynslaryň dekoratiwligi we ýylmanyjylygy, olary bezeg işlerinde ulanmaga mümkinçilik berýär. Bu porfirleriň dykzlygy $2400-2600 \text{ kg/m}^3$, berkligi $130-180 \text{ MPa}$.

Kwarsсыз porfirler we trahitler siýenite meňzeş bolup, olaryň dykzlygy $2200-2600 \text{ kg/m}^3$, berkligi $60-70 \text{ MPa}$ aralykda bolýar. Olar çagyl önümçiliginde ulanylýar.

Porfiritleer we andezitler diorit bilen meňzeş bolup, dykzlygy $2600-3000 \text{ kg/m}^3$, berkligi $140-250 \text{ MPa}$ aralygynda. Olar ýokary berkligi sebäpli ýol gurluşygynda, fundamentlerde ulanylýar. Öýjükli andezitler diwar materiallarynyň önümçiliginde ulanylýar. Porfiritleeriň owadan görünüşleri bezeg materiallarynda peýdalanylýar.

Diabazlar we bazaltlar gabbro bilen meňzeş bolýarlar. Düzüminde köp mukdarda demir-magnezial silikatlarynyň bolmagy sebäpli, bu dag jynslaryň ýokary berkligi ($300-450 \text{ MPa}$) we şepbeşikligi bolýar. Diabaz ýaşyl, çal-ýaşyl reňkli, bazalt bolsa gara reňkli bolýar.

Bulardan başga, magmatik dag jynslaryna wulkanogen ýumşak jynslar bolan **wulkan küli**, **wulkan çägesi**, **pemza** we sementleşen jynslar **wulkan tufy**, **trasslar**, **lawa tufy** degişli. Ýokary öýjüklilik

(45–80%) we pes ýylylyk geçirijiligi (0,1–0,5 Wt/mK) sebäpli, bu jynslar diwar materiallary, ýeňil betonlaryň dolduryjylary hökmünde giňden ulanylýar. Gidrotehniki häsiýetli betonlaryň önümçiliginde, tebigy amorf kremniýer materiallary köp mukdarda sementleriň düzümine goşulýar.

3.4. Çöküncü dag jynslary

Çöküncü dag jynslary magmatik hem-de metamorfik dag jynslarynyň fiziki, himiki sebäplere görä dargamagy netijesinde emele gelip, mehaniki çökündilere, organogen dag jynslaryna we himiki çökündilere bölünýärler.

1. Mehaniki çökündiler baglanyşygy boýunça gowşaklara (çağyllar, çägeler, toýunlar) we sementleşen (gumdaşlar, konglomeratlar, brekçiyalar) görnüşlere bölünýärler.

Mehaniki çökündiler (döwlen dag jynslary) bölekleriniň iriligi boýunça harsaňlara (100–1000 mm), iri çağyllara (10–100 mm), ownuk çağyllara (1–10 mm), çägelere (0,1–1 mm), külke gumlara (0,01–0,1 mm) we toýunsow gumlara (0,01–0,001 mm) bölünýärler. Çägeleriň esasy bölegi kwarsdan ybarat. Külke gumlaryň 50% töweregi toýun minerallary bolup, galan bölegi kwarsdan, meýdan şpatlaryndan we kalsitden ybarat. Toýunsow gumlar kaolinitden, montmorillonitden we kwars, kalsit garnuwly gidroslyudalardan ybarat.

Bularyň arasynda diňe toýun gumlary asyl jynslaryň himiki dargamagyndan emele gelýär, beýleki çökündiler bolsa, asyl jynslarynyň kän bir üýtgemän owranan bölejiklerinden durýar. Toýunlaryň aglabasy poliminerallardan ybarat. Olar keramiki gurluşyk materiallarynyň esasy çig mallary bolup hyzmat edýärler.

Toýunlaryň kaolinit we montmorillonit monomineral görnüşleri has gymmatly. **Kaolinit** toýunlary turşy gurşawda emele gelip, kontinental ýataklara degişlidirler. Olar dürli alýumosilikatlaryň gidrolizi netijesinde emele gelýärler. Mysal üçin, ortoklaz suwda erän kömürturşy gazynyň täsiri bilen kaolinite, amorf kremniýere we potaşa dargaýar:



Montmorillonit $(Al,Mg)_2(OH)_2[Si_4O_{10}]_nH_2O$ toýunlary wulkan külleriniň dargamagy netijesinde we deňizleriň çökündisinde, aşgar gurşawda emele gelýärler. Montmorillonit toparynyň mineralary, toýunlaryň käbir görnüşlerinde esasy jyns emele getiriji bolup hyzmat edýärler. Natrili montmorillonitleriň suwda giňelmek, kalsili montmorillonitleriň bolsa, suwda giňelmezlik häsiýetleri bar.

Gidroslýudalar muskowitiň, biotitiň we beýleki slýudalaryň dargamagy netijesinde emele gelýärler.

Sementleşen çökündiler gowşak çökündileri, dürli himiki maddalaryň sementlemegi sebäpli emele gelýärler. Kremniýer sementleri (ikilenç kwars, opal, halsedon) has berk jynslary, karbonat (kalsit) we demirsow (limonit) sementler oňa görä gowşagrak garyndylary (konglomeratlary), toýunsow sementler bolsa gowşak jynslary emele getirýärler.

2. Organogen dag jynslary organizmleriň galyndylarynyň suwuň astynda dykyzlanmagy netijesinde emele gelipdirler. Olar kremnili we karbonatly görnüşlere bölünýärler. Karbonatly jynslara hekdaşynyň esasy ýataklary, mergeller, hek; kremnili jynslara diatomitler, trepeller we ş.m. degişlidirler.

3. Himiki çökündiler suwly doýgun erginlerden kristal maddalaryň çökmegi netijesinde emele gelýärler. Bu dag jynslaryna karbonatlar (hekdaşynyň käbir ýataklary, magnezit, dolomit, hek tufy), sulfatlar (gips, anhidrit) we allitler (boksitler, lateritler) degişlidir.

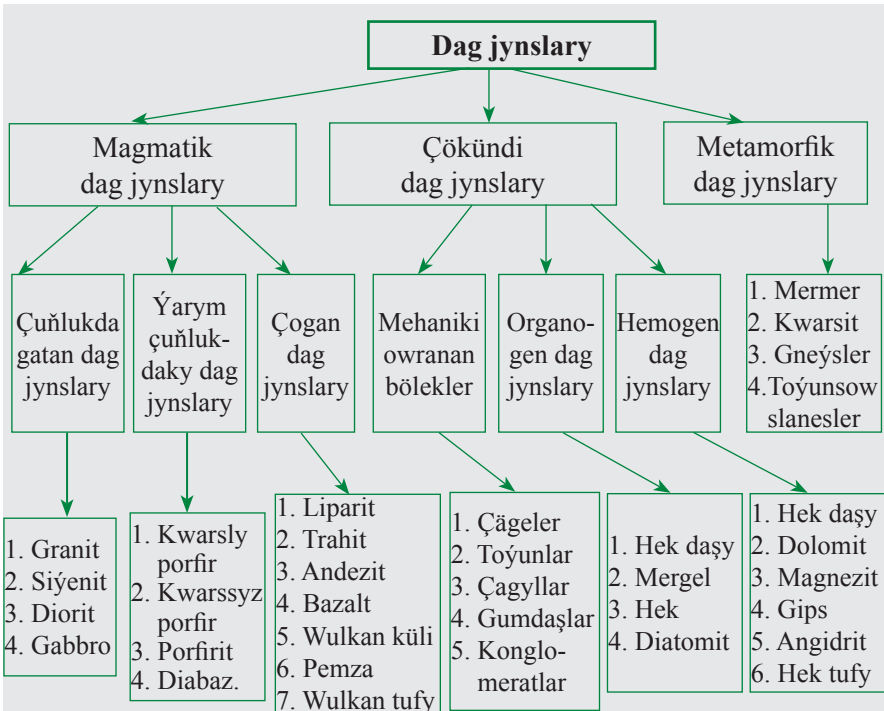
3.5. Metamorfik dag jynslary

Metamorfik (görnüşini üýtgeden) dag jynslary Ýer gabygynyň jümmüşinde, ýokary basyşyň we temperaturanyň täsiri bilen, magmatik (gneýsler) we çökümdi dag jynslaryndan (mermer we kwarsit) emele gelýärler. Öň metamorflanan dag jynslarynyň hem täzedan kristallaşmaga sezewar bolmagy mümkindir. Metamorfik dag jynslarynyň emele gelmegine tektoniki prosesler has güýçli täsir edýärler. Bu jynslarda basyşyň ugrunyň uly ähmiýeti bolýar. Basyş birtaraply bolanda, gatlakly slanes gurluşy (gneýsler, slanesler) emele

gelyär. Bu materiallar tekizlik boýunça aňsat bölünýärler, şol sebäpli olar bezeg plitalary we örtükler hökmünde peýdalanylýar.

Köptaraply basyşda jynslar monolit gurluşy emele getirýärler. Şeýlelikde, hekdaşlaryndan **mermer**, çägelerden bolsa **kwarsit** emele gelyär. Mermerler tebigatda hekdaşlaryň we dolomitleriň täzeden kristallaşmagy netijesinde emele gelyärler. Mermer ýuka plastinalara aňsat kesilýär, gowy ýylmanýar. ol binalaryň içki we daşky bezegi üçin gymmatly materialdyr. Galyndylary bolsa, dekoratiw suwaglarda we betonlarda ulanylýar.

Kwarsitler kwars çägeleriniň metamorflaşmagy netijesinde emele gelyärler we ak, sary, çal, gyzylymtyl reňklerde, massiw ýa-da slanesli teksturaly gabat gelyärler. Kwarsit ýokary berkligi, portlugy we işlemeşi kynlygy bilen tapawutlanýar. Bu kislotalara we oda durnukly materialdyr.

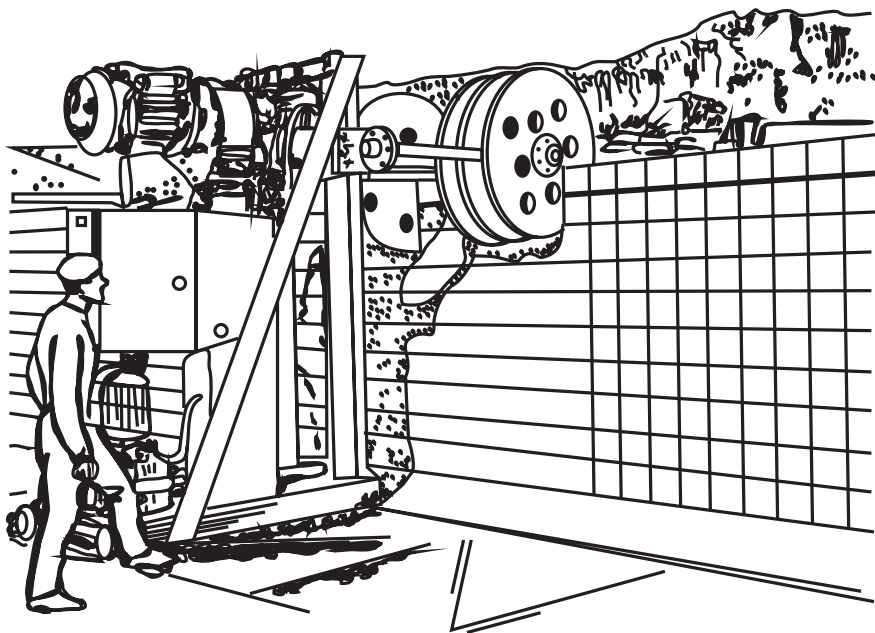


21-nji surat. Tebigy dag jynslary

3.6. Tebigy daş materiallarynyň gazylyp alnyşy we işlenilişi

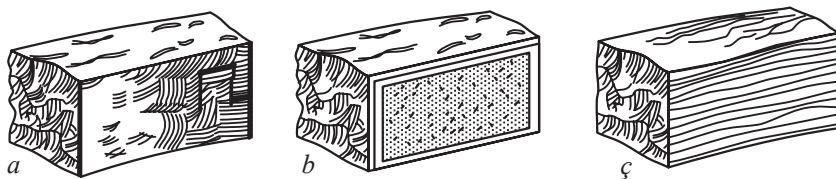
Tebigi daşlarynyň gazylyp alynmagy berkleşen ýa-da gowşak ýerleşen massiwler görnüşlerdäki känlerde ýerine ýetirilýär. Dag jynslarynyň ýerleşiş çuňlugy, hili, geografik ýerleşäşi, ätiýajy boýunça senagat känleri we ýolugry känler tapawutlandyrylýar. Senagat känleriniň enjamlaşdyrylyşy has kämil bolup, önümiň özüne düşýän bahasy arzan bolýar.

Gazylyp alnyş usulynyň görnüşi, jynslaryň berkligine görä saýlanyp alynýar. Mysal üçin, çökünci jynslar ekskawatorlar bilen mehaniki usulda alynýar; hek tuflary, balykgulaklar ýaly ýumşak jynslar daş kesýän maşynlar bilen kesilip alynýar (22-nji surat); magmatik massiw jynslar bolsa partlaýjy maddalaryň kömegi bilen alynýar.



22-nji surat. Disk görnüşindäki byçgyly daş kesiji maşyn

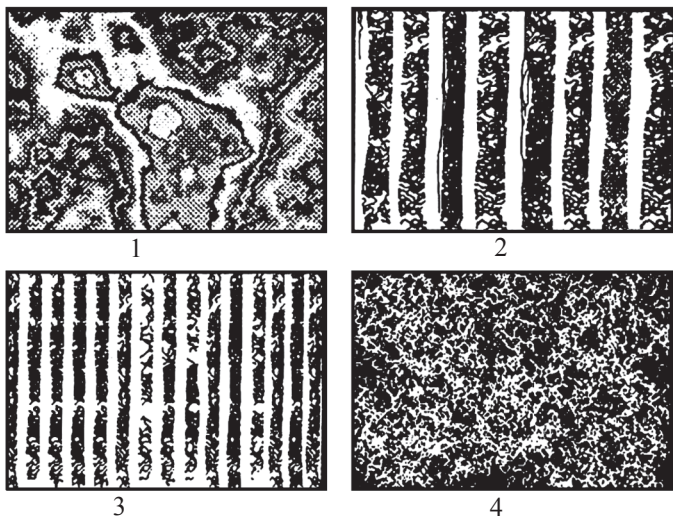
Soňra, känlerden getirilen tebigy daşlar, pneumatik gurallaryň we stanoklaryň kömegi bilen bürür-sürür ýa-da ýylmanak üstli önümleri almak üçin işlenilýär (23-nji we 24-nji suratlar).



23-nji surat. Diwarlyk daşlar:
a – döwlen; b – ýonulan; ç – kesilen

Çagyllary, owradylan çägäni we mineral külkesini almak üçin dag jynslary gazylp alnandan soňra, olar daş döwüji we daş owradyjy enjamlarda owradylýar we fraksiýalara bölünýär.

Ýurdumyzyň territoriýasynda, tebigy daş materiallary gazylp alynýan känleriň sany örän köpdür. Olaryň enjamlaşdyrylyşy ýyl-ýyldan kämilleşdirilýär. Daş materiallaryny gazyp almakda we gaýtadan işlemekde, ýokary öndürjilikli usullar ornaşdyrylýar. Bu känlerde betonlaryň dolduryjylary bolan hekdaşlar, dolomitler, silikatly daşlar, kwars çägesi, başga ýokary hilli çägeler, sement önümçiligi we keramiki materiallar üçin çig mal bolan kaolinit we beýleki toýunlar, tebigy gips, angidrit ýaly gymmatly materiallar köp mukdarda gazylp alynýar.



24-nji surat. Daşlaryň üstüniň görnüşleri:
1 – bütür-südür; 2 – riflenen; 3 – joýaly; 4 – nokatly

3.7. Jyns emele getiriji esasy minerallar

3.7.1. Umumy maglumatlar

Gurluşyk materiallary üçin dag jynslary, Ýer gabygynyň ýokary gatlagyndan gazylyp alynýar, onuň düzüminde kislorod 47%, kremniý 26%, alýuminiý 8%, demir 5%, kalsiniň, magniniň we natriniň jemi mukdary 11% töweregi bolup, galan elementler dag jynslarynyň 3% töweregini eýeleýärler. Dag jynslary minerallardan ybaratdyrlar (25-nji surat). Eger dag jynsy bir mineraldan ybarat bolsa, oňa ýönekeý ýa-da **monomineral**, birnäçe mineraldan ybarat bolsa, onda çylşyrymly ýa-da polimineral diýlip atlandyrylýar. Tebigatda mineral gaty, suwuk we gaz görnüşlerinde gabat gelýärler.

Minerallaryň esasy fiziki häsiýetlerine olaryň gatylygy, dykzlygy, sepleşigi, döwügi, reňki, çyzygy we ýalpyldysy degişlidir.

Minerallar **jyns emele getiriji** we **ikinji derejeli** görnüşlere bölünýärler. Häzirki wagta çenli minerallaryň 4000-e golaýy mälimdir. Olaryň diňe 40–50 sanysy jyns emele getiriji bolup, dag jynslarynyň emele gelmegine we häsiýetleriniň ýüze çykmagyna gatnaşýarlar. Beýleki minerallar garyndy görnüşinde gabat gelýärler.

Jyns emele getiriji minerallary **silikatlara, oksidlere we gidrok-sidlere, karbonatlara, sulfatlara, sulfidlere** we sap minerallara bölmek bolar.

3.7.2. Silikatlar

Silikatlar dürli kremniý kislotalarynyň duzlary bolup, çylşyrymly himiki birleşmelere degişlidirler. Olar jyns emele getiriji minerallaryň has köp sanlysy (umumy 800 töweregi) bolup, Ýer gabygynyň massasynyň 80%-ini eýeleýärler. Esasy komponentleri O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K.

Si-O baglanyşygyň nazaryýeti barada düşüňjeler. Öň belläp geçişimiz ýaly, silikat daş materiallary üçin SiO_2 aýratyn orun eýeleýändigini sebäpli ony öwrenmeklige, has hem Si-O baglanyşyk-

larynyň görnüşlerine has uly üns berilýär. Silikatlaryň esasy häsiýetlerini himiki düzümi däl-de, olaryň ion kristal gözenekli gurluşynyň aýratynlyklary kesgitleýär. Bu gözenegiň esasy gurluş birligi bolan kremnikislorod tetraedriniň $(\text{SiO}_4)^{4-}$ ölçegleri hemişe diýen ýaly üýtgeýsiz durýar. Kristal gözenekde Si ionlarynyň bir bölegi Al ionlary bilen çalşyrylyp, alýumokislorod tetraedrleriniň $(\text{AlO}_4)^{4-}$ emele gelmegi, karkasly alýumosilikatlaryň (meýdan şpatlarynyň, slýudalaryň, gidroslyudalaryň, kaolinitiň, montmorillonitiň we başg.) emele gelmegine getirýär. Betonlarda eremesi kyn organiki däl polimer anionlarynyň $(\text{Si}_{12}\text{O}_{31})^{14-}$ esasyndaky kalsiý gidrosilikatlary betonyň durnuklylygyny has artdyrýar.

Si-O baglanyşygyň nazaryýeti barada düşüňjeler.



1

2

25-nji surat. Tebigy kristallar:

1 – kwars-dag hrustaly; 2 – topaz

Si-O baglanyşygyň aşakdaky görnüşleri bellidir:

– garaşsyz baglanyşyklar $[\text{SiO}_4]^{4-}$, mysal üçin, oliwin $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$;

– çylşyrymly, ahyrky tetraedr toparlar (SiO_4) , mysal üçin, üçkal-sili silikatyň gidraty $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_6$;

– tükeniksiz birölçegli ýa-da ikölçegli toparlar – metasilikat zynjyrjagazlary $[\text{SiO}_3]_2$, mysal üçin, wollastonit $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$;

- tükeniksiz lentalar, haçanda zynjyrjagazlar lenta birigende $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{4-}$ ýa-da $[\text{SiO}_3]^{2-}$ görnüşinde;
- gatlaklar, haçanda lentalar iki ok boýunça ikölçegli gurluşy emele getirilenlerinde $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$;
- göwrümlü (karkasly) baglanyşyk has çylşyrymly bolup, bular-da ähli tetraedrleriň kislorodlary umumydyrlar.

Meýdan şpatlary himiki düzümi boýunça kaliniň, natriniň we kalsiniň alýumosilikatlary: **ortoklaz** $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_6)$ – göni döwülýär diýmekligi, **plagioklaz** – albit $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ we anortit $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)_8$, gysyk döwülýär diýmekligi aňladýar. Tebigy şertlerde ortoklaz has durnukly bolup, gaty we berk dag jynslaryny emele getirýär. Plagioklazlaryň durnuklylygy pes bolany sebäpli, toýunsow jynslara öwrülýärler. Plagioklazlar gymmatly dekoratiw materiallar (labrador) hökmünde ulanylýar.

Nefelin $\text{Na}(\text{AlSiO}_4)$ hem karkasly alýumosilikatlara degişlidir. Ol jyns emele getiriji mineral hökmünde aşgarly magmatik jynslaryň düzümine girýär.

Slýudalar jyns emele getiriji komponent hökmünde magmatik we metamorfik jynslaryň düzümine girýärler. Slýudalar ýeñillik bilen ýuka, çeye we maýyşgak plastinajyklara bölünýärler. Şol sebäpli olar gurluşyk materiallarynyň berkligini we daşky täsirlere durnuklylygyny peseldýärler. Slýudalar çägeleriň düzüminde bolup, olaryň hem gurluşyk häsiýetlerine zyýan ýetirýärler. Himiki düzümi boýunça slýudalar iki görnüşe bölünýärler: muskowit – ak slýuda $\text{KAl}_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ we biotit – $\text{K}(\text{Mg, Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}][\text{OH, F}]_2$ gara ýa-da goňur demir-magnezial slýuda.

Gidroslýudalar slýudalara çalymdaş bolup, düzüminde ep-esli mukdarda baglanan suwy saklaýarlar.

Ikilenç emele gelen gatlakly silikatlara, tebigatda giňden ýaýran talk, asbest, kaolinit we montmorillonit degişlidir.

Talk $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ külke görnüşinde plastmassalaryň, pastalaryň, syrçalaryň we kislota durnukly önümleriň dolduryjylary hökmünde, daş görnüşinde oda durnukly futerlerde ulanylýar.

Asbest birnäçe görnüşde gabat gelýär, ýöne gurluşyk materialy hökmünde hrizotil-asbestiň $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_{18}$ ähmiýeti

bardyr. Asbestiň 8 mm-den uzyn süýümleri asbestreziniň, ýanmaýan matalaryň we ş.m. önümleriň düzümünde ulanylýar we has gymmatly hasaplanylýar. 2–8 mm-lik süýümler asbestsement önümlerinde, külke asbest oda durnukly reňklerde, suwaglarda we ş.m. işlerde ulanylýar.

Kaolinit $Al_2[Si_2O_5][OH]_4$ köp toýunsow jynslaryň esasy mineraly. Ol aňsatlyk bilen ýuka gatlaklara bölünýär, gatylygy örän pes (HB1-den kiçi), dykzlygy ýokary däl (2,6 g/sm²). Kaolin toýunlarynyň esasy ulanyjysy keramika senagaty. Şeýle hem kaolin dolduryjy hökmünde plastmassalaryň, emulgatorlaryň, reňkleýjileriň we ş.m. önümleriň düzümünde ulanylýar.

Montmorillonitiň $(Al, Mg)_2(OH)_2[Si_4O_{10}]_n H_2O$ hereketli kristal gözenegi bolany sebäpli, ol üç essä çenli çyg çekip çişmäge ukyplydyr. Toýunsow jynslaryň düzümünde montmorillonit köp bolsa, bu toýunlaryň çyg çekmek we çişmek häsiýetleri güýçli bolýar. Bu material ýerasty gurluşyk işlerinde suw saklaýjy hökmünde ulanylýar.

3.7.3. Oksidler

Oksidler metallaryň we metalloidleriniň kislorod bilen birleşmesi. Bularyň arasynda iň giňden ýaýran mineral kwars SiO_2 . Ol allotropiýa sebäpli α -kwars (573-870°C), tridimit (870-1470°C) we kristobalit (1470-1713°C) ýaly üç modifikasiýalarda gabat gelýär.

Arassa kwars reňksiz mineral, ýöne mehaniki garyndylar sebäpli dürli öwüşginlere eýe bolýar. Jyns emele getiriji mineral hökmünde, ol magmatik, metamorfik we çökündi dag jynslarynyň düzümine girýär. Kwars himiki durnukly bolany sebäpli, galyň çäge gatlaklaryny emele getirýär.

Tebigatda gidratlaşan amorf kremniýeriň ýataklary bolýar. Ol dag jynslary sement önümçiliginde gidrawlik garyndy hökmünde we başga maksatlar üçin giňden ulanylýar.

Silikatlaryň kristal gözeneginiň gurluşynda kislorodyň ionlary uly rol oýnaýarlar. Ol ionlaryň ýerleşişiniň dykzlygy örän ýokarydyr. Olar gözenegiň iň köp sanly we iň uly gurluş elementidir.

Şeýle hem gurluşyk materiallarynyň önümçiliginde oksidlerden we gidroksidlerden korund Al_2O_3 , diaspor $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, gidroargillit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, gematit Fe_2O_3 , limonit $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, rutil TiO_2 ýaly minerallar giňden ulanylýar.

Buz, suw we **bug** görnüşinde gabat gelyän mineral $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, wodorodyň okislenmeginiň önümi. Gurluşyk materiallarynda bu mineral suw görnüşinde ulanylýar.

373 K temperaturada suwuň molekulýar göwrümi 18,8 sm^3 -e deň. Şu göwrümi bugartmak üçin 45 kJ, 1 sm^3 suwy bugartmak üçin bolsa, $45:18,8=2,4$ kJ ýylylyk sarp edilýär. Alnan ululyk suwuň içki basyşynyň ýa-da molekulalarynyň baglanyşygynyň ölçegi. Bu ululygy basyşyň birligine geçirip, suwuň içki molekulýar basyşynyň 2400 MPa deňdigini kesgitleýis.

Beýleki suwuklyklaryň köpüsi basyşynyň has pesligi (20–50 MPa) bilen häsiýetlendirilýär we suwuň gysylmagynyň örän kyndygy şunuň bilen düşündirilýär. Tebigy şertlerde, suw fazalaryň bölünýän üstünde 3-3,5 mün MPa-dan geçýän ägirt basyşda, adsorbsiýa güýçleriniň täsiri bilen gysylýar. Häsiýetleri boýunça adsorbsion suw gaty jisime ýakynlaşýar, ýöne buzuň gurluşyndan düýpli tapawutlanyp, ýokary derejeli tertiplilige eýe bolýarlar.

Dürli barlaglaryň netijeleri boýunça, adsorbsion gatlagyndaky suwuň dykzyzlygy 1,2-2 g/sm^3 aralygynda bolup, dielektrik hemişeligi 2-3 töweregi, ol suwlar 195 K temperaturada doňmaýar we 973 K-den ýokarda adaty suw halyna geçýär.

Suwuň molekulasynda uly dipol momentiniň döremegi, esasan, wodorod baglanyşygy sebäpli, ol diňe bir ýokary fiziki-himiki işjeňlige eýe bolman, eýsem, täze emele gelen gurluşlara dürli görnüşde girip bilýär:

1. Konstitusion suw. Suw kristal gözenege H^+ , OH^- ionlar bilen girýär. Konstitusion suw öňki ýagdaýyny himiki birleşme dargandan soň alýar;

2. Kristallaşan suw. Suwuň molekulasy kristal gözenege goşulyp kristalgidratlary emele getirýärler. Bu suw minerallardan iki

basgançakda aýrylýar. Mysal üçin, tebigy gipsde ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ilki $1,5\text{H}_2\text{O}$, soňra $0,5\text{H}_2\text{O}$ bölünip aýrylýar;

3. Seolit suwy. Seolitlerde suwuň molekulalary gözenekleriň boşluklarynda ýerleşýärler we esasan, alýumosilikatlarda emele gelýärler. Bu suwlar kristal gözenegini bozman, öz-özünden aýrylýar;

4. Kapillýar suwy. Bu suwlar gözenekleriň gatlaklarynyň arasynda, geliň düzümünde we erkin görnüşlerde bolýarlar. Olar himiki birleşmäni we kristaly bozman öz-özünden aýrylýarlar.

Kesgitlemeden görnüşi ýaly, bu klassifikasiýada suwuň molekulalarynyň işjeňligi, oksid molekulalary bilen aralygyna görä üýtgeýär. Suwuň häsiýetleriniň beýle tapawutlanmagy elektrik güýçleri bilen düşündirilýär.

Gidrosilikatlarda, beýleki tebigy we emeli daşlarda suwuň ähli görnüşlerde gabat gelmegi, olaryň gurluşyny öwrenmegi kynlaşdyrsa-da, tehnologik mümkinçilikleri örän baýlaşdyrýar.

Dag jynslarynyň hem-de köp sanly emeli daşlaryň emele gelmeğinde, aýratyn hem ýokary temperaturada we basyşda suwuň ähmiýeti has uludyr. Suw çylşyrymly molekulalaryň düzümine girip, dürli gidratlary emele getirýär. Suw we suwuň bugy suwsuz birleşmeleriň emele gelmegi üçin hem oňaýly şertleri döredýärler.

3.7.4. Karbonatlar

Karbonatlar kömür kislotasynyň duzlary bolup, çökündi we metamorfik dag jynslarynda, jyns emele getiriji minerallar hökmünde giňden ýaýrandyr.

Kalsit CaCO_3 Ýer gabygynda iň ýaýran minerallaryň biridir. onuň gatylygy (3) we dykzlygy ($2,7 \text{ g/sm}^3$) pes bolup, suwda eremeýär diýen ýalydyr. Ýöne suwuň düzümünde kömürturşy gazy bar bolsa, kalsit suwda özünden 100 esse gowý ereýän kalsiý bikarbonatyna öwrülýär:



Magnezitiň (MgCO_3) gurluşy we görnüşi kalsite çalymdaş bolup, ondan has seýrek duş gelýär. Magnezit oda durnukly önümlerde giňden ulanylýar.

Dolomitiň [$\text{Ca, Mg}(\text{CO}_3)_2$] hem gurluşy kalsite çalymdaş bolup, betonlaryň dolduryjylary hökmünde giňden ulanylýar.

3.7.5. Sulfatlar, sulfidler we sap minerallar

Sulfatlar ýokary bolmadyk gatylygy we berkligi, ýokary sepleşigi, açyk reňki bilen häsiýetlendirilýärler. Gurluşyk maksatlary üçin angidrit, gips, barit we mirabilit ulanylýar.

Angidrit CaSO_4 aýna ýalpyldyly, gatylygy pesräk (3-3,5), dykzlygy 3 g/sm^3 töweregi bolan, kämil sepleşikli, kristal mineral. Tebigy şertlerde suwy özüne birikdirip, gipse öwrülýär we 30% göwrümi artýar.

Gips $\text{CaCO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gatylygy (1,5-2) we dykzlygy ($2,3 \text{ g/sm}^3$) pes, sepleşigi kämil, port kristal mineral. Berkidiji materiallaryň önümçiliginde giňden ulanylýar.

Barit BaSO_4 we **mirabilit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$** aýnalaryň, reňkleriň, syrçalaryň, plastmassalaryň önümçiliginiň gymmatly çig mallary.

Sulfidlerden we sap minerallardan pirit FeS_2 , kinowar HgS , sungit (amorf C) ýaly minerallar, gurluşyk materiallarynyň önümçiliginde dürli maksatlar üçin ulanylýar.

Bişirilýän emeli konglomeratlar

Bişirilmeýän konglomeratlar ýaly, bişirilýänler hem iki sany özara baglanyşykly gurluş elementlerinden, ýagny sementleşdirýän matrisa komponentinden bolan berkidiji maddadan we dolduryjy komponentden ybaratdyr. Bularda hem berkidiji bölek, tehnologik döwürde, esasan, suwuk ergin görnüşinde bolup, sowadylanda kristallaşmagyň ýa-da amorflaşmagyň hasabyna, çalt ýa-da haýal gatamak bilen matrisanyň funksiýasyny ýerine ýetirýär. Aşakda, bişirilýän materiallaryň esasy görnüşleri bolan keramika, aýna we mineral erginleriň esasynda taýýarlanylýan beýleki materiallara garalýar.

4.1. Umumy maglumatlar

Keramiki materiallar we önümler, külke maddany tehnologik döwürde ýokary temperaturada termik işlemek arkaly, emeli daş görnüşine öwürülýän materiallardyr. Bu işläp bejermeklige bişirmeklik diýilýär. «Keramika» ady grekçeden terjime edilende «keramos» – toýun diýen sözden gelip çykýar. Biziň ýurdumyz keramiki önümleriniň gadymy merkezleriniň biridir. Muňa, gazuw işlerinde, köne şäherlerimizden tapylýan köp sanly gurluşyk keramikasynyň önümleri şaýatlyk edýär.

Toýun adamzat taryhynda we häzirkî döwürde esasy gurluşyk materiallarynyň biridir. Ilki-ilkiler b.e. 8000 ýyl öň toýny bişirmän, çig kerpiç we samanly toýun görnüşinde ulanyldyrlar. B.e. 3500 ýyl öň keramiki kerpiç ulanylyp başlanypdyr, b.e. 1000 ýyl öň bolsa, syrçalanan keramikany öndürirdiler.

Gurluşyk keramikasynda esasy çig mal adaty toýun. Onuň düzümindäki garyndylar, onuň reňkine we termik häsiýetlerine täsir edýärler. Düzümi esasy kaolinit mineralyndan ybarat bolan kaolin toýunlarynda garyndylar has az bolýar. Kaolinlerden başga montmorillonit, gidroslyuda we beýleki toýunlar ulanylýar. Toýundan başga, keramiki önümlerde kwarsitler, magnezitler, hromly demirler we başga tebigy mineral maddalar ulanylýar. Ýörite keramiki önümler üçin ýörite usullar bilen arassalanyp alynýan alýumininiň, magniniň, kalsiniň, sirkoniniň, toriniň, we beýleki elementleriň arassa oksidleri ulanylýar. Ýörite keramiki önümleriniň ýokary ereme temperaturasy (2500-3000°C) bolup, tehnikanyň birnäçe pudaklarynda ulanylýar. Has ýokary oda durnukly (3300-4000°C) materiallar metallaryň birleşmeleriniň (esasan, karbidleriň) esasynda bişirilip taýýarlanylýar.

Ýokarda belleýşimiz ýaly, gurluşyk keramikasy üçin, tebigatda giňden ýaýran, arzan we öwrenilen çig mal bolan toýun ulanylýar. Käbir goşmaça materiallary ulanmak bilen, keramika senagatynda

toýundan dürli önümler öndürilýär. Olar birnäçe alamatlar boýunça bölünýär. Konstruksiýa niýetlenilişi boýunça diwarlyk, binalaryň ýüz tarapy üçin, pollar üçin, bezeg üçin, örtmek üçin, sanitar-tehniki maksatlar üçin, oda durnukly önümler üçin, ýollar üçin, ýylylyk geçirmeyän materiallar üçin, ýerasty kommunikasiýalar üçin we himiki durnukly keramika üçin görnüşlere bölünýärler.

Gurluşynyň alamatlary boýunça önümler öýjükli we dyklyz görnüşlere bölünýärler. Öýjüklilere suw siňdirijiligi massasyna görä 5%-den ýokary bolan adaty kerpiç, çerepisa, drenaž turbalary ýaly önümler degişli. Dyklyz önümleriň suw siňdirijiligi 5%-den pes bolup, olar suw geçirmeyär diýen ýalydyr. Bulara mysal edip lagym turbalaryny, pollar üçin plitajyklary, kislotada durnukly kerpiji, ýol kerpijini, sanitar farforyny görkezme bolar. Absolyt dyklyz keramiki önüm bolup bilmez, sebäbi toýun palçygyna goşulýan suw bugaranda, hemişe ownukly-irili öýjükleri galdyrýar.

Ere me temperaturasy boýunça keramiki önümler we çig mallar ýeňil ereýän (ere me temperaturasy 1350°C çenli), eremesi kyn (ere me temperaturasy 1350–1580°C aralykda) we oda durnukly (ere me temperaturasy 1580°C-dan ýokarda) görnüşlere bölünýärler. Ýörite maksatlar üçin, has ýokary oda durnukly keramiki önümleriň bolýandygyny ýokarda belläpdik.

Keramiki önümleriň tapawutly aýratynlyklary, olaryň deňeşdirme berkligi, portlugy, himiki durnuklylygy we uzak ömürliligi.

4.2. Keramiki önümleriň çig mallary

Gurluşyk keramikasynyň önümçiliginde toýun plastik komponent, goşmaça maddalar bolsa, çig mal garyndysynyň plastik däl komponentleri bolup hyzmat edýärler. Toýun gurluş emele getiriji element hökmünde, önüm bişirilende keramiki konglomeratyň mikro we makrogurluşuny emele getirýär. Goşmaça maddalar çig garyndynyň süýgeşikligini peseltmek ýa-da ýokarlandyrmak üçin, ýeňil keramiki önümleriniň öýjükliligini ýokarlandyrmak üçin, önümleriň bişirilýän temperaturasyny peseltmek üçin goşulýar.

Toýunlar magmatik we beýleki dag jynslarynyň dargama-gy netijesinde emele gelyän minerallaryň külke bölejiklerinden (0,01–0,001 *mm*-e çenli ululykda) ybaratdyr. Olaryň keramiki önüm-çilik üçin ýaramlylygyna himiki we mineral düzümi boýunça baha berilýär.

Toýunlaryň himiki düzümi, adaty, oksidleriň mukdary boýun-ça kesgitlenilýär. Dürli toýunlaryň esasy oksidleri kremniýer SiO_2 (40–70% aralygy) we toýunýerdir Al_2O_3 (15–30% aralygy). Bular-dan başga-da toýunlaryň düzüminde hemişelik komponentleri K_2O we Na_2O (bilelikde 1–15%), himiki baglanan H_2O (5–15% töwere-gi) bolýar. Toýunlarda, bulardan başga-da Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaCO_3 , MgCO_3 hem-de organiki garyndylar bolýar. Kaolinit toýunlarynda toýunýer bilen kremniýeriň mukdary deňräk bolýar, montmorillonit we magnezial toýunlarynda kremniýeriň mukdary toýunýeriň ha-sabyna artýar. Toýunýeriň artmagy bilen toýunlaryň süýgeşikligi we oda durnuklylygy artýar, kremniýeriň artmagy bilen bolsa, toýunlaryň süýgeşikligi we önümleriň berkligi peselýär. Demriň oksidi we zakisi, kalsiý hem-de magniý karbonatlary toýnuň oda durnuklylygyny pe-seldip, girmesini artdyrýarlar. Toýunda aşgarlaryň bolmagy önümlere görünüş berilmegini ýaramazlaşdyrýar, oda durnuklylygyny peseldýär we önümlerde ak menekleriň emele gelmegine getirýär.

Toýunlaryň esasy fiziki häsiýetlerine olaryň süýgeşikligi, baglaşdyryjylyk ukyby, suw siňdiriijligi, howada we otda girmegi (göwrüminiň kiçelmeği), oda durnuklylygy, gurşaw bilen ion alyşmaga ukyby hem-de başga käbir häsiýetleri degişli.

Toýnuň süýgeşikligi, daşky güýçleriň täsiri bilen toýnuň berlen görünüşü almaga we basyş aýrylandan soňra saklamaga ukyplylygy. Bölejikleriň ululygynyň 0,001 *mm*-den kiçileriniň köpelmegi bilen toýunlaryň süýgeşikligi artýar.

Toýunlaryň baglaşdyryjylygy, dykzlandyrylan çyg toýnuň gu-randan soňra pytraman, alan görünüşini saklamagy. Käbir toýunlaryň suw siňdiriijligi uly derejelere ýetip, onuň göwrüminiň 40%-e çenli çişmegine getirýär.

Toýunlaryň howada we otda girmegi, önümlerde jaýryklary eme-le getirmegi mümkin. Şol sebäpli has «ýagly» toýunlarda «horlaýan»

goşundylar ulanylýar. «Horlaýan» goşundylaryň ulanylmagy keramiki önümleriň girmesini çäklendirýär.

Oda durnuklylygy, toýunlaryň eremän we deformirlenmän ýokary temperaturalara döz gelmegi.

Toýunlaryň bişirilýän temperaturasynda, önümiň ýüzündäki boşluklar erginden dolýar, ýöne deformasiýalar döremeyär-de, diňe dykyzlanýar. Bu temperatura ereme temperaturasyndan pes bolýar. Gyzgynlyk, bişirilýän temperaturadan ýokary galdyrylanda, erginiň mukdary öýjüklerden artykmaç bolup, önümiň deformasiýasy başlanýar. Önümiň bişirilýän we deformasiýalaryň başlanýan temperaturalarynyň aralygyna bişirmegiň interwaly diýilýär. Şu interwal uly boldugyça, önümiň bişirilmegi şonça rahat geçýär. Dykyz önümleri almak üçin interwal 100°C-dan, öýjüklü önüm üçin 40-50°C-dan kiçi bolmaly däl. Kaolinit toýnuň oda durnuklylygyny artdyrýar, ereýjiler, çig mal garyndysynyň ereme temperaturasyny peseldýärler.

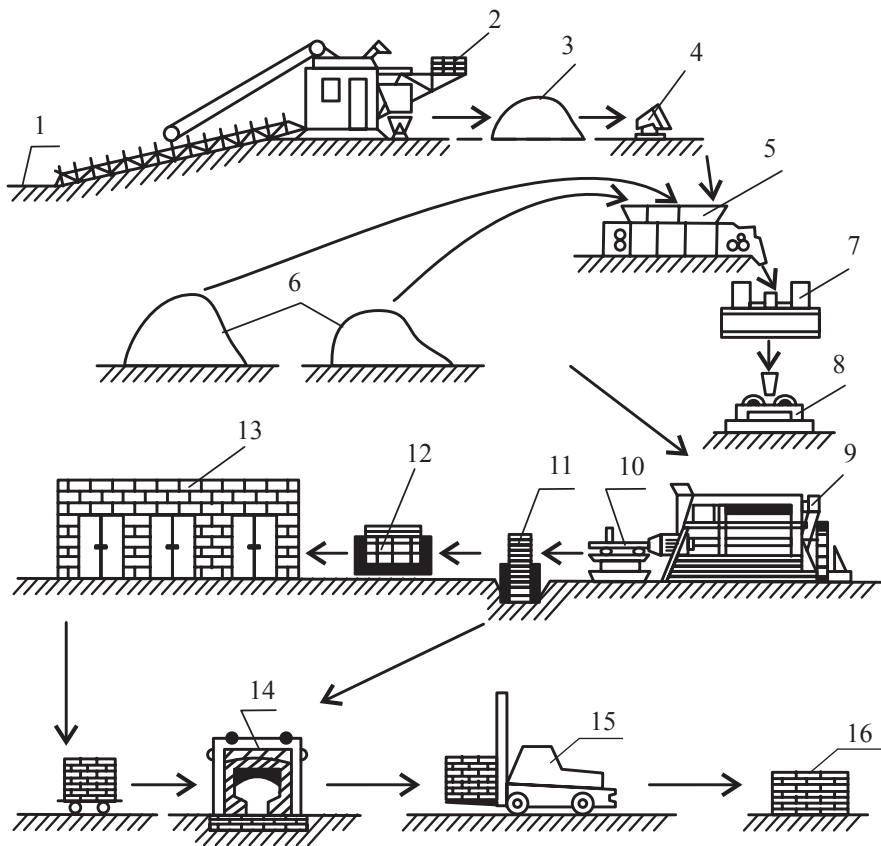
Toýnuň düzümindäki oksidleriň ereme temperaturasy: SiO_2 –1710°C, Al_2O_3 –2050°C, MgO –2800°C, Fe_2O_3 –1548°C, TiO_3 –1700°C we ş.m. Hakykatda, toýunlarda himiki arassa oksidler örän az. Olar minerallar görnüşinde dürli himiki birleşmelerde bolýarlar, ýokary temperaturalarda bolsa, aňsat ereýän garyndylary emele getirip, toýun massalarynyň ereme temperaturasyny peseldýärler.

Töwerekdäki gurşaw bilen ion alyşmaga bolan ukyby, toýunlaryň möhüm häsiýetleriniň biridir. Has hem Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , NH_4^+ kationlar we SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , NO_3^{1-} anionlar aňsat alyşýarlar. Ýene bir bellemeli zat, ol hem külkedispers halynda, minerallaryň köpüsiniň ion alyşmaga ukybynyň artýanlygydyr. Sebäbi kristaljyklaryň döwlen çetinde käbir elementleriň zarýady kompensirlenmän galýar.

Keramika önümçiliginde ulanylýan süýgeşik däl materiallar horlaýan, ýanýan we ereýän goşundylara degişli. Horlaýan goşundylara, esasan, çäge, şamot (ýakylan we owradylan toýun) we döwürkerpiç degişli. Ýanýan goşundylara aňsat ýonuşgasy, kömür, owradylan saman we ş.m. degişlidir. Olar kerpiç bişirilende ýanmak bilen, önümde öýjüklilik emele getirýärler. Ereýjilere (flýuslara) toýun maddasy bilen özara täsirleşip, ýeňil ereýän birleşmeleri emele getirýän materiallar degişlidir. Olara meýdan şpatlary, pegmatit, hek, dolomit, demir oksidiniň magdanlary we başgalar degişlidir.

4.3. Keramikanyň tehnologiýasy barada maglumatlar

Gurluşyk keramikasynyň önümçiliginiň esasy tapgyrlary şulardan ybarat: çig mallary gazyp almak, daşamak, saklamak, olary gaýtadan işlemek we baýlaşdyrmak, keramiki massany taýýarlamak, çig mala görnüş bermek, guratmak hem-de önümi bişirmek (26-njy surat).



26-njy surat. Keramiki kerpiç öndürmegiň tehnologik shemasy:

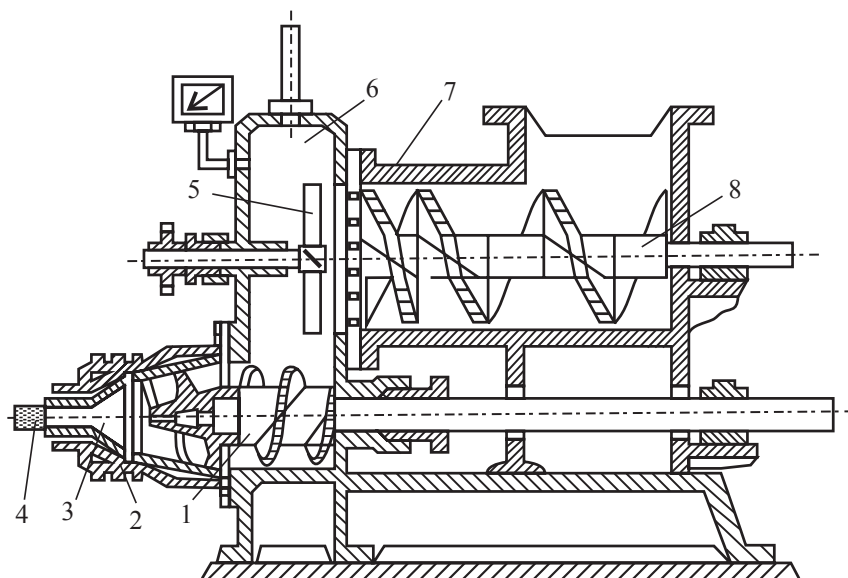
1–toýun käni; 2–ekskawator; 3–toýun ätiýajy; 4–wagonjyk; 5–äberiji çelek;
6–goşundylar; 7–begun; 8–walslar; 9–lentaly pres; 10–kesiji; 11–öriji;
12–araba; 13–guradylýan kameralar; 14–tonnel peji; 15–özi ýöreyän araba;
16–ammar

Çig mal kânlerinde materiallar ekskawatorlar bilen gazylyp alynýar. Olar kânlerden özi düşürýän awtoulaglar, wagonjyklar we konweýerler (kânler ýakynnda bolsa) bilen daşalýar. Çig mal materiallaryny taýýarlamak toýny owratmakdan, zyýanly garyndylary saýlap aýyrmakdan, toýny goşundylar bilen garmakdan we ölemekden ybaratdyr.

Keramiki massany taýýarlamak ýarymgury, gury, süýgeşik we şliker (öl) usullary bilen ýerine ýetirilýär.

Ýarymgury usulda massa 8–12% çyglylykda preslenen külke görnüşinde taýýarlanylýar. Önüme gidrawlik ýa-da mehaniki preslerde 14,5 MPa (kerpiçde) ýa-da 19,5-29,5 MPa (pollar üçin plitajyklarda) basyş bilen görünüş berilýär. Preslenen çig mal halkaly ýa-da tonnelli peçlerde bişirilýär.

Gury usulyň ýarymgury usuldan tapawudy, preslenen külkäniň çyglylygynyň pesliginde (2-6%). Bu usul klinker kerpijinde, pol üçin plitajyklarda, farfor önümlerinde we ş.m. dykyz önümler taýýarlanylanda ulanylýar.



27-nji surat. Lentaly wakuum presiň shemasy:

1—şnegiň waly; 2—presiň depejigi; 3—müştük; 4—toýun brusy; 5—krylçatkalalar;
6—wakuum-kamera; 7—gözenek; 8—toýun eýleýji

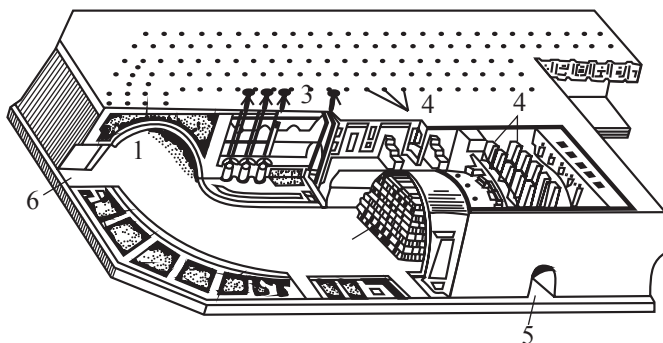
Süýgeşik preslenende, toýun massasy 18–28% çyglyndyrylýar. Kerpiç önümçiliginde şu usul has köp ulanylýar. Süýgeşik usulda görnüş bermek şnekli presde amala aşyrylýar. Preslenen massa müşdükdän lenta görnüşinde çykarylýandygy sebäpli, bu maşynlara lenta maşynlary diýilýär (27-nji surat). Bişirilmezden öň çig mal, 5–7%-e çenli ýörite kameralarda emeli usulda ýa-da saraýlarda tebigy usulda guradylýar. Emeli guratmak 16–24 sagat, tebigy guratmak 15–20 gün dowam edýär.

Şliker usulynda, çig mallar 60 %-e çenli çyglylykdaky massany gips galyplaryna guýmak arkaly taýýarlanylýar.

Käbir keramiki önümlerde goşmaça syrçalamagy girizýärler. Syrçalanan önümleriň suw siňdirijiligi we suw geçirijiligi has pes bolýar. Syrçalar kaolinden, kwarsdan, hekden, mermerden, dolomitden we ş.m. çig mallardan taýýarlanylýar. Olar dury we dury däl görnüşlerde bolýarlar. Syrçalary reňklemek üçin metallaryň oksidleri, silikatlar, boratlar we ş.m. materiallar ulanylýar. Syrça bişirilýän önüme sepilýär, çalynýar ýa-da önüm syrçalaýjy erginiň içine batyrylýar. Syrçalanan önüm täzeden bişirilýär.

Keramiki önümleriň bişirilişiniň tertibi çig maly gyzdyrmakdan, bişirmekden we taýýar önümi sowatmakdan ybaratdyr.

Halkaly peç – bu uzynlygy 200 m, beýikligi 3 metre çenli, göwrümi 300–2500 m³ bolan bişirilýän ýapyk ulgam (28-nji surat).



28-nji surat. Halkaly peç:

1 – pejiň kanaly; 2 – çig mal basylyan ýer; 3 – tüsse konuslarynyň sazlanýan ýeri; 4 – ýangyç berilýän deşikler; 5 – ýanan gazlary çykarmak üçin kanal; 6 – çig maly ýüklemek we kerpiji düşürmek üçin peçdäki oýuk

Pejiň daşky tarapynda çig maly ýüklemek üçin we kerpiji düşürmek üçin boşluklar goýulýar. Bu peçleriň birnäçe kemçilikleri bardyr: ýokary temperaturalarda (80°C-a çenli) kerpiji ýüklemegiň, düşürmegiň kynçylygy, şeýle hem pejiň beýikligi boýunça temperaturanyň birmeňzeş däldigi, bu bolsa önümleriň çig galmagyna we ýanmagyna getirýär. Şu sebäplere görä, halkaly peçler tonnel peçleri bilen çalşyrylýar.

Tonnel peçleri, uzynlygy 160 metre, beýikligi 1,7 metre, ini 3,1 metre çenli bolan bişirilýän ulgam. Bu pejiň içinden, relsler boýunça, bişirilýän çig mal ýüklenen wagonjyklar süýşüp barýarlar. Bu ulgam uzynlygy boýunça ýyladylýan, bişirilýän we sowadylýan bölümlere bölünýär. Tonnel peçlerinde gaty, suwuk we gaz görnüşli ýangyçlar ulanylýar.

4.4. Keramiki materiallaryň tebigaty we gurluşy

Termik işlemäge taýýarlanan toýun massasy 110–250°C-a çenli gyzdyrylanda, toýun emele getiriji minerallardan erkin we adsorb-sion suwlar bugaryp aýrylýar. 250–900°C temperatura aralygynda degidratasiýa bolup geçýär. Mysal üçin, kaolinit 520–590°C-da, montmorillonit we gidroslýudalar 800–850°C-da degidratasiýa seze-war bolýarlar. Bu proses endotermik häsiýetli bolup, bişirilýän çig malyň biraz girmegi bilen utgaşykly bolup geçýär. Kristal kaolinitiň ýerine amorf metekaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ emele gelýär. Şu töwerekdäki temperaturalaryň aralygynda, CO_2 -niň bölünip çykmagy bilen karbonatlaryň dissosiyasiýasy bolup geçýär.

Garyndynyň mundan beýläk gyzdyrylmagy netijesinde, birleşmeler asyl oksidlere (toýunýer, kremniýer we ş.m.) dargaýarlar. 900–1250°C temperaturalaryň aralygynda täze alýumosilikatlar–durnuksyz sillimanit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ we kristal mullit $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ýüze çykýar. Mullitiň mukdary temperaturanyň ýokarlanmagy bilen artýar, mullitleşmek prosesi bolsa, ekzotermik hadysa bilen utgaşyp, massanyň girmegine we berkleşmegine getirýär. Mullitiň has depgin-

li emele gelmegi 1000-1200°C aralykda bolýar. Sillimanitiň mullite täzeden kristallaşmagy:



reaksiýa boýunça geçýär. Mullitiň täze birleşmeleri köp emele geldigiçe, şonça-da önüm ýokary temperaturalara durnukly bolýar.

Soňraky gyzdrylymagynyň netijesinde, galan erkin kremniýer, amorf haldan kristal hala geçip kristobalit emele getirýär. Şpineliň (mysal üçin, MgAl_2O_4) emele gelmegi materialyň girmegine ýardam edýär, 1300°C-dan ýokarda bolsa, bu mineral aýnada ereýär. Şu ulgam üçin kritiki temperatura ýetilende, çig mal massasynyň suwuk hala geçmekligi başlanýar, ol erginiň düzümünde eremesi kyn minerallaryň doly eremedik komponentleri bolýar. $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ulgamynda iň pes ereýän nokat 1595°C-a deň bolup, ol kristobalit bilen mullitiň ewtektikasydyr. Bu mehaniki garyndyda SiO_2 -niň mukdary 94%-e deňdir. Başga gatnaşyklarda ereme temperaturasy gitdigiçe ýokarlanyp, mullitde (SiO_2 -niň mukdary massa boýunça 28%-e deň bolanda) 1850°C-a deň bolýar. 1595 – 1850°C aralygynda, mullit erginiň içinde gaty halda bolýar. Çig malyň düzümindäki ereýjiler, kislorodyň metalyň atomlary bilen güýçli ion baglanyşygynyň azalmagy we flýusuň atomlary bilen gowşak baglanyşyklaryň döremegi sebäpli, massanyň ereme temperaturasynyň peselmegine ýardam edýär.

Şeýlelikde, toýun massasynyň komponentleriniň himiki özara täsirleşmeleri gaty fazalarda başlanyp, temperaturanyň ýokarlanmagy bilen, massanyň suwuk hala geçmekligi bolup geçýär. Keramiki erginiň düzümi köp sanly ýönekeý we çylşyrymly birleşmelerden ybarat.

Kristallaşmak, keramiki ergin sowadylanda has häsiýetli proses bolup durýar. Has eremesi kyn bolan arassa komponentler, ilkinji nobatda, kristal korund Al_2O_3 we α -kristobalit SiO_2 , degişlilikde 2050 we 1723°C-da bölünip çykмага ukyplydyrlar. Mineral garyndylaryň bolmagy, mullitiň çalt emele gelmegine ýardam edýär. Ýöne kristallaşmak doly geçip ýetişmeýär, sebäbi kesgitlenen tizlik

boýunça sowadylanda, erginiň belli bir bölegi, içndäki çöken kristallar bilen bilelikde öte sowadylan suwuklyga, ýagny aýna öwrülýärler. Massanyň soňraky sowadylmagy α -kristobalitiň β -kristobalite, soňra bolsa α -kwarsa we β -kwarsa öwürilmegine getirýär. Dürli garyndylar, bu allotropik öwrülişikleriniň temperatura çäklerini has aşak süýşürmäge ukyplydyrlar.

Erginiň gatamagy netijesinde, kristallary emele getiriji minerallar bolan mullit, dürli modifikasiýadaky kremniýer, beýleki maddalar (esasan, alýumosilikatlar), gataýan erginiň amorf massasy bilen sementlenýärler we bu mikrokonglomeratyň dolduryjylary bolup hyzmat edýärler. Keramiki materiallaryň käbir görnüşlerinde, keramikanyň gurluşynda öýjükleri emele getirmek üçin çişýän toýunlar hem ulanylýar.

Gurluşyk keramikasynyň tehnologiýasy, önümleri peçlerde bişirilýän temperaturasyna çenli gyzdymagy göz önünde tutýar. Şunlukda, ergin çig mal garyndysynyň üstüni ölläp, öýjükleri we kappillýarlary bölekleýin ýa-da tutuşlygyna örtýär. Ergin sowadylanda kristallaşmak we aýnalaşmak bolup geçýär. Emele gelýän aýna komponentine «ýokary temperaturanyň sementi» hem diýilýär. Toýunlaryň otda göwrüm kiçelmesi (girmegi) 2–8% aralygynda bolýar.

Keramikanyň mikrogurluşyna atom-molekulýar derejede gasarak, onda ony metallaryň we metal dälleriň (esasan, kislorodyň) atomlarynyň utgaşmasy hökmünde häsiýetlendirmek bolar. Kislorodyň uly atomlarynyň emele getirýän matrisasynyň arasynda, metallaryň kiçi (Al, Mg, Si we başg.) atomlary ýerleşýärler. Keramikanyň kristallarynda köp mukdarda ion, az mukdarda kowalent baglanyşyklary bolýar. Bu berk baglanyşyklar we kislorodyň köp mukdary, keramikanyň berkligini, durnuklylygyny, himiki durnuklylygyny, uzak möhletlilikini kesgitleýär.

Keramikanyň mikrogurluşy kämillikden has uzakdadyr. Kristal gözeneklerindäki wakansiýalar, atom ölçeglerindäki öýjükler, kristallaryň degişýän araçägindäki şikesler, deformasiýalar we dislokasiýalar sebäpli, keramikanyň berkligi ideal kristallaryň berkligiden has pes bolýar. Ýöne aýna bilen kristallaryň kesgitli özara faza

gatnaşygy sebäpli, umuman, keramikanyň ýokary hil görkezijileri bardyr.

4.5. Keramiki materiallar we önümler

Gurluşyk keramikasynyň önümlerine we materiallaryna diwarlyk önümler, binalaryň öňüne niýetlenýän önümler, pollar we örtükler üçin önümler, sanitar-tehniki önümler, ýerasty kommunikasiýalar üçin önümler, oda durnukly önümler, ýylylyk geçirmeyän materiallar hem-de himiki durnukly materiallar degişlidir.

Keramiki materiallaryň we önümleriň ýokary hil görkezijileri, çig mallarynyň bollugy, önümiň özüne düşýän bahasynyň gymmat dældigi, olaryň gurluşyk işlerinde giňden ulanylmagyna ýardam edýär. Mysal üçin, içki örtük üçin keramiki plitalajyklary, sanitar-tehniki we beýleki köp otaslarda köp mukdarda ulanylýar. Soňky ýyllar, ýokary öýjükli we boşlukly kerpiçleriň önümçiligi has artýar.

4.5.1. Diwarlyk keramiki materiallar we önümler

Diwarlyk kerpiçler, binalaryň içki we daşky diwarlaryny örmek üçin, şeýle hem diwar panellerini, bloklaryny taýýarlamak üçin ulanylýar. Boşluklaryň ýerleşşi, sany we ölçegleri standartlara laýyk gelmelidir. Kerpiç dolý we boşlukly görnüşde, daşlar diňe boşlukly görnüşde öndürilýär.

5-nji tablisa

Keramiki kerpiçleriň we daşlaryň ölçegleri

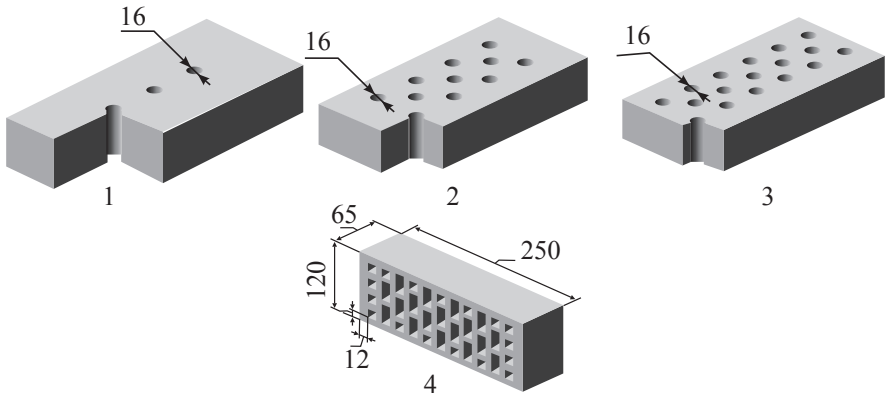
Önümiň görnüşi	Ölçegleri, mm		
	uzynlygy	ini	galyňlygy
1	2	3	4
Adaty kerpiç	250	120	65
Galyňlandyrylan kerpiç	250	120	88
Modul ölçegli kerpiç	288	138	65
Gorizantal boşlukly galyňlandyrylan kerpiç	250	120	85
Keramiki daş	250	120	138

1	2	3	4
Modul ölçegli keramiki daş	288	288	88
Ireldilen daşlar	250	250	138
	250	250	188
	250	180	138
Gorizonttal boşlukly ireldilen daşlar	250	250	120
	250	200	80
	250	250	88

Boşluklaryň sany we görnüşi örän dürli-dürli bolýar. Olar örümiň düşegine perpendikulýar ýa-da parallel ýerleşýärler (29-njy, 30-njy, 31-nji, 32-nji suratlar). Ergin bilen gowy sepleşmegi üçin granlaryň üsti riflenen görnüşde hem ýerine ýetirilýär.

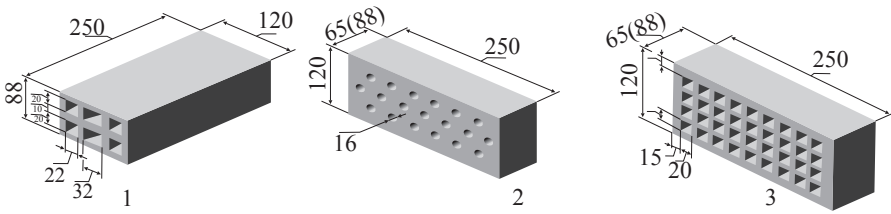
Önümleriň ölçegleriniň takyklygy we daş görnüşi standartlaryň talabyna laýyk gelmelidir (5-nji tablisa). Kerpiçleriň we daşlaryň kemter ýa-da öte bişirilmegine ýol berilmeýär. Bişmedik kerpijiň berkligi we aýaza durnuklylygy pes bolsa, öte bişirilen kerpijiň ýokary ýylylyk geçirijiligi hem-de deformasiýalary bolýar.

Kerpiçleriň we daşlaryň nominal ölçeglerden gýşarmasy uzynlygyna $\pm 5 \text{ mm}$, inine $\pm 4 \text{ mm}$ we galyňlygyna $\pm 3 \text{ mm}$ -den, daşlarda $\pm 4 \text{ mm}$ -den uly bolmaly däl.



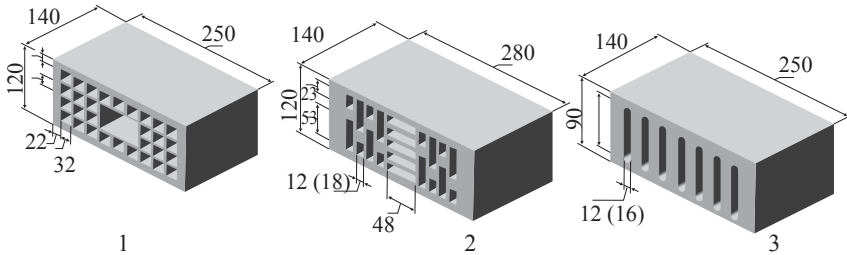
29-njy surat. Kadaly ölçegli kerpiçler:

1–üç silindr deşikli; 2–11 silindr deşikli; 3–17 silindr deşikli;
4–35 boşlukly görnüşde



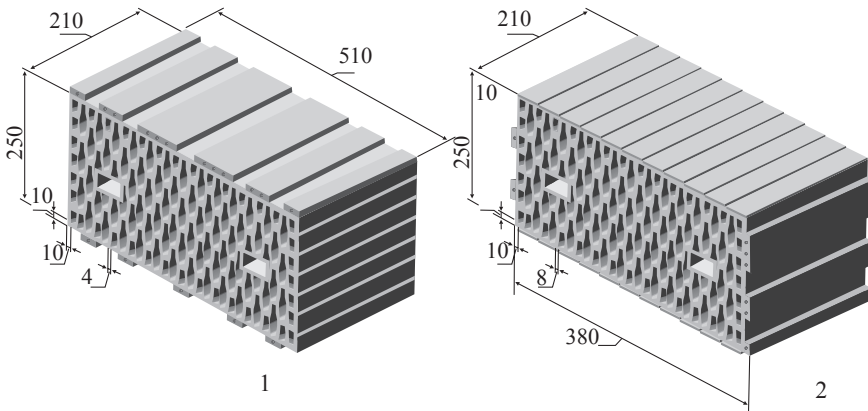
30-njy surat. 1,4 ölcegli kerpiçler:

1) 6 boşlukly; 2) 19 boşlukly; 3) 36 boşlukly görnüşde



31-nji surat. 2,1 ölcegli daşlar:

1) 30 boşlukly we tutawaçly; 2) 21 sany ýş görnüşindäki boşlukly;
3) ýedi sany ýş görnüşindäki boşlukly



32-nji surat. 14,3 ölcegli (1) we 10,7 ölcegli (2) iri daşlar

Normatiwlerde kerpiçleriň gapyrgalaryndaky ownuk döwürleriň we jaýryklaryň aňryçäk ölçegleri görkezilýär. Ýol berilýän ölçeglerden uly şikesli kerpiçleriň mukdary 5%-den geçmeli däl. Ýarty kerpiçleriň sany hem 5%-den köp bolmaly däl (ýarty ker-

piçler diýlip, jübüt ýarty kerpiçler we uly jaýrykly kerpiçler hasap edilýär).

Ýüze örülýän kerpiçleriň uzyn we gysga ýanlary, onuň ýüz taraplary diýlip hasaplanylýar, onuň ýokarsy we aşagy ýüz taraplary däl. Bu kerpiçleriň ýüz taraplaryna has berk tehniki talaplar bildirilýär. Ýüze örülýän kerpiçleriň ýüz tarapynda nominal ölçeglerden gysarma–uzynlygyna $\pm 4 \text{ mm}$, inine $\pm 3 \text{ mm}$ we galyňlygyna $+ 3 \text{ mm}$, -2 mm -den uly bolmaly däl.

Normatiwde görkezilenden uly şikesleriň umumy sany, jübüt ýartylary hem goşanynda 5 %-den geçmeli däl.

Gury halyndaky ortaça dykzlygy boýunça kerpiçler we daşlar üç topara bölünýärler: a) **amatly** kerpiçler–ýylyk tehniki häsiýetleri ýokarlandyrylýandygy sebäpli, adaty kerpiç bilen deňşirilende, diwaryň galyňlygyny kiçeltmäge mümkinçilik döreýär. Bu topara ortaça dykzlygy 1400 kg/m^3 -den ýokary bolmadyk kerpiçler we 1450 kg/m^3 -den ýokary bolmadyk daşlar degişli; b) **şertli-amatly** önümlere, ortaça dykzlygy $1450\text{--}1600 \text{ kg/m}^3$ aralygynda bolan önümler degişli; c) ortaça dykzlygy 1600 kg/m^3 -den ýokary bolan önümler **adaty kerpiçlere** degişli. Kerpiçleriň we daşlaryň massasy standartlaryň talaplaryndan ýokary bolmaly däl. Kerpiçleriň we daşlaryň berkligi boýunça markalary: dikligine ýerleşen boşlukly önümler üçin 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, keseligine ýerleşen boşlukly önümler üçin 25, 35, 50, 100; aýaza durnuklylygy boýunça markalary: hatarlyk kerpiçler üçin F 15, F 25, F 35, F 50, F 75, ýüzüne örülýän önümler üçin F 35, F 50, F 75, F 100. Diwaryň içki ýüzüniň plitajyklarynyň aýaza durnuklylygy F 15-den pes bolmaly däl. Kerpijiň suw siňdirijiligi boýunça onuň öýjükliligine baha berilýär. Ol doly kerpiçler üçin 8%-den, boşlukly kerpiçler üçin 16%-den az bolmaly däl. Az gatly jaýlarda kerpijiň berkligi ýokary bolman hem biler (100–150 töweregi), sebäbi örümiň berkliginiň 60%-i erginiň berkligine bagly.

Süýgeşik usulda preslenen doly kerpiçler, daşky we içki diwarlarda, pollarda, fundamentlerde ulanylýar. Ýarymgury preslenen doly kerpiçleri, boşlukly kerpiçleri we daşlary suwdan goragyň derejesinden pesde ulanmak maslahat berilmeyär.

Gurluşygyň industriallygyny ýokarlandyrmak üçin kerpiçlerden we daşlardan paneller, bloklar ýygnaýlar. Olar ýörite enjamlarda taýýarlanylýar. Paneller bir, iki we üç gatly görnüşinde ýerine ýetirilýär. Üç gatly panel, galyňlygy 65 mm bolan iki daşky kerpiç we galyňlygy 100 mm bolan ortaky ýylylyk geçirmeýän gatlaklardan ybarat bolup, daşky hem içki plitajyk bilen umumy galyňlygy 280 mm-e deň bolýar.

Panelleriň galyňlygy 80, 140, 180, 270 mm, bloklaryň galyňlygy 270 we 400 mm bolýar. Paneller taýýarlanylanda, erginiň markasy 75-den, bloklar taýýarlanylanda 50-den pes bolmaly däl.

Energiýa resurslaryny tygşytlamak maksady bilen, konstruksiýalaryň ýylylyk geçirijiliginiň ululygyna talaplaryň güýçlenmegi sebäpli, boşlukly we öýjüklü keramiki önümleriň tutýan orny barha artýar. Mineral we organiki öýjük emele getiriji goşundylaryň ulanylmagy, önümiň ölçeglerini ulaltmaga, diwarlaryň galyňlygyny kiçeltmäge we konstruksiýanyň agramyny azaltmaga mümkinçilikleri berýär.

4.5.2. Binalaryň ýüz tarapyna örmek üçin önümler

Ýüze örülýän keramiki önümler, dekoratiw maksatlar üçin we konstruksiýanyň durnuklylygyny artdyrmak üçin ulanylýar. Ýüze örülýän kerpiçler we daşlar diwar bilen bile örülýär. Olaryň görnüşi we ölçegleri adaty kerpiçler ýaly bolup, daş görnüşleri boýunça has ýokary hilli bolýarlar. Olaryň berkligi boýunça markalary 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, aýaza durnuklylygy boýunça F 25, F 35, F 50.

Iri ölçegli ýüze örülýän plitalar inedördül ýa-da gönüburçluk görnüşinde bolup, uzynlygy 400, 990, 1190 mm, ini 490, 990 mm, galyňlygy 9–10 mm bolýarlar. Olar dürli reňkli, syrçaly we syrçasyz, ýylmanak hem-de relýefli görnüşde goýberilýär. Olaryň suw siňdirijiligi 1 %-den ýokary, aýaza durnuklylygy bolsa, F 50-den pes bolmaly däl. Bu plitalar ýerasty geçelgeleri üçin we binalaryň önüni örtmek üçin ulanylýar.

Binalaryň öňi üçin plitajyklar we olardan örülýän halylar. Plitajyklar binalaryň diwarlary, ýerasty bölümi üçin, syrçaly we syr-

çasyz görnüşde, ýylmanak hem-de relýeflenen üstli, dürli reňkde hem ölçeglerde, inedördül, gönüburçly görnüşlerde öndürilýär. Diwar plitajyklarynyň suw siňdirijiligi 2–9%, ýerasty bölegi üçin plitajyklaryňky 2–5%, aýaza durnuklylygy degişlilikde F 40-dan we 50-den pes bolmaly däl.

Halylyar meýdany 115 sm^2 -den uly bolmadyk syrçaly ýa-da syrçasyz plitajyklardan, şeýle hem plitajyklaryň döwürlerini kagyza ýelim bilen ýelimlemek arkaly ýygnalýar.

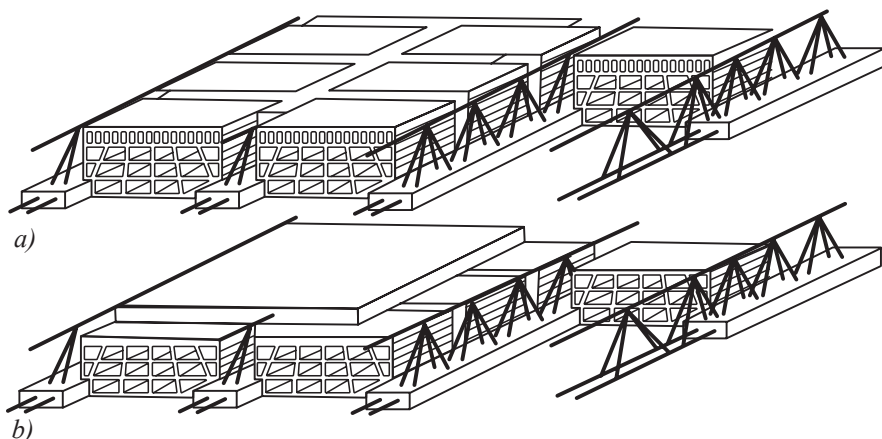
Diwarlary içinden örtmek üçin plitajyklar inedördül, gönüburçluk we fasonly görnüşlerde bolýarlar. Suw siňdirijiligi mas-sasyna görä $\leq 16\%$, berkligi $\geq 15 MPa$. Bu plitajyklaryň galyňlygy 5–8 mm aralygynda bolýar.

Pollar üçin plitajyklar eremesi kyn we oda durnukly toýunlardan taýýarlanylýar. Olaryň suw siňdirijiligi 4%-den ýokary bolmaly däl. Görnüşi boýunça üçburçluk, gönüburçluk, başgranly, altygranly, sekizgranly, figuraly we başga görnüşlerde öndürilýär. Galyňlygy 4–13 mm aralygynda bolup, olar dekoratiw pollarda, depginli hereket bolan ýerlerde, agressiw täsirler bolanda we aýratyn arassaçylyk talap edilende ulanylýar.

Nagyşly pollarda 9000 mm^2 -den uly bolmadyk plitajyklar ulanylýar. Bu halylyar plitajyklary kagyz esaslara ýelimlemek arkaly taýýarlanylýar.

Örtgüler, (basyrgylar) we üçekler üçin keramiki önümler. Örtüklerde gapyrgaly konstruksiýalar üçin boşlukly daşlar, balkalaryň arasyny doldurmak üçin, bassyrmalyk keramiki daşlar ulanylýar (33-nji surat). Olar süýgeşik preslemek arkaly, aram süýgeşikli toýunlardan taýýarlanylýar. Örtükler üçin keramiki daşlaryň boşluklylygy 50–75% bolany sebäpli, olar ýokary ýylylyk we ses izolirleýji häsiýetlere eýedirler.

Çerepisalardan taýýarlanylýan üçekler uzak möhletli bolup (300 ýyla çenli), gymmat dældigi, oda durnuklylygy we ýokary dekoratiwligi bilen tapawutlanýarlar. Bu önümler Günbatar Ýewropa ýurtlarynda giňden ulanylýar. Ýöne bu üçekler agyr bolýarlar we industriallygy örän pesdir. Mundan başga-da, bu üçekleri uly ýapgytlyk bilen (30 gradusdan ýokary) gurnamaly bolýar. Çerepisalar aňsat ereýän toýunlardan taýýarlanylýar.



33-nji surat. Örtüklük keramiki daşlar:

a) ýük göteriji; b) ýük götermeýän

Çerepisalar dürli görnüşlerde öndürilýär. Olara daş görnüşi, berkligi, aýaza durnuklylygy (F 25-den ýokary) we başga birnäçe häsiýetleri boýunça talaplar bildirilýär.

4.5.3. Sanitar-tehniki önümler we turbalar

Sanitar-tehniki önümleriň çig maly bolup, kaolin, ak bişýän toýun, meýdän şpaty, kwars çägesi, şamot, suwuk aýna we soda hyzmat edýärler. Sanitar-tehniki önümler dykzylygy boýunça, farfor, ýarymfarfor we faýans görnüşlere bölünýärler. Faýans önümleri öýjüklü bolup, olaryň suw siňdirijiligi 12 %-e çenli, gysylmaga berkligi 100 MPa töweregi, ýarymfarfor degişlilikde <5% we 150–200 MPa, farfor degişlilikde <1% we 400–500 MPa töweregi. Sanitar-tehniki önümlerine gips galyplaryna guýmak arkaly görünüş berilýär. Olar ak ýa-da reňkli syrça bilen örtülýär we bişirilýär. Syrça önümleriň estetiki häsiýetlerini ýokarlandyryr we olary agressiw täsirlerden goraýär.

Lagym ulgamlary üçin keramiki turbalar eremesi kyn ýa-da oda durnukly toýunlardan taýýarlanylýar. Olara ýörite turba preslerinde görünüş berilýär. Turbageçirijiniň böleklerini birleşdirmek üçin, turbalaryň bir tarapy giňeldilýär. Turbalar 0,15 MPa-dan pes bolmadyk basyşda suw geçirmeli däldirler. Turbalaryň uzynlygy

1000–1500 *mm*, içki diametri 150–600 *mm* aralygynda. Olaryň suw siňdirijiligi 7,5–8 %-den ýokary bolmaly däl. Turbalar 1 *m* uzynlygyna 20–35 *kN* ýüke döz gelmeli.

Drenažlyk keramiki turbalaryň çig mallary süýgeşik toýunlardan ybarat bolup, olara lenta preslerinde görnüş berilýär. Olaryň daşy silindr, altygranly, sekizgranly görnüşlerde bolup, uzynlygy 300–500 *mm*, içki diametri 50–250 *mm* aralykda bolýar. Turbalar bir ýany giňeldilen ýa-da muftaly seplenýän görnüşlerde goýberilýär. Bu turbalara toprak suwlary ýörite deşiklerden ýa-da turba seplerinden syrygyp girýär.

4.5.4. Ýörite maksatly keramiki materiallar we önümler

Klinker kerpijiniň ölçegleri 220×110×65 *mm* ululygynda bolýar. Olar eremesi kyn toýunlardan öndürilýär. Berkligi boýunça markalary 400, 700 we 1000, aýaza durnuklylygy F 100–F500, suw siňdirijiligi 2–6 %-e aralygynda. Bu kerpiçler iýilmäge ýokary garşylyk görkezýärler. Keramiki lekal kerpiçlere, süýgeşik preslemek arkaly görnüş



34-nji surat. Keramiki turbalar

berilýär. Bu kerpiçlerde kesgitlenen egrilik radiusly lekallar ulanylýar. Olar 700°C-dan ýokary bolmadyk tüsse çykýan turbalary örmek we futerlemek üçin ulanylýar. Berklik boýunça markalary 30, 125, 150, aýaza durnuklylygy F 15-den pes bolmaýar.

Kislota durnukly kerpiçler we plitajyklar fundamentlerde, himiki enjamlary we konstruksiýalary kislotalardan goramak üçin ulanylýar. Niýetlenilişine baglylykda, olaryň dürli görnüşleri we markalary bolýar.

4.5.5. Oda durnukly keramiki materiallar

Oda durnukly keramiki materiallar peçleriň, beýleki ýokary temperaturada işleýän enjamlaryň gurluşygynda, kerpiçler, fason önümleri we blok elementleri görnüşinde ulanylýar. Olara oda durnuklylygy, berkligi, termodurnuklylygy (temperaturanyň birden üýtgemeginde berkligini saklamak), dürli gazlaryň täsirine, metallaryň, aýnanyň erginine durnuklylygy boýunça talaplar bildirilýär. Olar ereme temperaturasy 1580–1770°C bolan oda durnuklylara, 1770–2000°C-da ereýän ýokary oda durnuklylara we ereme temperaturasy 2000°C-dan ýokary bolan has ýokary oda durnuklylara bölünýärler. Öýjükliligi boýunça: has dykyz, ýokary dykyz, dykyzlandyrylan, aramdykyz, pes dykyzlykly, ýokary öýjüklü we has (ultra) öýjüklü görnüşlere bölünýärler. Görnüş berlişi boýunça süýgeşik usuly, preslemek, gurylygyna görnüş bermek, gyzgyn preslemek we eredilip guýulýan usullary ulanylýar.

Gurluşykda, esasan, kremniýer we alýumosilikat oda durnukly materiallary ulanylýar. Olar umumy maksatly we ýörite niýetlenen görnüşlerde bolýarlar.

Ýylylyk geçirmeýän materiallara diatomit, perlit ýaly materiallaryň esasynda taýýarlanylýan önümler, şeýle hem keramzitiň, agloporitiň çägelere we çagyllary degişlidir. Ýokary öýjüklü kerpiçleriň önümçiliginde üç sany tehnologiýanyň utgaşdyrylmagy has gowy netije berýär: köp suw bilen bekleme, öýjüklü dolduryjy ulanmak we howa çekiji goşundylary ulanmak. Bu önümleriň dykyzlygy 300–500 kg/m³ aralygynda, gysylmaga berklik çägi 0,6–1,2 MPa bolýar.

Keramzit—bu öýjüklü çagyl bolup, gowy çişýän toýunlardan we köp mukdarda kristal baglanyşykly suwy özünde saklaýan gidroslyudalardan taýýarlanylýar. Däneleriniň iriligi 5–40 mm, sepeleme dykyzlygy 150–800 kg/m³, gysylmaga berkligi 0,4–4 MPa, suw siňdirijiligi 15–25% (80% öýjükliliginiň esasy bölegi ýapyk), aýaza durnuklylygy F 15-den pes bolmaýar.

Agloporit süýgeşikligi pes toýunlardan, senagat galyndylaryndan, ýanyjy slaneslerden we başga görnüşli garyndylaryň bişirilmeginden taýýarlanylýan öýjüklü çagyllar.

5.1. Umumy maglumatlar

Aýnanyň taryhy gadymy döwürlerden başlanýar. Mysal üçin, Müsürde we Mesopotamiýada aýnany 6000 ýyl mundan ozal ýasamagy başarypdyrlar. B. e. öň I asyrdan Rimde ilkinji aýna ussahanalary döredilipdir. Rimliler aýnany guýmagy başarypdyrlar we aýna üfleýän turbajygy oýlap tapypdyrlar. VII–XII asyrlarda bu hünär Ýewropa ýurtlaryna ýaýrapdyr. Aýna materialy bilen işlenmeginiň hünär we sungat hökmünde gülläp ösmegi, bu ugurdan dünýä merkezine öwürülen Wenesiýada, XVI–XVII asyrlarda bolup geçipdir. Wenesiýanyň aýna önümleri dürli-dürli bolup, uly çeperçilik hüm-mete eýe bolupdyrlar. Wagtyň geçmegi bilen aýna önümçiliginiň tehnologiýasy kämilleşipdir. XIX asyryň ahylarynda aýna listlerini mehanizmlaşdirilen usulda çekip almak we üznüksiz işleýän wanna ýola goýlupdyr.

Soňky ýyllar ýörite we tehniki aýnalaryň, şeýle hem aýnanyň esasyndaky ýylylyk geçirmeýän materiallaryň önümçiligi ösýär. Aýna bloklarynyň, aýna paketleriniň, profil aýnalarynyň tehnologiýasy kämilleşdirilýär. Aýnany köpürjikletmek arkaly aýnaköpürjik alynýar. Aýnaplastiki materiallar üçin, aýnadan örän berk süýümler alynýar.

2018-nji ýylyň Fewral aýynda, Ahal welaýatynyň Gökdepe etrabynda, «Türkmen aýna önümleri» zawody işe girizildi. Bu zawodda häzirki zaman tehnologiýalaryny ulanyp, dürli görnüşdäki ýokary hilli aýna önümlerini öndürmäge mümkinçilikler döredildi. Bu zawodda ýerli çig mallardan peýdalanylýan, adaty aýna önümleriniň daşyndan, 1 ýylda 1 mln m^2 reňki goýaldylan aýna, 100 müň m^2 laminirlenen aýna, 300 müň m^2 taplanan aýna, 400 müň m^2 aýna paketlerini öndürmek göz önünde tutulýar.

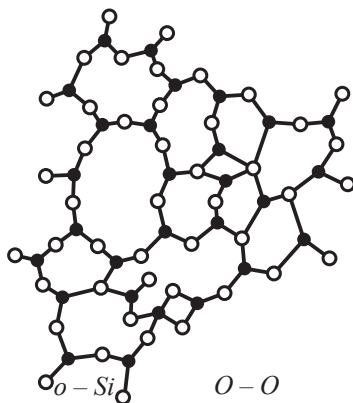
5.2. Aýna we onuň häsiýetleri

Himiki düzümine we gataýan temperaturasyna garamazdan, şepbeşikliginiň artmagy netijesinde gaty jisimleriň häsiýetlerine eýe bolýan, erginleriň aşa sowadylmagy bilen alynýan, özi hem suwuk halyndan aýna halyna geçmegi öwrülişikli bolan ähli amorf jisimlerine aýnalar diýilýär. Aýna görnüşli halyň alamatlary: kesgitli ereme temperaturasynyň bolmazlygy, gomogenligi we izotroplygydyr.

Aýnanyň düzümine girýän oksidler aýna emele getirijilere we modifikatorlara şertli bölünýär. Aýna emele getiriji oksidler SiO_2 , P_2O_5 we B_2O_3 hiç hili goşundysyz aýna emele getirmäge ukyplydyrlar; mysal üçin, 100 %-li SiO_2 -den has ýokary (1250°C) temperaturada ýumşayan (aýnanyň şepbeşikligi 10^7 – 10^8 Pas-a ýetende) kwars aýnasyny almak bolýar. Ýöne, köplenç ýagdaýda, aýna önümçiligi üçin çig mal massasy hökmünde köpkomponentli garyndy ulanylýar. Modifikatorlaryň girizilmegi bilen (Na_2O , K_2O , CaO , BaO , MgO , PbO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Sb_2O_3 , ZnO we başg.) aýnanyň ýumşama temperaturasy has peselýär we önüme zerur bolan beýleki häsiýetler ýüze çykýar.

Eger aýnanyň esasy bölegi SiO_2 bolsa, olara silikat aýnalary diýilýär (35-nji surat). Gurluşykda, esasan, silikat aýnalary ulanylýar. Aýnanyň himiki düzümini kesgitleýän oksidleriň garyndysyna şihda diýilýär.

Silikat aýnasynyň şihταςyny taýýarlamak üçin, zerur oksidleri özünde jemleýän dürli çig mal materiallary ulanylýar: kwars çägesi, natriý sodasy ýa-da sulfaty, potaş, hek daşy, ýa-da hek, dolomit, pegmatit, kaolin, meýdan şpaty we beýlekiler. Az mukdarda düzüme aýna döwügi, reňkleýjiler (misiň, hromuň, kobaltyň, marganesiň we beýleki elementleriň oksidleri), ýagtyldyjylar (myşyak triksidi, selitra we başg.), bekleýjiler we başga goşundylar garylýar. Taýýar şihda, peç wannasyna gapgarylýar.



35-nji surat. Silikat aýnasynyň molekulasyndaky ion baglanyşyklary

Şihta 1100–1150°C-a çenli gyzdyrylanda silikat emele gelme-gi, ondan ýokary gyzdyrylanda aýna emele gelme-gi başlanýar. Şihta birmeňzeş (gomogen) massa öwrülse-de, onuň düzüminde gazlar (H_2O , CO_2 we başg.) saklanýar. 1500-1600°C-da aýna massasynyň has gomogenleşme-gi we ýagtylmagy bolup geçýär, onuň şepbeşikligi peselýändig-i (10 Pas-a çenli) sebäpli, gaz fazasynyň aýrylyp çykma-gy ýeňilleşýär. Aýna gaýnatmagyň soňky bölümi, aýna massasynyň sowadylmagy bilen tamamlanýar.

Aýna görnüş bermeklig-i, onuň şepbeşikliginiň 100-10⁵ Pas aralygynda ýerine ýetirmek bolýar. Görnüş bermegiň soňunda şepbeşikligiň ululygy 10⁸ Pas-a ýetme-gi mümkin.

Taýýar aýna önümleriniň käbir görnüşleri **gyzdyrmak** (отжиг) bilen işlenilýär, ýagny ýeterlik ýokary temperatura çenli gyzdyrylyp, soňra haýal sowadylýar. Gyzdyrmak arkaly içki temperatura dart-gynlyklary aýrylyp, jaýrylmagynyň öňi alynýar.

Taplamakda, aýna süýgeşik ýagdaýa çenli gyzdyrylýar we uly tizlik bilen sowadylýar. Taplanan aýna adaty aýna bilen deňeşdirilende, gysylmaga 4–6 esse, egrelmäge 5–8 esse ýokary garşylyk görkezýär.

Aýnalaryň häsiýetleri diňe bir onuň himiki düzüminden we gaýnatmagyň tehnologik düzgüninden däl-de, eýsem, termik işlenilişine hem bagly bolýar, onuň häsiýetleriniň emele gelmeginiň möhüm şertleri taplamakdan we gyzdyrmakdan ybarat. Silikat aýnalarynyň himiki düzümi (massasyna görä %): SiO_2 64–73,4; Na_2O 10–15,5; K_2O 0–5; CaO 2,5–16,5; MgO 0–4,5; Al_2O_3 0–7,2; Fe_2O_3 0–0,4; SO_3 0–0,5; B_2O_3 0–5. Aýnalaryň ortaca dykzlygy 2,2–6 g/sm² aralykda üýtgeýär. Aýnalaryň agyrlarynyň düzümine gürşunyň, wismutyň, ýeňillerine litiniň, berilliniň, boruň oksidleri goşulýar. Aýnalaryň maýyşgaklyk moduly $4,5 \cdot 10^4$ – $9,8 \cdot 10^4$ MPa, gysylmaga berklik çägi 600–1000 MPa, süýnmäge berklig-i 30–80 MPa töweregi. Aýna port materiallara degişli bolsa-da, tapla-nan aýnalaryň urga garşylygy gyzdyrylan aýnalaryňkydan 5–6 esse ýokary bolýar.

Aýnanyň optiki häsiýetleri, esasan, ýagtylyk geçirijiligi (du-rulygy) bilen kesgitlenýär. Adaty silikat aýnalary, spektriň hem-me görünýän bölegini gowy geçirip, ultramelewşe we infragyzyly

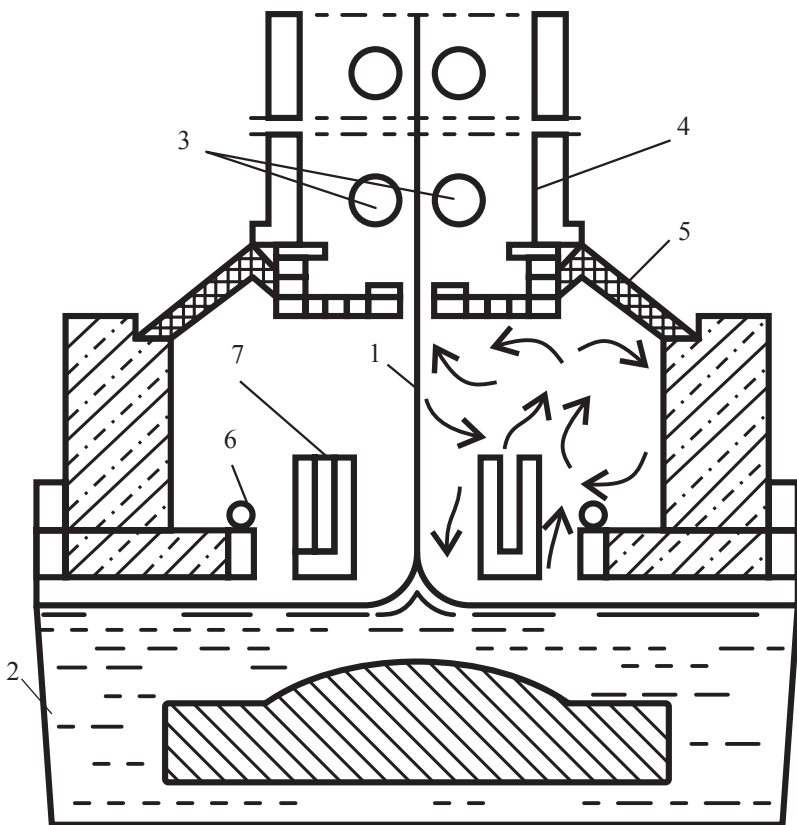
şöhlelerini geçirmeyär diýen ýalydyr. Aýnalaryň termik durnuklylygy temperatura giňelme koeffisiýentine bagly bolup, silikat aýnalarynda onuň ululygy $9 \cdot 10^{-6} - 15 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ aralygynda (kwars aýnasynda $5,8 \cdot 10^{-7} \text{ 1/}^\circ\text{C}$) üýtgeýär. Aýnalaryň ýylylyk geçirijiligi $0,5 - 1 \text{ Wt/(m} \cdot \text{K)}$, kwars aýnasynyň ýylylyk geçirijiligi has ýokary ($1,34 \text{ Wt/m} \cdot \text{K}$) bolýar. Düzüminde aşgar oksidleri bolan aýnalaryň ýylylyk geçirijiligi pesdir. Aýnalaryň ses geçirmeyän häsiýetleri ýokary bolýar (bu häsiýeti boýunça, 1 sm aýnanyň galyňlygy 12 sm kerpijiň galyňlygy bilen deň bolýar).

5.3. Aýna önümçiliginiň esaslary

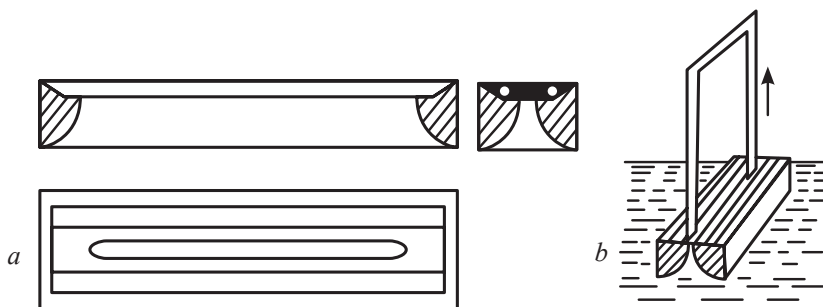
Gurluşyk aýnasynyň önümçiligi çig mallary taýýarlamakdan (owratmak, guratmak, elemek we ş.m.), kesgitlenen himiki düzümdäki şihmany taýýarlamakdan, aýnany gaýnatmakdan, önüme görnüş bermekden we gyzdyrmakdan ybarat.

Aýna üznüksiz ýa-da gaýtalanýan hereketli peçlerde gaýnadylýar. Aýnanyň gaýnadylmagy, önüme görnüş bermek üçin zerur bolan şepbeşikligi üpjün edýän goýulyga çenli sowadylmagy bilen tamamlanýar.

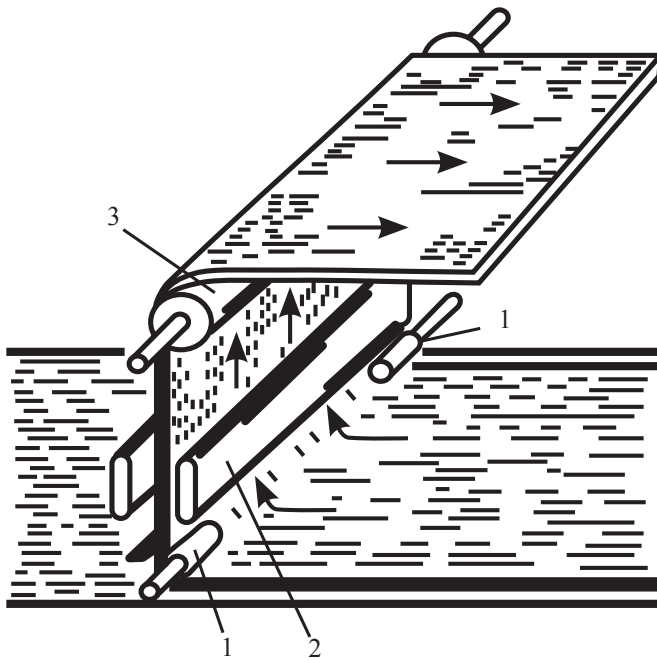
Önüme gaýykly we gaýyksyz usulda çekip almak, prokat usuly, guýmak, preslemek hem-de üfläp ýasamak usullary ýaly dürli usullarda görnüş berilýär. Çekip almak bilen $2 - 6 \text{ mm}$ -lik listler, aýna turbalary, aýna süýümleri taýýarlanylýar (*36-njy surat*). Gaýykly usulda (*37-nji surat*), ýeterlik şepbeşiklige (10^2 Pas -dan pes bolmadyk) çenli sowadylan taýýar massaly wanna (adatça, uzynlygy $5 - 6 \text{ m}$, çuňlugy $1,2 - 1,5 \text{ m}$) gaýyjyk atylýar. Gaýyjyk, dikligine dilinen gönüburçly uzyn şamot brus. Hidrostatik basyşyň täsiri bilen aýna massa ýşdan gysylyp çykarylýar. Gaýyjygyň ýşndan gysylyp çykarylýan aýna massasyna keseligine asylan polat rama (aldawaç) batyrylyp, soňra walikler bilen ýokary çekilende, aldawajyň yzy bilen aýna massasy hem galyp, lenta emele gelýär we lenta sowandan soňra maşynyň şahtasynda gyzdyrylýar. Soňra aýna şahtadan çykarylyp, listleriň gerekli ölçegleri boýunça kesilýär.



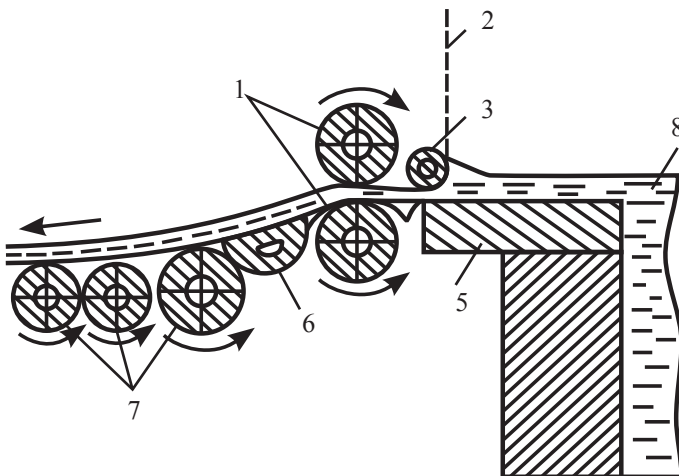
36-njy surat. Aýnany dikligine çekýän maşynyň işleýiş shemasy:
 1 – aýna lentasy; 2 – aýna ergini; 3 – walikler; 4 – maşynyň şahtasy; 5 – kamera;
 6 – kamerada ýokary temperaturany goldamak üçin goremka; 7 – sowadyjylar



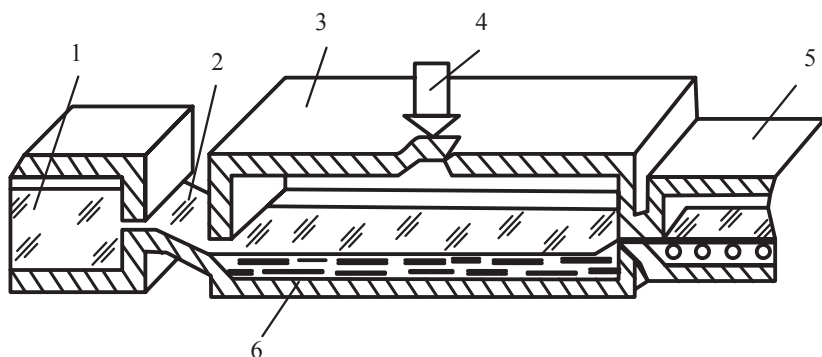
37-nji surat. Aýnanyň gaýykly usulda çekilmegi:
 a – gaýyk; b – aýna lentasyny çekip almagyň shemasy



38-nji surat. Aýnanyň gaýyksyz usulda çekilmegi:
1 – süýndüriji rolikler; 2 – sowadyjy; 3 – egrediji wal



39-njy surat. Aýna listiniň üzüksiz prokadynyň shemasy:
1 – prokat waliklery; 2 – armatura tory; 3 – armatura tory üçin walik; 4 – aýna ergini; 5 – guýulýan bosaga; 6 – plita; 7 – äkidiji walikler



40-njy surat. Aýna önümçiliginiň float-proses usulynyň shemasy:

1 – aýna gaýnadylýan peç; 2 – aýna guýmak üçin lotok; 3 – float-wanna; 4 – gorag atmosfera gazlarynyň berilýän ýeri; 5 – bişirilýän peç; 6 – galaýy ergini

Gaýyksyz usulda (38-nji surat) aýna massasyna uzaboýuna deşilen ýa-da deşiksiz oda durnukly galtga (poplawok) atylýar. Galtga aýna massasynyň gönükdirilen akymyna ýardam edýär. Bu usulda, lenta erkin üstden bort emele getiriji rolikleriň kömegi bilen galdyrylýar.

Prokat usulynda (39-ny surat) aýna massasy ýylmanak üste guýlup, ýylmanak ýa-da nagyşly üstli çarhçalar (walikler) bilen togalanyp basylyar. Bu usul bilen uly ölçegli ýylmanak we nagyşly listler, haly-mozaika plitajyklar, metal torjagaz bilen armirlenen aýna öndürilýär. Prokatlanan aýnanyň gyzalaryny şweller ýa-da çarçuwa gönüşinde egredip, profil aýnasy alynýar.

Float usuly bilen ýokary hilli we galyň (8–30 mm) aýnalar öndürilýär. Bu usulda (40-njy surat) aýna lentasyna galaýy ergininiň ýüzünde görnüş berilýär. Bu aýnany soňra ýylmamak gerek bolmaýar.

Aýna turbalar wallamak usuly bilen öndürilýär. Bu usulda massanyň inçejik akymy aýlanýan walyň üstüne ýaýraýar. Soňra aýna waldan aýrylyp, rolikler bilen ýylmanýar.

Galyplara puanson bilen preslemek arkaly uly ölçegli, galyň aýna bloklary taýýarlanylýar.

Merkezden daşlaşýan görnüş bermek usulynda (800–1200 aýl/min) silindrler, turbalar, ýagtylyk-tehniki we radiotehniki abzal-lary ýasalýar.

Ýokary berklikli aýnalar, olaryň üstüni himiki we termohimiki işlemek arkaly alynýar.

5.4. Aýna materiallary we önümleri

Penjire aýnasy ýylmanan, gowulanan, ýylmanmadyk (galyňlygy 2; 2,5; 3; 4,5; 6 *mm*) görnüşlerde goýberilýär. Listleriň ölçegleri galyňlygyna baglylykda 400×500 *mm*-den, 1600×2500 *mm*-e çenli bolýar. Aýna reňksiz bolsa-da, onuň ýol berilýän ýagtylyk geçirijiligini peseltmezden, ýaşyl ýa-da gök öwüşgin bermek mümkin. Penjire aýnalarynyň ýagtylyk durulygy koeffisiýenti 0,84–0,87-ä deňdir.

Witrina aýnasynyň ýokary berkligi bolup, ýylmanan we ýylmanmadyk görnüşleri bolýar. Listleriň ölçegleri 3000×6000 *mm*-e çenli, galyňlygy 6,5–12 *mm* aralygynda. Bu aýnalar witrinalarda, jemgyýetçilik jaýlarynyň we dürli maksatly desgalaryň penjirelerinde ulanylýar. Witrina aýnalarynyň ýagtylyk durulygynyň koeffisiýenti 0,75–0,83-e deň.

Nagyşly aýna listleri—bu bir ýa-da iki tarapynda relýeffi nagyşlary bolan, prokat usulynda ýasalýan aýnalarydyr. Nagyşlar üste düşýän ýagtylygy ýaýradýarlar, şol sebäpli bu aýnalar deňölçegli we ýumşak ýagtylyk gerek bolan jaýlarda ulanylýar. Galyňlygy 3,5–7 *mm*, ölçegleri galyňlygyna baglylykda 375×600–1600×2500 *mm* aralykda. Bir tarapy nagyşly reňksiz aýnalaryň ýagtylyk durulygynyň koeffisiýenti 0,75-den, iki tarapy nagyşlylaryňky 0,7-den pes bolmaly däl.

Armirlenen aýnalar reňkli we reňksiz görnüşlerde öndürilýär. Olar hem prokat usuly bilen öndürilýär. Armirlenen aýnalaryň berkligi artýar we olar urguda we ýangynda pytramaýarlar.

Reňksiz armirlenen aýnalaryň ýagtylyk durulygynyň koeffisiýenti 0,60–0,75-e deň. Aýnalaryň ölçegleri: uzynlygy 800–2000 *mm* aralygynda, ini 400–1600 *mm* aralygynda, galyňlygy 5,5–6 *mm* aralygynda bolýar.

Ýylylyk siňdiriji aýnalar muzeýleri, sergi zallaryny, ulag serişdelerini Gün we ýylylyk radiasiýasyndan goramak üçin ulanylýar. Olaryň düzümine kobaltnyň, demriň we seleniň oksidleri goşulýandygy sebäpli, bu aýnalaryň, adatyça, mawy, çal we bürünç öwüşginleri bolýar. Bu aýnalar oturdylanda, aýna gyzanda emele

gelyän deformasiýalar göz önünde tutulyp, aýna bilen çarçuwanyň arasynda ýeterlik yş goýulýar.

Ýylylyk gaýtaryjy aýnalaryň ýüzüne metallaryň ýa-da olaryň oksidleriniň ýuka (0,3–1 mm) gatlagy çayýlýar. Şonuň hasabyna in-fragyzyl şöhleleriniň bir bölegi yzyna gaýtarylyp, aýnanyň özi on-çakly gyzmaýar. Bu aýnalar ýylylygyň 40–60%-ini geçirip, sowuk howada ýylylygy gorap saklaýarlar. Aýnalaryň mawy, altynsow we başga reňkleri bolup, ýagtylyk goýberiş 30–70% aralygynda bolýar.

Uwiol aýnalarynda demriň, titanyň we hromuň oksidleriniň az mukdary bolup, bu aýnalar ultramelewşe şöhleleriniň 50–75%-ini geçirýärler. Şol sebäpli bu aýnalar bejeriş edaralarynda, ýyladyşhanalarda, solýarilerde we ş.m. ýerlerde ulanylýar.

Köp gatly aýnalar (tripleks) dury ýelim bilen ýelimlenen bir-näçe aýna listlerinden ybarat. Bu aýnalar döwlede gyýak bölekler emele gelmeýär. Olar ulag serişdelerinde, çagalalar edaralarynda we ş.m. ýerlerde ulanylýar.

Elektrik geçiriji aýnalar ýylylyk çeşmesi bolan aýna paketleriň önümçiliginde ulanylýar. Bu aýnalaryň ýüzüne kümüş duzларыnyň ýuka (0,5 mkm) gatlagy sepilýär.

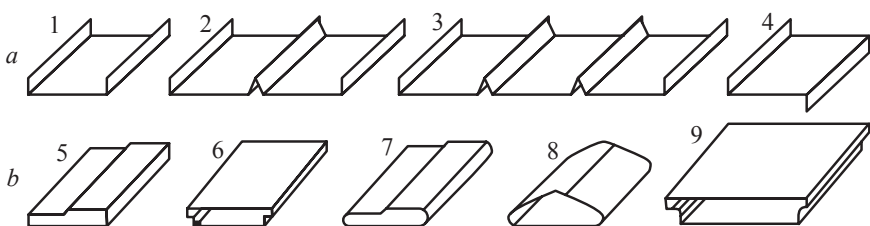
Radioaktiv şöhlelenmelere durnukly aýnalaryň düzüminde köp mukdarda gurşunyň we boruň oksidleri bolýar. Mysal üçin, 80%-li gurşunyň oksidi bolan agyr aýnanyň radioaktiv şöhlelerden goramak ukyby, poladyňky bilen deň.

Taplanan aýnalar döwlede kütäk uçly ownuk böleklere dar-gaýandygy sebäpli, howpsuzlygy ýokary bolýar. Gurluşykda olar gapylarda, germewlerde, çagalaryň otaglarynda we ş.m. ýerlerde oturdylýar.

Boşlukly aýna bloklaryň daşy ýylmanak, içi bolsa gapyrgaly bolýar. İçindäki gapyrgalar blok boýunça göni görüşi peseldýärler. Bu önümler ýokary ýagtylyk we çäkli görüş gerek bolan binalarda (merdiwan gerimlerinde, sanitar otaglarynda we ş.m.) ulanylýar. Aýnablok germewleriniň ýokary oda durnuklylygy, gigiýenalygy, ses we ýylylyk geçirmeýän häsiýetleri bolýar. Olar inedördül ýa-da gönüburçly, reňksiz ýa-da reňklenen görnüşlerde öndürilýär. Ýagtylyk goýberijilik koeffisiýenti 0,33–0,55 aralygynda, termodurnukly-

lygy $\geq 30^{\circ}\text{C}$. Bloklaryň uzynlygy 194–244 mm, ini 194–244 mm, galyňlygy 75–98 mm, massasy 2,8–4,3 kg aralygynda.

Profil aýnalary dürli profilli kese kesigi bolan, uzyn ölçegli elementler (41-nji surat). Profil aýnalarynyň esasy ulanylýanlary şweller we guty görnüşli önümler. Profil aýnalarynyň ulanylmagy dekorativ effekti döredýär, gurluşyk we bejergi işleriniň bahasynyň arzanlamagyna getirýär. Profil aýnasy armirlenen we armirlenmedik, reňklenen we reňksiz görnüşlerde goýberilýär. Profil aýnasynyň ýagtylyk geçirijiligi $\geq 0,5-0,65$, ýylylyk geçirijiligi $\leq 0,76 \text{ Wt/(mK)}$, termodurnuklylygy $\geq 40^{\circ}\text{C}$.



41-nji surat. Profil aýnasynyň görnüşleri:

a) açyk kesikli; b) ýapyk kesikli; 1 – şweller; 2, 3 – gapyrgaly; 4 – kesilen; 5 – guty görnüşde, bir sepli; 6 – guty görnüşde, iki sepli; 7 – guty görnüşde, gapdal diwarlary owal ernekli; 8 – üçburç; 9 – guty görnüşde, gaşly (erňegi çykýan)

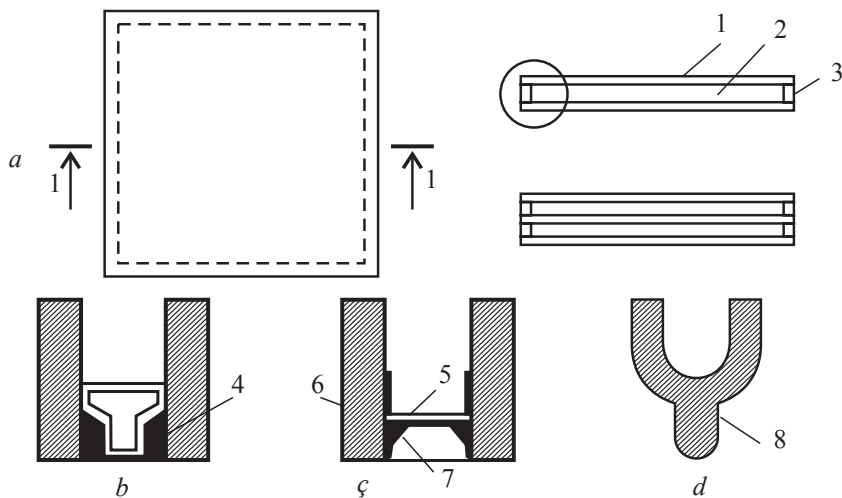
Aýna paketler iki ýa-da ondan köp tekiz aýna listleri, perimetrleri boýunça seplenýär. Olaryň arasyndaky boşluklar howa ýa-da başga gaz bilen doldurylýar (42-nji surat). Aýna paketler penjirelerde we gapylarda ulanylýar.

Olaryň ýeterlik ýylylyk we ses geçirmezlik häsiýetleri bolýar. Niýetlenilişi boýunça olar adaty, ýagtylyk ýaýradýjy, berkleşdirilen, gyýaksyz döwülýän, şöhlelerden goraýan, ses geçirmeýän we elektrik ýyladyjy görnüşlerde bolýarlar. Aýna paketleriň galyňlygy 12–42 mm, iň uly ölçegleri, görnüşine baglylykda 1000×1400 mm-den 2950×2950 mm-e çenli. Aýna paketler germetik bolmalydyrlar.

Aýnademirbeton önümlerinde, konstruksiýanyň ýük göteriji bölegi demirbeton bolup, karkasyň ýagtylyk giňişliginiň düzüjisi aýna bolýar. Bu önümler taýýarlanylanda, beton erginine aýna elementleri (aýnabloklar, linzalar we prizmalar) oturdylýar.

Aýna turbalary azyk önümlerini, suwy, agressiw suwuklyklary we gazlary daşamak üçin basyşly, basyşsyz we wakuumly turbageçirijilerde ulanylýar. Aýna turbalarynyň geçiriş diametri 40 mm-den 200 mm-e çenli, uzynlygy 1500–3000 mm aralygynda. Bu turbalar korroziýa durnukly, bahasy arzan, dury we gigiýenaly häsiýetlidirler. Olaryň kemçilikleri portlugy we termodurnuklylygynyň ýokary däl-digi (40°C töweregi).

Örtgülik aýna materiallary we önümleri üç topara bölünýärler: amorflar (reňkli list aýnasy, stemalit, marblit, aýna plitajyklary, smalta we beýlekiler); aýnanyň we howanyň esasyndaky geterogen amorflar (köpürjikli dekor, öýjükli kremnezit, haly-mozaika plitajyklary we beýlekiler); geterogen aýnakristal materiallar (aýnakristallit, aýnakeramit, aýnakremnezit we beýlekiler).



42-nji surat. Iki we üçgatly aýna paketleriniň umumy görnüşi (a).

Aýna paketleriň ýelimlenen (b), tutdurylan (пайка) (ç)

we kebsirlenen görnüşleri (e);

- 1 – aýna; 2 – howaly gatlak; 3 – direg ramkasy; 4 – ýelim we germetik gatlagy;
 5 – gurşunly garyndynyň zolagy; 6 – aýnada metallanan gatlak; 7 – tutdurylýan ýer;
 8 – aýnalaryň kebsir düwni

Reňkli aýna listi adaty ýa-da gyrgyznylyk bilen berkidilen aýnanyň üstüni elektrohimiýa usul bilen reňklemek arkaly taýýarlanylýar. Esa-

san, ýagtylyk geçirijiligi 0,15–0,2 bolan bürünç reňkli listler goýberilýär. Bu material penjirelerde, gapylarda, mebellerde we witrinalarda ulanylýar.

Dekoratiw tripleks listleriň arasynda reňkli matany ýa-da per-däni preslemek arkaly taýýarlanylýar. Bu material jaýlaryň içki bezeg işlerinde ulanylýar.

Marblit ýüz tarapy ýylmanan, arka tarapy bolsa riflenn, galyňlygy 5-25 mm bolan öçürilen aýna listleri. Olar diwarlaryň daşky we içki ýüzüni örtmek üçin ulanylýar.

Stemalit bir tarapyndan keramiki emal reňk bilen reňklenen ýylmanak aýna listleri. Reňki we aýnany berkitmek üçin, ol termik işlenýär. Stemalit diwarlary içinden we daşyndan örtmek üçin ulanylýar, ol atmosfera täsirlerine durnukly bolup, reňkini gowy saklaýar.

Aýnamermer marblitiň bir görnüşi bolup, mermere çalymdaş material, ol diwarlaryň we pollaryň dekoratiw örtgüsünde ulanylýar.

Halylyk-mozaika plitajyklar binalaryň içki we daşky örtgülerinde ulanylýar. Olar ýalpyldaýan ýa-da öçügsi, ýylmanak we riflenn, dürli reňkli görnüşlerde öndürilýär.

Smalta reňkli aýnanyň ownuk ($1-2 \text{ sm}^2$) bölejiklerinden ybarat bolup, mozaika suratlaryny we pannolary döretmek üçin ulanylýar. Smaltalar 200 dürli reňklerde we öwüşginlerde goýberilýär.

Köpürjikli dekor 450×450 mm ölçeglerde, 40 mm-e çenli galyňlykda goýberilýär

Sitallar aýnakristal düzümlü materiallar. Bu aýnalaryň kristallaşmagy 90–95%-e ýetýär. Adatça, kristal däneleriniň ölçegleri 1 mm-den kiçi bolýar, ownuk däneliligi sebäpli, bu material ýokary mehaniki häsiýetlerine eýedir. Sitallary keramiki tehnologiýa bilen hem, aýna tehnologiýasy bilen hem almak bolýar. Aýna bilen deňeşdirilende, sitallaryň tehnologiýasy birneme çylşyrymlyrak bolýar, sebäbi aýnany aýnakristal halyna öwürmek üçin goşmaça termik işlemeli bolýar. Kristallaşmak prosesinde aýna massasynyň göwrümünde katalizatorlaryň (Ag, Pt, Au, Pd, TiO_2 , ZnO_2 , ZrO_2 we başgalar) täsiri bilen, örän köp sanly mikroskopik kristallaşma merkezleri döreyär.

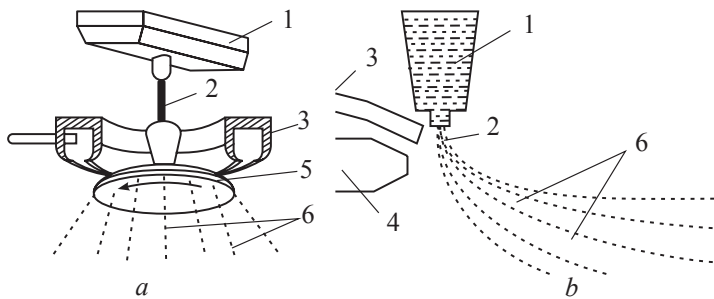
Sitalaryň ortaça dykzlygy $2,5-2,6 \text{ g/sm}^3$, gysylma berkligi 600 MPa çenli, ýumşayan temperaturasy $1000-1300^\circ\text{C}$. Olaryň kislotalara we aşgarlara ýokary durnuklylygy bolýar. Gurluşykda sital plitalary agressiw gurşawlarda işleýän sehleriň pollarynda, degirmenleriň futerinde, himiki enjamlary taýýarlamakda ulanylýar.

Sitalloplastlar ftoroplastlaryň we sitalaryň esasynda taýýarlanylýar. Sitallar we ftoroplastlar bilen deňeşdirilende, olaryň has ýokary himiki we mehaniki häsiýetleri bolýar.

Aýnakristalliden diwarlary örtmek üçin $300 \times 300 \text{ mm}$ we $300 \times 150 \text{ mm}$ ölçegdäki plitalar öndürilýär. Olar reňkli ýa-da reňksiz aýna dänelerini eretmek arkaly alynýar.

Aýnakremnezit örtgi plitalary görnüşinde öndürilýär. Bu önümler, aýna dänelerini dolduryjylar bilen bilelikde bişirmek arkaly alynýar.

Aýna süýümleri aýna massasyndan dürli usullar bilen alynýar: filýera usuly, üflemek arkaly, merkezden daşlaşýan usul we başg. Filýera usulynda erginden filýera arkaly inçe süýümler çekilip alynýar, ol sapaklar sowap gataýar we aýlanýan barabana saralýar. Bu usulda aýna matalarynda, aýna plastikalarda we suw geçirmeýän önümlerde ulanylýan uzyn we berk süýümler alynýar.



43-nji surat. Aýna süýüminiň merkezden daşlaşýan (a) we üflenýän (b) usullarda alnyşynyň shemasy:

1—erginli wanna; 2—erginiň inçe akymy; 3—ýyladyjy; 4—gysylan howany ýa-da bugy äberiji patrubok; 5—merkezden daşlaşdyryjy; 6—aýna süýümi

Üflenýän we merkezden daşlaşýan usullarda (43-nji sur.ser.) diametri $5-15 \text{ mkm}$ -lik, uzyn bolmadyk ($5-50 \text{ sm}$) süýümler alynýar. Bu süýümlere aýnapamyk diýilýär, onuň himiki durnuklylygy mine-

ral pamykdan ýokary bolýar. Aýna pamyk dürli ýylylyk geçirmeýän önümlerde ulanylýar.

5.5. Daşlaryň we şlaklaryň erginlerinden taýýarlanylýan materiallar

Daş guýmalarynyň (plitalaryň, ýol örtükleriniň we başg.) önümçiligi, dag jynslaryndan we goşundylardan ybarat şihmany owratmakdan, eretmekden, ergini galyplara guýmakdan, önümleri kristallaşdyrmakdan, olary gyzdyrmakdan we sowatmakdan ybaratdyr. Goýy reňkli önümleriň çig mallary bolup diabazlar we bazaltlar, ýagty reňkli önümleriň çig mallary bolup, dolomit, kalsit, mermer, kwars çägesi hyzmat edýärler. Şihmanyň ereme temperaturasyny peseltmek üçin flýuslar (mysal üçin, 3% flýuorit) goşulýar; kristallaşmak proseslerini tizleşdirmek üçin eremesi kyn materiallar (magnezit, hromit we hromit magdany) goşulýar; ergini agartmak üçin 0,8 % möçberinde sink oksidi goşulýar.

Guýma daş materiallarynyň dykzlygy 2900–3000 kg/m^3 , gyslymaga berkligi 200–240 MPa , süýnmäge berkligi 20–30 MPa , iýilmäge durnuklylygy granitden, bazaltdan we diabazdan 5 esse ýokary bolýar. Gurluşyk işlerinde daş guýmalary aýratyn kyn şertlerde işleýän konstruksiýalarda ulanylýar.

Şlak erginlerinden şlak bloklary, daşlar (uly kerpiçler), plitajyklar, betonlar üçin öýjükli dolduryjylar, şlak pamyklary, şlaksitallar ýaly önümler taýýarlanylýar. Erginiň düzümi we sowadylyşynyň düzüni, şlagyň kristallaşma derejesine täsir edýär, ýagny sowatmagyň tizliginiň artmagy aýna fazanyň köpelmegine getirýär. Aýna emele getiriji komponentler bolup SiO_2 we Al_2O_3 hyzmat edýärler.

Mineral pamyklar—bu süýümlü materiallar bolup, dag jynslarynyň ýa-da metallurgiýa şlaklarynyň erginlerinden alynýar. Pamygyň süýümleriniň uzynlygy 2–60 mm aralygynda bolýar. Mineral pamygynyň öndürilişi aýna pamygynyň tehnologiýasyndan tapawutlanmaýar. Bu önümleriň ýylylyk geçirijiligi 0,032–0,077 $Wt/(mK)$ aralygynda.

Mineral pamygyndan taýýarlanylýan önümler, konstruksiýalaryň izolirlenýän üstleriniň temperaturasy -180° -dan $+600^{\circ}C$ aralygynda, ýylylyk geçirmezlik üçin ulanylýar.

6.1. Metallar barada umumy maglumatlar

Metallar adaty şertlerde gaty (diňe simap suwuk halda bolýar) ýagdaýda bolup, mahsus bolan metal ýalpyldyly, sozulýan, süýnýän, kebşirlenýän, elektrik we ýylylyk geçiriji, ýokary dykzlykly, dury bolmadyk yönekey maddalardyr. Dykzlygy 5 g/sm^3 -den pes bolan metallara ýeňil metallar diýilýär. Metallaryň aglabasynyň dykzlygy 5 g/sm^3 -den geçýär we olara agyr metallar diýilýär. Iň ýeňil metal dykzlygy 0,86 bolan kaliý, iň agyry bolsa, dykzlygy 22,5-e deň bolan osmiý. Ähli metallaryň (106 sany himiki elementiň 76-sy metal-lar) atomlarynyň daşky (walentli) elektronlaryny bölüp aýyrmak bilen, položitel zarýadlanan ionlara (kationlara) öwürilmäge ukyby bar. Metallaryň bu özboluşlylygy olaryň fiziki we himiki häsiýetlerinde ýüze çykýar. Atomlardan bölünip aýrylan elektronlar, potenciallaryň ujypsyzja tapawudynyň täsiri bilen, položitel zarýadlanan ionlaryň arasynda üznüksiz hereket edip, metallaryň ýokary ýylylyk we elektrik geçirijiligini üpjün edýärler. Umumylykda (erkinlikde) galyp, olar elektron gazyny emele getirýärler. Elektron gazy hereketlenýän «ýelim» ýaly, položitel zarýadlanan ionlary berkidip, tutuş metaly bitewülikde saklaýar.

Metallaryň fiziki häsiýetleriniň arasynda sozulyjlygy has hem tapawutly. Mysal üçin, 80–100 mm galyňlykdaky demir brusjagazdan, 4 mm we ondan hem inçe simler ýasalýar. Misdan 0,04 mm, wolframdan 0,015 mm diametrdäki simler, altyndan bolsa, 0,003 mm galyňlykdaky listjagazlar taýýarlanylýar. Poladyň uly böleklerinden (bolwankalardan) balkalar, relsler, armaturalar we başga önümler öndürilýär. Metallaryň sozulyjlygy, temperaturanyň ýokarlanmagy bilen artýar. Şol sebäpli metallaryň köpüsi gyzdyrylan ýagdaýynda işlenilýär.

Metallaryň käbiri port häsiýetli bolýarlar, yöne olar gurluşyk materiallarynda ulanylmaýar, mysal üçin, surma, wismut, marganes, hrom we başgalar.

Metallar reňkleri boýunça dürli-dürli bolýarlar. Önümçilikde olar gara metallara–demriň garyndylaryna we reňkli metallara bölünýärler. Demirden başga ähli metallar, reňkine garamazdan reňkli metallara degişli edilýär. Tehnikada arassa (ýönekeý) metallar hem, metallaryň metallar bilen ýa-da metalloidler bilen garyndylary hem köp mukdarda ulanylýar.

Metallar ereme temperaturasy (simabyň ereme temperaturasy -39°C , iň eremesi kyn metal bolan wolframyňky $+3370^{\circ}\text{C}$) we gatylygy (gurşun dyrnak bilen çyzylýar, iň gaty metal bolan hrom diňe almaz bilen çyzylýar) boýunça güýçli tapawutlanýarlar.

Metallaryň himiki işjeňligi, onuň walentli elektronynyň atomdan aýrylmagynyň ýeňilligine baglydyr. Hususan-da, himiki reaksiýalara metallar wodorody we beýleki himiki işjeňligi pes bolan metallary gysyp çykaryp, esasan, dikeldiji bolup gatnaşýarlar.

Gurluşykda arassa metallar däl-de, olaryň garyndylary ulanylýar. Olar metallardan ereme temperaturasy, ýylylyk geçirijiligi, elektrik geçirijiligi, gatylygy we beýleki häsiýetleri boýunça düýpli tapawutlanýarlar. Munuň sebäbi, erkin elektronlaryň hereket etmegine garyndynyň düzümindäki keseki elementleriň päsgel berýändigini bilen düşündirilýär. Mysal üçin, demriň gatylygy HB 70–80-e deň bolsa, çöýün diýlip atlandyrylýan uglerodly demriň gatylygy HB 210–400-e, hromly gurallyk polatlaryň gatylygy bolsa HB 450–700-e ýetýär.

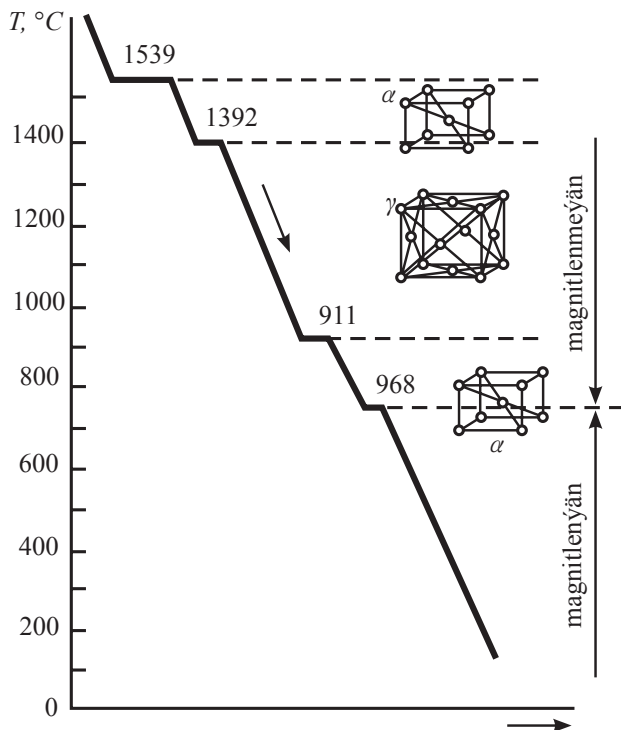
Gurluşykda, esasan, polat we çöýün ulanylýar, reňkli metallardan alýuminiý we onuň esasyndaky garyndylar ulanylýar.

6.2. Metallaryň polimorfizmi

Ähli metallary, gyzdyrylanda we gaty ýagdaýynda sowadylanda polimorfizme ukyply bolan metallara (demir, galaýy, titan, kobalt we başgalar) we allotropik özgermeleri başdan geçirmeýän metallara (mis, alýuminiý, magniý, gurşun we başgalar) bölmek bolýar.

Polimorfizm netijesinde, bir görnüşli kristal gözenege eýe bolan atomlar, özara ýerleşişini üýtgedip, başga görnüşli gözenegi emele getirýärler (*44-nji surat*). Metalyň allotropik görnüşleri modifikasiýalar diýlip atlandyrylýar we grek elipbiýiniň başlangyç harplary bilen

belgilenilýär (α , β , γ , δ we ş.m.). Pes temperaturada durnukly modifikasiýany α harpy bilen, mundan ýokary bolanda β harpy bilen, indiki (temperatura şkalasy boýunça) modifikasiýalar γ , δ we ş.m. harplar bilen belgilenilýär.



44-nji surat. Demriň sowadylyşynyň egri çyzygy.

Metallarda köp sanly allotropik öwürmeler mälimdir: $Fe_{\alpha} - Fe_{\gamma}$; $Co_{\alpha} - Co_{\beta}$; $Ti_{\alpha} - Ti_{\beta}$; $Mn_{\alpha} - Mn_{\beta} - Mn_{\gamma} - Mn_{\delta}$; $Sn_{\alpha} - Sn_{\beta}$ we başgalar.

Demriň allotropik özgermelerini sowatmagyň egri çyzygynyň shemasy boýunça yzarlamak bolýar (44-nji surat). Sowatmakda, 1539°C-daky temperaturanyň uly duralgasy, demriň suwuk halyndan gaty halyna geçmegine laýyk gelýär (ilkinji kristallizasiýa). Şunda ýylylygyň uly mukdary bölünip çykýar. Emele gelýän Fe_{δ} kristallar, $a=2.93 \text{ \AA}$ ölçegleri bilen göwrüme merkezleşen kub kristal gözegenine eýe bolýarlar. Ikinji, has gysga duralga 1392°C -da (AR nokady)

emele gelyär. Şunda Fe_{δ} – Fe_{γ} öwrülişik bolup geçýär we onuň $a=3,64 \text{ \AA}$ parametrli, grana merkezleşen kub kristal gözenegi bolýar. Üçünji duralga 911°C -da (Ar_1 nokady) bolup geçýär. Bu ýerde Fe_{δ} – Fe_{γ} öwrülişigi bolýar we onuň $a=2,90 \text{ \AA}$ parametrli göwrüme merkezleşen kub kristal gözenegi emele gelyär. Indiki duralga, 768°C -da gözegçilik edilýär (Ar_2 nokady). Bu duralgada kristal gözeneginiň görnüşi üýtgemezden, diňe magnit häsiýetleri üýtgeýär Fe_{β} – Fe_{α} , parametrler 2.90 -dan 2.88 \AA -e çenli azalýar.

Şeýlelik bilen, demriň kristal gözenekleriniň Fe_{α} (β , δ) göwrüme merkezleşen kub; Fe_{γ} grana merkezleşen kub ýaly iki modifikasiýasy bardyr.

Sowadylanda bolup geçýän özgermeler ýylylygyň bölünip çykmagy bilen, gyzdyrylanda bolup geçýän özgermeler bolsa, ýylylygyň siňdirilmegi bilen bolup geçýär.

Allotropik özgermeleriň bolup geçýän temperaturalary kritiki diýlip atlandyrylýar we A harpy bilen belenenilýär (fransuzça «arret»–duralga diýmek). Eger özgermek gyzdyrylanda bolup geçse, onda c indeksi (fransuzça «choffage»–gyzdyrmak diýmek), sowadylanda $-r$ (fransuzça «refroidissement»–sowatmak diýmek) indeksi goşulýar.

6.3. Çoýnuň öndürilişi

Domna peçlerinde çoýun taýýarlamak–köp zähmeti talap edýän önümçilik prosesleriniň çylşyrymly toplumydyr. Domna çoýnuny almak üçin, demir magdanyndan, hekdaşyndan we ýangyçdan ybarat şihmalar ulanylýar. Çoýnuň hili çig mallaryň saýlanylyşynyň, baýlaşdyrylyşynyň, owradylyşynyň hiline bagly.

Demir magdanlary magdan mineralyndan, boş jynslardan we goşundylardan ybarat. Boş jynsyň dürli himiki düzümi bolup bilýär. Domna pejinde ol jynslar ereýärler we şaklara öwrülýärler. Boş jynsyň mukdaryna baglylykda demir magdanlary demre «baýlara» (45 – 70 %) we «garyplara» bölünýärler. Demre «baý» magdanlar saýlanylandan we owradylandan soň göni eredilmäge iberilýär, demre «garyplary» bolsa baýlaşdyrylýar (demriň okisleriniň mukdarynyň köpeldilmegi).

Domna önümçiliginde ýangyç hökmünde koks, kömür we tebigy gaz ulanylýar. Bu önümçilikde ýangyç örän möhüm rol oýnaýar. Kömrüň ýanmagy magdanlary dikeltmek üçin zerur bolan ýokary gyzgynlygy döredýär. Ýangyçlardaky uglerod himiki reaksiýalarda demri dikeltmek üçin ulanylýar.

Flýuslar erginiň turşulygyny sazlamak üçin ulanylýar, sebäbi boş jynslarda we futerlerde kremniýer agdyklyk edýär. Flýus hökmünde hek daşy (CaCO_3) we has seýrek ýagdaýlarda dolomitli hekdaşy ulanylýar.

6.4. Poladyň öndürilişi

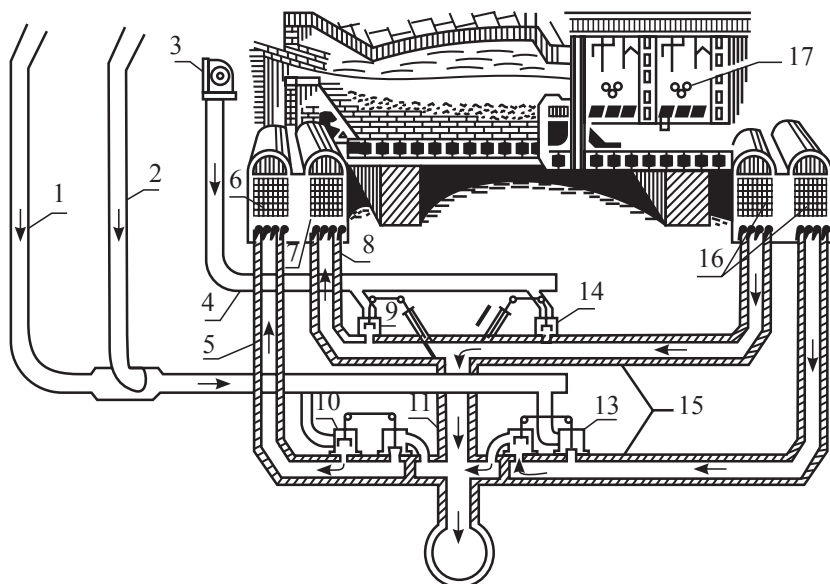
Häzirki wagtda polat konwertorlarda, marten we elektrik peçlerinde öndürilýär. Konwertorlarda şihhta hökmünde suwuk çöýün we gaýtadan işlenilýän polat ulanylýar, marten, elektrik peçlerinde gaýtadan işlenilýän polat bilen suwuk ýa-da gaty çöýün ulanylýar, kä ýagdaýlarda elektrik peçlerinde diňe gaýtadan işlenilýän polat ulanylýar. Şihtanyň düzümine hekdaşy, şlak emele getiriji käbir beýleki maddalar we legirleýji elementler girizilýär.

Konwertorlarda polady taýýarlamak, suwuk çöýüniň düzümindäki uglerody, kremnini, marganesi, kükürdi we fosfory azaltmak üçin, howa ýa-da kislorod bilen üflemek arkaly amala aşyrylýar.

Konwertor diýlip oda durnukly futerlenen (bessemer prosesinde turşy dinas bilen, tomasda esas dolomit bilen) uly polat retorta aýdylýar. Futeriň görnüşine baglylykda, işlenilip taýýarlanylýan çöýünler himiki düzümi boýunça tapawutlanýarlar. Konwertor peçlerinde işlenilýän çöýün, konwertoryň düýbündäki deşikden berilýän howa bilen üflenilýär.

Konwertor usulynyň esasy ýetmezçiligi bu tehnologiýanyň beýleki usullara görä zyýanly tozanlary has köp döredýänligindedir.

Marten usuly ýokary hilli polatlaryň önümçiliginde ulanylýan esasy usuldyr. Şihhta materiallaryny eretmek üçin talap edilýän ýokary gyzgynlyk (1800°C), gazy we howany öňünden gyzdyrmak bilen gazanylýar. Häzirki zaman marten peçleri köp derejede mehanizmlaşdirilen we enjamlaşdyrylan tehnologiýadyr.

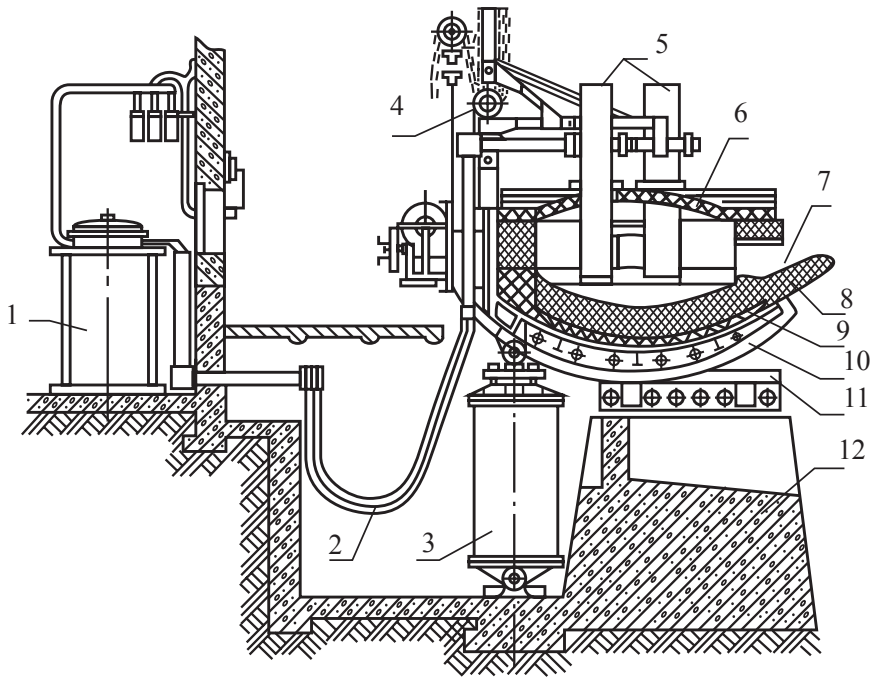


45-nji surat. Sygymlylygy 500 t bolan marten pejiniň gurluşynyň shemasy:

1 – gaz bermek üçin kanal; 2, 4 – howa bermek üçin kanallar; 3 – wentilýator;
 5, 8 – gaz bilen howanyň garyndysyny bermek üçin kanallar; 6, 7,
 16 – regeneratolar; 9, 10, 13, 14 – klapanlar; 11, 15 – ýanan önümleri
 sowujy kanallar; 12 – turba; 17 – dolduryjy penjireler

Esasly peçde flýus bolup kwars çägesi we şamot, turşy peçde hek daşy ulanylýar. Marten peji aşadaky görnüşde işleýär: (45-nji surat) gaz (1) we howa (2) kanallar boýunça gaz klapanyňa (13) eltilýär; soňra olaryň garyndysy (5) kanal boýunça regeneratora (6) düşýär; wentilýator (3, 4) kanal boýunça howa klapanyňa (9) barýan howany ýelleýär, ondan soň ol kanal (8) boýunça regeneratora (7) barýar.

Poladyň elektrik togy bilen eredilmegi ýaý şekilli we induksion peçlerde alnyp barylýar. Esasy ulanylýan peçler ýaý şekilli peçlerdir (46-njy surat). Peç sfera görnüşindäki düýbi bolan silindr şakilindäki kožuhdan (9), ýangyna çydamly futer diwarlary bolan podinadan (8), elektrodlar (5) üçin deşikleri bolan aýrylýan arka gümmezinden, elektrodlaryň berkidilmegi we dikligine süýşmegi üçin mehanizmden (4), fundamenti ugrukdyryjydan (11), peji goldamak we hereketlendirmek üçin iki sany direg segmentlerinden (10), polat želob (7) boýunça çykarylanda peji egmek üçin mehanizmden (3) ybarat. Ele-



46-njy surat. Sygymlylygy 30 t bolan ýaý şekilli elektrik pejiniň gurluşy:

- 1–peseldiji transformator; 2–çäýe kabel; 3–pejiň ýapgytly mehanizmi;
 4–elektrodlary berkitmek we göçürmek üçin mehanizm; 5–elektrodlar;
 6–arkaly toplum; 7–polady çykarmak üçin ternaw; 8–podina
 (oda durnukly massa bilen örtülen pejiň düýbi); 9–polat guty;
 10–daýanç segmentleri; 11–esasyň ugrukdyryjylary; 12–esas

krtik energiýasy aýratyn jaýda ýerleşýän transformatordan (1) şinalar we çäýe kabeller (2) boýunça berilýär.

Peçde grafit elektrodлары ulanylýar. Ýaý şekilli elektrik peçleriniň möçberi 3 tonnadan 270 tonna çenli we ondan hem ýokary bolup bilýär. Biziň ýurdumyzda, Owadandepede ýerleşýän polady gaýtadan işleýän zawodda, her tapgyrda 25 tonna hilli polat öndürilýär. Bu zawodda, flýus hökmünde söndürilen hek, poladyň turşulygyny peseltmek üçin ferromarganes, ferrosilisiý we beýleki goşundylar ulanylýar.

Elektrik peçlerinde okislenme, edil konwertorda we marten peçlerinde bolýan reaksiýalar boýunça bolup geçýär. Dikeldiş döwründe

metalyň turşulygy peseldilýär we oňa zerur bolan goşundylar, şol san-da legirleýjiler goşulýar.

Elektrik peçlerinde, esasan, ýokary hilli uglerodly we legirlenen polatlar taýýarlanylýar. Ýaramly poladyň çykyşy, ähli salnan metalyň 90–96 %-ine barabar bolýar. Poladyň 1 tonnasynda elektrik energiýasynyň 800–900 *kWh*-y harç edilýär. Ýaý şekilli peçlerde polady eretmegiň dowamlylygy 6–8 sagatdan ybaratdyr we onuň kuwwatlylygyna hem-de konstruksiýasyna, eredilýän poladyň kysymyna, şeýle hem başlangyç çig mallaryň häsiýetlerine baglydyr. Elektrik peçlerini ulanmak, elektrik energiýasynyň ýokary bahasy sebäpli çäkli bolýar.

Polat öndürilende, eredilişiniň soňunda, metal kislorod bilen doýgunlaşýar. Ony neýtrallaşdyrmak üçin metala kremniý, marganes we alýuminiý girizilýär, olara turşulygy peseldijiler diýilýär. Bu elementler ugleroda we demre garanyňda kislorod bilen has ýeňil birleşýärler. Turşulygynyň peselmeginiň derejesi boýunça, polatlar gaýnaýanlara, rahatlara we ýarymrahatlara bölünýärler. Gaýnaýan poladyň turşulygy az aýrylýar we ol guýlanda uglerodyň okisi bölünip çykýar (polat gaýnaýar). Rahat poladyň turşulygy doly aýrylýar (ähli kislorod baglanan ýagdaýda bolýar). Ýarymrahat polat gaýnaýan we rahat polatlaryň aralyk ýagdaýyny eýeleýär.

6.5. Metal garyndylary

6.5.1. Metal garyndylary barada düşüňjeler

Metal garyndylary (splawlar) iki ýa-da birnäçe metal we metalloid garyndylaryndan emele gelýän konglomeratlardyr. Metal däl birleşmeler käbir düzümleriň gatylygyny artdyrmak üçin ulanylýar.

5 müň ýyl mundan ozal, adamlar mis bilen galaýynyň garyndysyndan bürünç almagy başarypdyrlar. Bürünç gatylygy we berkligi boýunça mis bilen galaýydan has tapawutlanýar. Munuň sebäbi, sap metallaryň atomlarynyň, daşky güýjüň täsiri bilen kristal gözenekleriniň ugry boýunça çyzykly hereket etmegi netijesinde, uly süýgeşik deformasiýalary ýüze çykýar. Metal garyndylarynda bolsa, kristal gözenekleriniň gurluşyndaky «çyzyklarda» päsgeçlikler

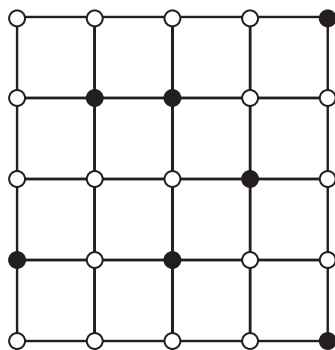
döräp, jisimiň deformatsiýa mümkinçiligi azalýar. Netijede, materialyň gatylygy, berkligi, portlugy artýar we süýgeşikligi peselýär. Metal garyndylary gaty ýagdaýdaky komponentlerden emele gelip bilýär. Ýöne bu örän uzak möhlete çekýän proses. Şonuň üçin tehnikada ulanylýan metal garyndylary ergin görnüşinde taýýarlanylýar.

6.5.2. Metal garyndylarynyň toparlara bölünişi

Metal garyndylary üç topara bölünýärler: gaty erginler, mehaniki garyndylar we himiki birleşmeler.

Gaty erginler öz gezeginde orunçalyşma we aralaşma görnüşlerinde bolýarlar.

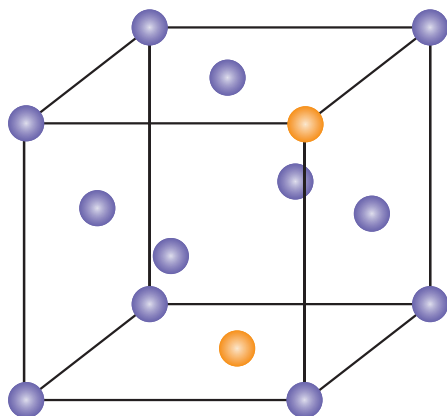
Eger metallaryň atomlarynyň radiuslarynyň tapawudy 15 %-den az bolsa we kristallarynyň gurluşy birmeňzeş bolsa, onda olar bir kristal gurluşyny emele getirip bilýärler (47-nji surat). Bu ýagdaýda dürli atomlar islendik mukdar gatnaşygynda biri-biriniň ornunda ýerleşip bilýärler. Bu metal garyndylaryna orunçalyşma gaty erginleri diýilýär. Mysal üçin, demir-hrom, demir-molibden, mis-nikel, altyn-mis we ş.m.



47-nji surat. Demirň we hromuň atomlarynyň orunçalyşma gaty ergini

Aralaşma gaty erginleri diýlip, erediji metalyň kristallarynyň aralygyndaky boşluklarda, ereýän elementiň kiçi ölçegli atomlarynyň ýerleşmegine aýdylýar. Bu birleşmeler atomlaryň radiuslarynyň ölçeglerinde uly tapawut bolanda emele gelip bilýär (48-nji surat). Mysal üçin, demir, hrom we molibden ýaly metallar, uglerod, azot, wodorod ýaly elementler bilen gaty erginleri emele getirýärler. Sinkiň misde 38 %-e çenli eremeginde latun emele gelýär.

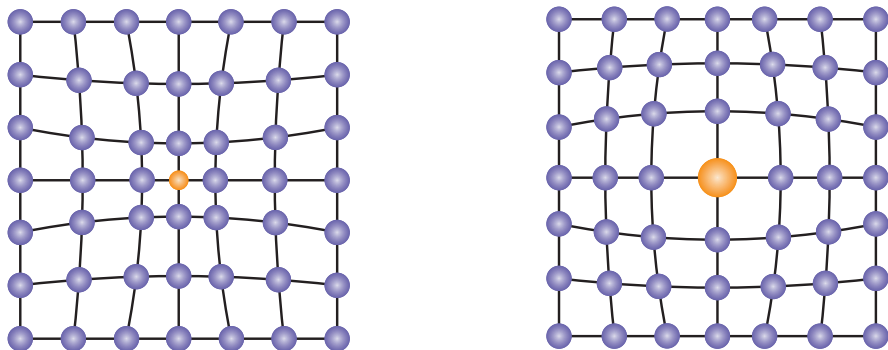
Gaty erginleriň häsiýetleri, garynda girýän elementleriň häsiýetlerinden tapawutlanýar. Kristallarda käbir egrelmeleriň döremegi sebäpli, olaryň berkligi we gatylygy artýar, süýgeşikligi az-kem peselýär (49-njy surat). Ýöne şonda-da, gaty erginleriň köpüsini basyş bilen we sozmak arkaly işlemek bolýar.



48-nji surat. Aralaşma gaty erginleri

Metal garyndysynyň düzümindäki elementler kristal gurluş boýunça, atom ölçegleri we elektron gurluşy boýunça uly tapawutlanýan bolsalar, olar mehaniki **garyndyny** emele getirýärler.

Mehaniki garyndynyň düzümine her bir komponent öz kristallary bilen goşulýar. Bu garyndylaryň mehaniki häsiýetleri, düzümine girýän metallaryň aralyk häsiýetine eýe bolýar we olaryň komponentleriniň mukdaryna proporsional üýtgeýär.



49-njy surat. Gaty erginlerde kristal gözeneginiň egrelmegi

Ergin ýagdaýdan kristallaşanda, bu garyndylaryň bilelikde kristallaşýan mukdaryna **ewtektika** (grekçeden «eutektos» – *aňsat ereýän* diýmek) diýilýär. Haýsy elementiň mukdary ewtektikadan ýokary bolsa, ol elementde kristallaşmalk ilki başlanyp, tä ewtektika çenli dowam edýär. Mysal üçin, demriň 4,3 %-li uglerod bilen garyndysy; alýumininiň 11 %-li kremniý bilen garyndysy; gurşunyň 13 %-li surma bilen garyndysy we ş.m. Mehaniki garyndynyň komponentleriniň gaty erginden emele gelýän gatnaşygyna **ewtektoida** diýilýär. Mysal üçin, austenitden emele gelýän perlit (sementitiň we ferritiň mehaniki garyndysy).

Metallar, metallar we metal däller bilen **himiki birleşmelerini** emele getirýärler. Metallaryň metallar bilen we metalloidler bilen himiki birleşmeleri metal häsiýetlere eýe bolýarlar, olara *intermetallidler* diýilýär. Metallaryň metal däller bilen himiki birleşmeleri metal däl häsiýetleri ýüze çykarýarlar. Himiki birleşmelerde iki ýa-da birnäçe elementler, täze kristal gurluşyny emele getirýärler. Himiki emele gelen metal garyndylarynyň ählisi diýen ýaly örän ýokary gatylyga we portluga eýe bolýarlar. Olaryň häsiýetleri düzümindäki metallardan düybünden tapawutlanmagy mümkin. Mysal üçin, alýumininiň gatylygy HB 20, misiňki HB 35, olaryň himiki birleşmesiniň (CuAl_2) gatylygy HB 400; demriňki HB 80, uglerodyňky (grafitiňki) HB3, sementitiň gatylygy bolsa, HB 800 we ş.m. Şol sebäpli ýokary gatylyk talap edilýän garyndylaryň düzümine demirden başga Mn, Cr, Mo, W, Ni, V ýaly elementleriň karbidleri, nitridleri girizilýär.

6.6. Gurluşykda ulanylýan metallar we metal garyndylary

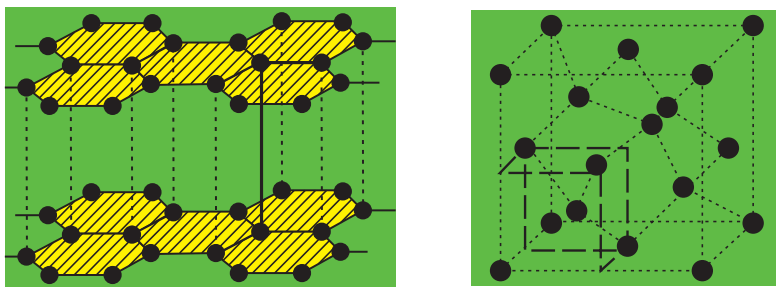
6.6.1. Demriň we uglerodyň häsiýetleri

Demir 1539°C-da ereýän metal. Häzirki döwürde alynýan arassa demirde goşundylaryň 0,001 %-i bolýar, demriň tehniki görnüşlerinde bolsa, garyndylaryň 0,1-0,2 %-i (C, Mn, Si, S, P we beýlekiler) bardyr. Demriň iň möhüm häsiýetleriniň biri allotropiýa häsiýeti. Gurluşy we häsiýetleri bilen tapawutlanýan demriň iki modifikasiýasynyň (α we γ) bardygy mälim. α -demir 911°C-dan pes we 1401°C derejeden ýo-

kary temperaturalarda ýüze çykýar. 1392-1539°C aralygynda α -demir δ -demir diýlip belgilenilýär. γ -demir 911–1392°C aralygynda ýüze çykýar.

Demriň mehaniki häsiýetleri däneleriň arassalygyna we ölçeglerine bagly. Demriň gatylygy HB 80, süýnmäge berkligi $\sigma_s=180-280\text{ MPa}$, deňşdirme uzalmasy $\delta=30-50\%$, daralmasy $\Psi=70-80\%$. Demir köp elementler bilen erginleri ýeňil döredýär (C, Si, Mn, Cr, Ni we beýlekiler bilen). Demriň dykzylygy 7680 kg/m^3 , çyzykly giňelmesiniň koeffisiýenti $11,7 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$.

Uglerodyň dykzylygy 2500 kg/m^3 , ereme temperaturasy $3650\text{ }^\circ\text{C}$ bolan metal däl element. Uglerodyň üç sany allotropik görnüşi (50-nji surat) bolýar (kömür, grafit we almaz). Demir-uglerod metal garyndysynda (ol ýerde uglerod ikinji düzüm görnüşinde), uglerod grafit ýa-da sementit Fe_3C görnüşinde duş gelýär.



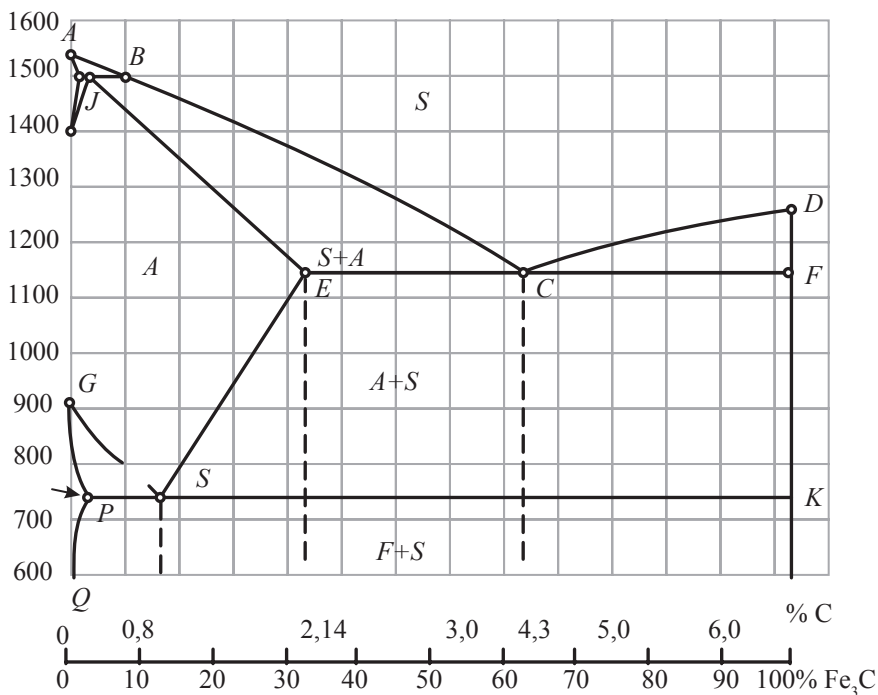
50-nji surat. Grafitiň (a) we almazyň (b) kristal gözenekleri

Grafitiň uly bolmadyk berkligi we gowşak metal häsiýetleri bar. Demir bilen emele getirýän garyndylarynda ol öz metal häsiýetlerini ýitirýär. Uglerod demirde suwuk hem-de gaty halynda ereýär we ereýjiligi çäklendirilen α , γ aralaşma gaty erginlerini döredýär. Uglerodyň mukdaryna görä metal garyndysynyň üýtgeýşi:

- tehnik demir – $\text{C} \leq 0,02\%$;
- ewtekoida çenli polat – $\text{C} = 0,02-0,8\%$;
- ewtektoida polady – $\text{C} = 0,8\%$;
- ewtektoidadan aňyrdaky polat – $\text{C} = 0,8-2,14\%$;
- ewtektika çenli çöýunlar – $\text{C} = 2,14-4,3\%$;
- ewtektika – $\text{C} = 4,3\%$;
- ewtektikadan aňyrdaky çöýunlar – $\text{C} = 4,3-6,67\%$.

6.6.2. Demirň uglerodly metal garyndylarynyň düzüjileri

Fe-C ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$) ulgamynda suwuk ergin, gaty erginler (ferrit we austenit), himiki birleşme bolan sementit, uglerodan ybarat grafit ýaly fazalar tapawutlandyrylýar. Bu fazalaryň häsiýetlerine demir-uglerod hal diagrammasynda (51-nji surat) gözegçilik etmek amatly bolýar.



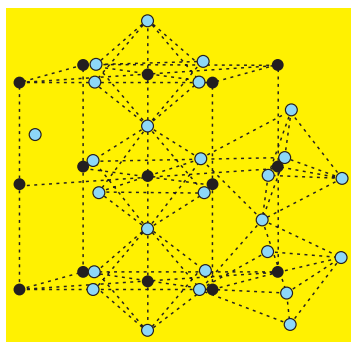
51-nji surat. Demir-uglerod hal diagrammasy

Ferrit uglerodyň we beýleki elementleriň α -demirdäki aralaşma gaty ergini bolup, onda uglerodyň ereýjiligi otag temperaturasynda 0,006 %-e çenli, 727 °C-da 0,025%-e çenli, δ -ferritde 0,1%-e çenli bolýar. Ferritiň GMK kristal gözenegi bolup, onuň merkezinde uglerodyň atomy ýerleşýär (44-nji surat). 768°C dereje ferrit üçin Kýuriniň nokadydyr, ýagny bu derejeden pesde ferrit magnitli, ýokarda bolsa magnitsiž. ferritiň mehaniki häsiýetleri: $\sigma = 250 \text{ MPa}$;

$\delta=50\%$; $\Psi=80\%$; HB 80–90 bolup, mikroskopda ýagty (poliedrik) däneler görnüşinde görünýär.

Austenit—bu uglerodyň we beýleki elementleriň γ -demirdäki aralaşma gaty ergini. Temperatura baglylykda γ -demirde uglerod 0,8%-den (727°C-da) başlap 2,14%-e (1147°C-da) çenli eräp bilýär. Austenitiň gran merkezleşen kub kristal gözenegi bolup, uglerodyň atomy kubuň granlarynyň merkezinde ýerleşýär. Austenitiň gatylygy HB 220-ä çenli, magnit häsiýeti ýok. Austenitiň mikrogurluşy poliedr görnüşli däneler bilen häsiýetlendirilýär.

Sementit demriň uglerod bilen himiki birleşmesi Fe_3C (demir karbidi). Uglerodyň sementitdäki mukdary 6,67%. Sementitiň gatylygy HB 800 töweregi, süýgeşikligi örän pes, mikroskopda seredilende ýalpyldaýan görnüşde bolýar. Sementitiň atomlarynyň dykyz ýerleşen çylşyrymly romb görnüşindäki kristallik gözenegi bolýar (52-nji surat). Demriň polatdaky we çöýündaky karbidi durnuksyz ýagdaýda. Uglerod köp bolan erginlerde, deňagramlylyk şertleri sebäpli grafit döreyär.



52-nji surat. Sementit

$\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ ulgamynda sementiti bolýar: birinji, ikinji, üçünji, ewtektoida, ewtektika ýaly baş görnüşe bölmek. Şeýle bölünme şertli bolsa-da, ol garyndylaryň gurluşyna düşünmek üçin amatlydyr. Birinji sementitiň kristallary göni suwuk erginden çykýar. Ikinji sementit austenitden temperaturasynyň peselmegi bilen uglerodyň mukdarynyň azalmagynyň netijesinde çykýar. Üçünji sementit ferritde bölünip çykýar. Ewtektoida sementiti perlitniň, ewtektika sementiti ledeburitiň düzüm bölegi.

Perlit mehaniki garyndy bolup, onuň düzümi ferrit esasyndaky sementitden ybarat. Perlit, austenitiň 727°C temperaturada bölünmeginiň netijesinde döreyär. Uglerodyň perlitdäki mukdary 0,81%. Perlit ewtektoida. Perlitniň mehaniki häsiýetleri sementitiň bölekleriniň görnüşlerine we ownuklygyna bagly.

Ledeburit dörän pursadynda uglerod bilen has doýgun sementitden we austenitden ybarat bolan ewtektikany emele getirýär, ol $+1147^{\circ}\text{C}$ temperaturada suwuk ergin gatanda emele gelýär. Soňraky sowadylyşda austenit perlitte öwrülýär, diýmek, ol kadaly temperaturada perlitden we sementitden durýar. Ledeburit ýokary gatylygy (HB700) we döwlegenligi bilen tapawutlanýar.

Grafit uglerodyň kristal görnüşleriniň biri. Ol geksagonal gözenege eýedir. Grafitiň dykzlygy 2200 kg/m^3 . Grafit çoýnuň we grafitleşdirilen polatlaryň düzümünde bolýar, ol plastina, patrak ýa-da şar görnüşinde bolup bilýär.

6.6.3. Uglerodyň we hemişelik garyndylaryň poladyň häsiýetine täsiri

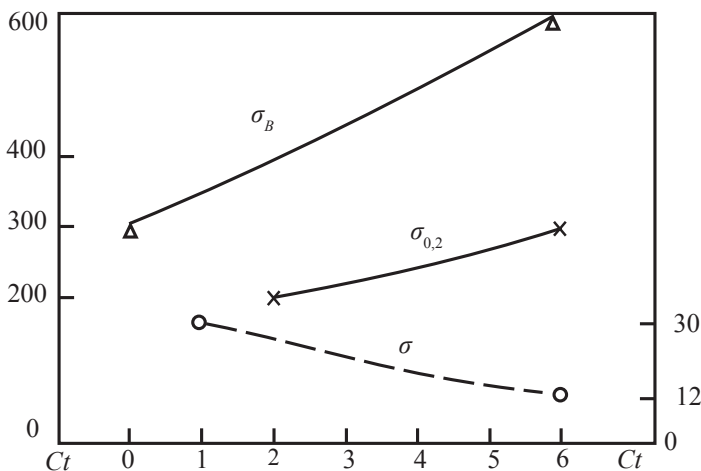
Uglerodly polatlaryň düzümünde ugleroddan başga kremniý, marganes, kükürt, fosfor, azot, kislorod, wodorod ýaly elementler bolýar; olar polada magdan eredilende düşýärler. Bu elementler hemişelik garyndylar diýlip atlandyrylýar we olar materialyň häsiýetlerine dürli hili täsir edýärler. Hemişelik garyndylar peýdalylara (marganes, kremniý) we zyýanlylara (kükürt, fosfor, azot, kislorod, wodorod) bölünýärler.

Poladyň esasy garyndysy ugleroddyr. Garyndynyň düzümindäki uglerodyň mukdaryna baglylykda, poladyň mehaniki häsiýetleri düýpli üýtgeýär (*53-nji surat*). Uglerodyň düzümde artmagy bilen gatylygy HB, berklik çägi σ_b we çýelik çägi $\sigma_{0,2}$ ýokarlanýar, deňşdirme uzalmasy δ , daralmasy Ψ , urga berkligi an peselýär.

Uglerodyň mukdary poladyň tehnologik häsiýetlerine hem täsir edýär. Onuň mukdarynyň köpelmegi bilen, kesiş bilen işlemek gowulanýar, taplanyjylygy ýokarlanýar, süýgeşik häsiýetleri we kebşirilenişi ýaramazlaşýar.

Kükürt zyýanly garyndy bolup, demirde eremeýär. Ol demir bilen FeS himiki birleşmäni (kükürtli demir) emele getirýär, ol bolsa öz nobatynda demir bilen $985-988^{\circ}\text{C}$ gygzynlykda ereýän ewtektikany emele getirýär. Polatda ewtektika ýeňil ereýän gatlak hökmünde ýerleşýär. Düzümde ewtektikanyň bolmagy, gygzynlyk bilen işlenilende (sozma, süýndirme we beýlekiler), kükürdiň mukdary köp

bolan poladyň gyzylda döwürmekliginiň (gyzyl reňke çenli gyzdrylanda portlugy) sebäbi bolýar. Gyzdrylanda, basyşda işlenilmeden öň ewtektika ereýär, onuň netijesinde, däneleriň arasyndaky baglanyşyk ýitirilýär we önüm zaýa çykýar. Kükürt poladyň çêýeligini, berkligini, sürtülmä garşylygyny we korroziýa durnuklylygyny peseldýär. Kükürdiň polatdaky mukdary 0,035-0,06%-e çenli çäklendirilýär.



53-nji surat. Poladyň mehaniki häsiýetlerine uglerodyň täsiri:
ululyklar – σ_B , $\sigma_{0.2}$ – MPa-da; δ – %-de görkezilen

Fosfor Ferritde ereýär we poladyň berkligini ýokarlandyrýar, ýöne çêýeligini, şepbeşikligini ýaramazlaşdyrýar. Fosforyň mukdary 0,1%-den ýokary bolanda poladyň sowukda döwlegenligi (kadaly temperatura derejesindäki portlugy) birden ýokarlanýar. Polatlarda fosforyň mukdary markasyna görä, 0,025–0,08%-e çenli çäklendirilýär.

Marganes poladyň düzümini arassalamak üçin, ýagny demriň oksidleriniň zyýanly galyndylaryny ýok etmek üçin girizilýär. Marganes kükürdiň zyýanly täsirini azaldýar, Ferritde we sementitde ereýär. Marganes poladyň berkligini ýokarlandyrýar we käbir beýleki häsiýetlerini üýtgedýär. Marganesiň polatdaky mukdary 0,8%-den ýokary bolmaly däl.

Adaty mukdardaky **kremniý** (0,5%-den köp bolmadyk mukdary), edil marganes ýaly poladyň berkligini ýokarlandyrýar. Ol hem

poladyň turşulygyny aýyrmak üçin (düzümini arassalamak üçin) ulanylýar. Kremniý, aýratynlykda ýüze çykarylmaýar, ýagny ol ferritde doly ereýär.

Azotyň, kislorodyň, wodorodyň polatdaky mukdary köp däldir, olar gaz halyna bolýarlar we gaty erginde ýerleşip, dürli metal bolmadyk birleşmeleri (nitridleri, oksidleri) emele getirýärler. Bu garyndylaryň mukdarynyň azlygy sebäpli (wodorod 0,0003–0,0007%, azot 0,004–0,006%, kislorod 0,005–0,008%) olaryň täsiri bildirmeýär diýen ýalydyr. Olaryň mukdary köp bolan ýagdaýynda, poladyň urgy berkligi güýçli peselýär we sowukda döwlegenligi birden ýokarlanýar.

6.6.4. Uglrodly polatlaryň toparlara bölünişi we belgilenişi

Polatlar öndüriliş usuly, himiki düzümi, turşulygynyň aýrylmagynyň görnüşi, wezipesi, hili we gurluşy boýunça toparlara bölünýärler. Olar GDA-nyň çägendäki ylalaşyklaryň esasynda, ГОСТ döwletara standarty boýunça belgilenýär.

Öndüriliş usuly boýunça marten, kislorod-konwertor, bessemer, tomas we elektrik peçlerinde öndürilýän polatlara bölünýärler.

Turşulygynyň aýrylmagynyň usullary we derejeleri boýunça rahat, gaýnaýan, ýarymrahat polatlar tapawutlandyrylýar. Rahat polatlar metalyň, ilki bilen, peçde, soňra bolsa susakda doly turşulygynyň aýrylmagy netijesinde alynýar. Gaýnaýan polatlaryň turşulygy doly aýrylmaýar. Ýarymrahat polatlar aralyk görnüşindäki polatlar. Olar konstruksiýalarda has köp ulanylýar.

Himiki düzümi boýunça uglrodly polatlar az uglrodlylara (0,08–0,25%), aram uglrodlylara (0,25–0,55%) we ýokary uglrodlylara (0,55–1,4%) bölünýärler.

Bellenilen wezipesi boýunça uglrodly polatlar **gurluşyk, maşygurluşyk** we **gurallyk** polatlara bölünýärler. Az uglrodly polatlar kebşirmek üçin has oňaly bolýarlar we olaryň ýokary süýgeşiklik häsiýetleri bolýar. Şol sebäpli olara gurluşyk polatlary diýilýär. Aram uglrodly polatlaryň berkligi az uglrodlylaryňkydan ýokary bolýar we olar dürli maşynlaryň detallarynda, köp mukdar-

da ulanylýar. Bu polatlara maşyngurluşyk polatlary diýilýär. Ýokary uglerodly polatlaryň berkligi we gatylygy has ýokary bolsa-da, süýgeşiklik häsiýetleriniň peselmegi sebäpli, olaryň konstruksiýalarda ulanylyşy çäklidir. Olar, esasan, gurallaryň dartgynly böleklerinde ulanylýar. Gurallyk polatlary kesiji, ölçeýji we galyplaýjy gurallar üçin öndürilýär.

Hili boýuça polatlar adaty hillilere ($S \leq 0,06$ %; $P \leq 0,08$ %), hillilere ($S \leq 0,04$ %, $P \leq 0,05$ %) we ýokary hillilere ($S \leq 0,03$ %; $P \leq 0,03$ %) bölünýärler.

Uglerodly polatlar ewtektoida çenlilere, ewtektoidalara we ewtektoidadan aňyrdakylara bölünýärler.

Adaty hildäki uglerodly polatlardan gyrgyzyn ýörelýän prokat önümleri (dwutawrlar, şwellerler, ugoloklar, listler, turbalar, armaturalar we başg.) we enjamlaryň jogapkär bolmadyk bölekleri taýýarlanylýar.

Wezipelerine we kepillikli häsiýetnamalaryna baglylykda adaty hilli polatlar üç topara bölünýärler:

A – kepillendirilen mehaniki häsiýetli;

B – kepillendirilen himiki düzümlü;

B – kepillendirilen mehaniki häsiýetli we himiki düzümlü.

Bu toparlara polatlaryň aşakdaky markalary girýär:

A – C τ 0, C τ 1, C τ 2, C τ 3, C τ 4, C τ 5, C τ 6;

B – BC τ 0, BC τ 1, BC τ 2., BC τ 3, BC τ 4, BC τ 5, BC τ 6;

B – BC τ 2, BC τ 3, BC τ 4, BC τ 5.

Ähli toparlaryň 1, 2, 3, 4 belgili polatlary, turşulygynyň peseldilmeginiň derejesi boýunça gaýnaýan, ýarymrahat, rahat görnüşlerde öndürilýär; 5, 6 belgili polatlar ýarymrahat we rahat usullar bilen öndürilýär.

Polatlaryň markalarynyň harply-sanly belgilenişinde *Cm* harplary «polady» aňladýar; 0-dan 6-a çenli sanlar poladyň düzümindäki uglerodyň mukdaryny aňladýar; *A*, *B* we *B* harplary poladyň mehaniki häsiýetleriniň we himiki düzüminiň kepillendirilendigini aňladýar. Poladyň markasy belgilenende *A* harpy görkezilmeyär. Turşulygyny aýyrmak derejesi ýörite indeks bilen aňladylýar: *kn* – gaýnaýan, *nc* – ýarymrahat, *cn* – rahat polat (meselem, *Cm3nc*, *BCm3nc*, *BCm3cn*). Düzüminde marganes köp bolan polat belgilenende, belgiden soň Γ harpy goýulýar (*BCm3 Γ nc*, *BCm5 Γ 2nc*).

Harply-sanly belgilemek bilen bilelikde, polatlar ýuwulup aýrylmaýan reňk bilen belgilenilýär: $Cm0$ – gyzyl we sary, $Cm1$ – ak we gara, $Cm2$ – sary, $Cm3$ – gyzyl, $Cm4$ – gara, $Cm5$ – ýaşyl, $Cm6$ – gök.

Marten we elektrik peçlerinde eredilýän hilli ugerodly polatlaryň belgilerindäki sanlar (05, 08, 10, 20, 25 ...85), göterimiň ýüzden bir möçberinde uglerodyň ortaça mukdaryny aňladýar.

Hilli ugerodly polatlar adaty polatlara görä, kükürt, fosfor we beýleki garyndylardan has arassa hem-de uglerodyň mukdar çägi boýunça has insiz bolýarlar.

Az uglerodly polatlar (05–25) gurluşykda we sementitlemek üçin ulanylýar. Aram uglerodly polatlary (25–55) kebşirmek has kyn bolýar. Olar gurluşykda, önünden dartylýan armaturalarda we termik taýdan işlenýän görnüşinde ulanylýar. Kalibrlenen filýeradan sowuk çekilen simler görnüşinde 10–50 polatlar ulanylýar. Zarplandyrylma-gy, ýagny, sowuk deformasiýa bilen berkleşdirilmegi (наклёп) netijesinde, bu polatlaryň berkligi ýokarlanýar, emma çeýeligi peselýär. Kalibrlenen filýeradan sowuk çekilen polady ulanmak, mehaniki taýdan işlemegiň köp zähmetli amallarynyň ornuny tutup bilýär.

Polatlaryň ulanylýan ýerlerinde, saklananda we daşalanda markalaryny bulaşdyrmazlyk üçin, prokatda tagma goýulýar ýa-da reňk bilen belgilenilýär. Hilli uglerodly poladyň ähli markalarynyň topbakkalary, aşaklary we guralary ýuwup aýrylmaýan reňk bilen reňklenilýär: 0,8–20 ak reňk bilen; 25–40 ak we sary reňkler bilen; 45–85 ak we mele reňkler bilen.

Awtomat polatlary az ýükli elementleri, esasan, boltlary, gaýkalary, wintleri we ş.m. önümleri öndürmek üçin ulanylýar. Olar çalt hereket edýän stanoklarda işlenýär. Olaryň ady hem şondan gelip çykýar.

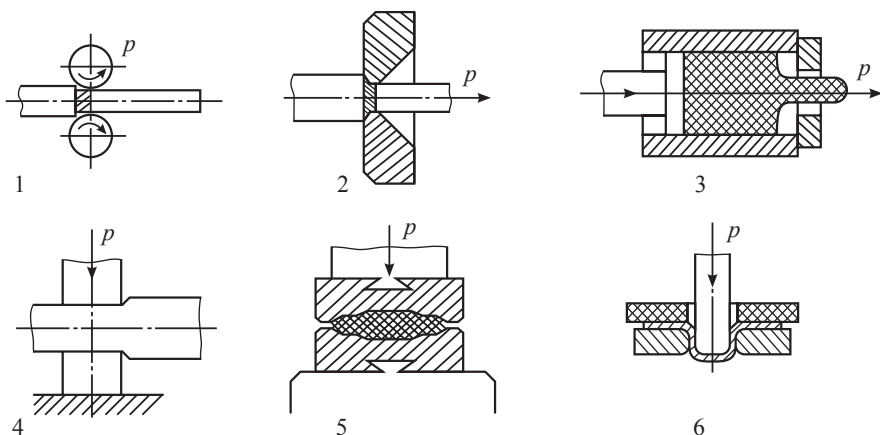
Awtomat polatlary gowy kesilýär we önümde ýokary hilli üst alynýar. Bu tapawutlandyryjy häsiýetleri, awtomat polatlarynda kükürdiň (0,1–0,3 %-e çenli) we fosforyň (0,05–0,15 %-e çenli) ýokarlandyrylan mukdary bilen baglydyr. Kükürt, awtomat poladynda marganesiň sulfidi (MnS) görnüşinde bolup, ol gysga we döwlegen ýonmalaryň ýüze çykmagyna ýardam edýär. Olar çalgý hökmünde gyryndy bilen guralyň arasyndaky sürtülmäni peseldýärler. Fosfor

polat kesilende tekiz ýalpyldyly üsti almaga ýardam edýär. Bu polatlar «A» harpy bilen belgilenýär: *A11, A20, A35* we ş.m.

Jogapkär elementlerde ulanylýan awtomat polatlarynda, olaryň düzümindäki kükürt we fosfor başga legirleýjiler bilen çalşyrylýar.

6.6.5. Konstruksion polatlardan taýýarlanylýan önümler

Ýokary süýgeşiklik häsiýetli metallardan önüm öndürmek, esasan, basyş bilen işläp bejermek arkaly ýerine ýetirilýär (*54-nji surat*). Önümçilikde basyş bilen işlemegiň prokat, sozmak, çekip almak, preslemek we ştamplamak ýaly görnüşleri ulanylýar.



54-nji surat. Metallary basyş bilen işlemegiň esasy enjamlarynyň shemasy:

1 – prokat; 2 – çekip almak; 3 – preslemek; 4 – sozmak; 5 – göwrümlü ştamplamak; 6 – listli ştamplamak

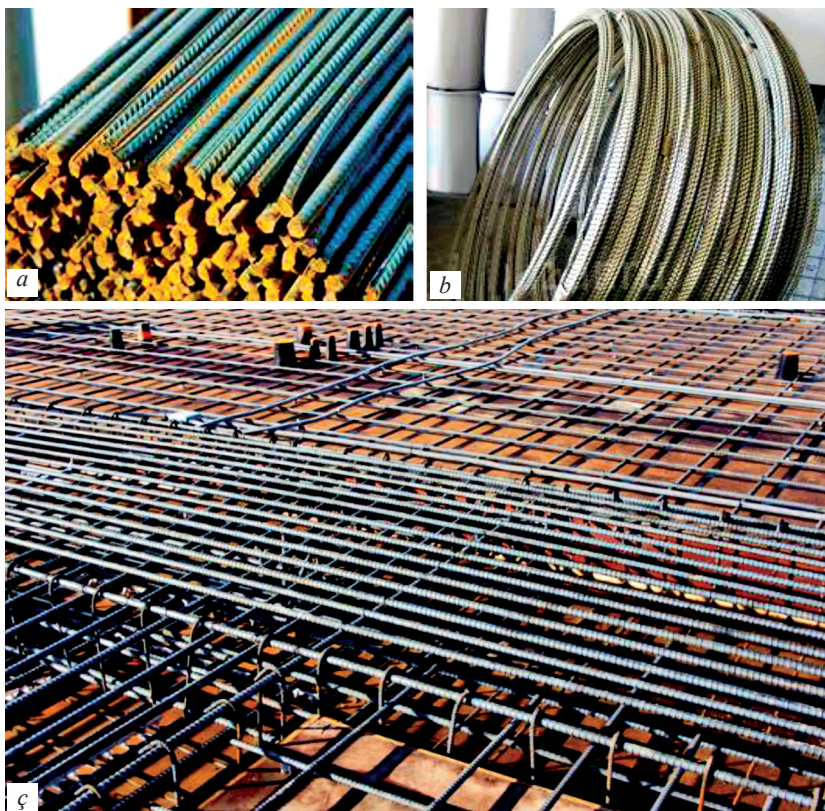
Prokat usuly – bu metal önümlerini öndürmegiň iň ýaýran we amatly usuly. Bu usulda metal aýlanýan walkalaryň arasynda gysylyp, kesgitlenen görnüşine we ölçeglerine getirilýär. Prokat gyzgyn we sowuk usulda ýerine ýetirilýär. Sowuk prokat ýokary süýgeşikligi bolan metallarda (miske, gurşunda, galaýyda, alýuminde we başg.) ulanylýar. Polat prokat önümleri, esasan, gyzgyn usulda, 900–1250°C-da taýýarlanylýar.

Sozmak, metaly çekijiň ýa-da presiň gaýtalanýan urgularynyň astynda deformirmekden ybarat.

Çekip almak, metal taýyndyny onuň ölçeglerinden kiçi bolan kalibrlenen filýeradan (deşikden) çekip almaktan ybarat. Çekip almakda, süýgeşik deformasiýa netijesinde, metalda kristallaryň ugrukdyrylmagy döräp, ol zarplanýar we onuň berkligi artyp, süýgeşikligi peselýär.

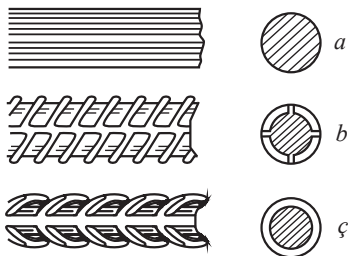
Preslemekte metal, kalibrlenen filýeradan gysylyp çykarylýar. Filýeranyň ölçegleri we fasony preslenýän önümiň görnüşini kesgitleýär. Preslemek gidrawlik we mehaniki preslerde ýerine ýetirilýär.

Göwrümli we listli ştamplamak, basyş bilen göwrümli we list önümlerini öndürmekden ybarat.



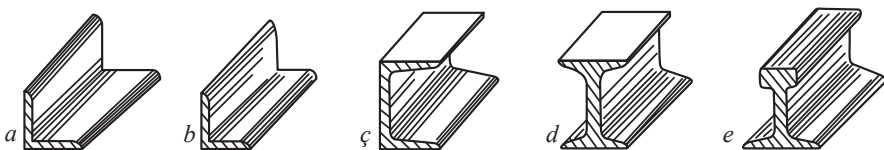
55-nji surat. Armatura önümleri:
a – steržen; *b* – sim; *ç* – galyplaryň armirlenişi

Armatura diýlip, demirbeton konstruksiýalaryndaky ýükleri kabul etmäge niýetlenýän steržen, sim, örülen simler (kanatlar) görnüşindäki çyzykly uzalýan elementlere aýdylýar (55-nji surat). Öndürilişi boýunça armaturalar gyzgyn prokatlanan, termomehaniki berklendirilen, sowuk deformirlenen görnüşlerde; üstüniň görnüşi boýunça ýylmanak we profilli görnüşlerde bolýarlar (56-njy surat).



56-njy surat. Polat armaturalaryň görnüşleri:

a–ýylmanak steržen; *b*–profilli A-II klasly; *ç*–şol görnüşli A-III klasly



57-nji surat. Prokat polat önümleriniň kesgitlenen sorty:

a–deňýanly ugolok; *b*–deňýanly däl ugolok; *ç*–şweller;
d–dwutawr; *e*–kranasty rels

Dürli konstruksiýalar üçin, polat önümleri kesgitlenen sort boýunça goýberilýär (57-nji surat). Balkalar üçin dwutawrlar we şwellerler, sütünler üçin giň polkaly dwutawrlar, dürli gurnama işleri üçin ugoloklar we ş.m.

6.6.6. Legirlenen polatlar we gaty metal garyndylary

Polatlarda ulanylýan legirleýji elementler.

Mälüm bolşy ýaly, uglerodly polatlaryň mehaniki, fiziki-himiki häsiýetleri ähli talaplary ödäp bilmeýär. Zerur häsiýetleri almak üçin, polada legirleýji elementler (Cr, Mo, Ni, V, Mn, Si, Ti, Al, B, Co, Nb, W we başg.) goşulýar. Bu usula legirmek, alynýan polada bolsa,

legirlenen polatlar diýilýär. Poladyň düzüminde hemişelik garyndylar bolan marganesiň we kremniniň mukdary 1 %-den köp bolsa, onda olar hem legirleýji elementler diýlip hasaplanylýar.

Hemme legirleýji elementler karbid emele getirýänlere we emele getirmeýänlere bölünýärler. Karbid emele getirijilere Mn, Cr, Mo, W, Ni, V we başgalar degişlidir (bu elementler ugleroda meňzeşliginiň artmagy boýunça ýerleşdirilendir), olar Mn_3C , Cr_7C_3 , Mo_2C , W_2C , NiC, VC ýaly karbidleri emele getirip, poladyň gatylygyny, berkligini artdyrýarlar. Durnuklylygy pes karbidleri şu hataryň başyndakylar emele getirýärler. Demriň ugleroda meňzeşligi, şu legirleýji elementleriňkiden pesdir.

Legirlenen polatlarda üç faza bolýar: legirlenen ferrit, austenit we sementit. Legirlenen ferrit we austenit legirleýji elementleriň degişlilikde $\alpha-Fe$ we $\gamma-Fe$ modifikasiýalardaky erginleri, legirlenen sementit bolsa, demriň atomlarynyň bir böleginiň legirleýjileriň atomlary bilen çalşylan sementitden ybarat.

Legirlenen polatlaryň köpüsiniň artykmaçlyklary termik işlenilenden soňra, has hem güýçli ýüze çykýar.

Legirlenen polatlaryň toparlary we belgilenilişi.

Legirlenen polatlar himiki düzümi, mikrogurluşy we niýetlenilişi boýunça toparlara bölünýär.

Legirleýji elementleriň mukdary boýunça, düzüminde umumy legirleýji elementleriň mukdary 2,5 %-e çenli bolan pes legirlenenlere, 2,5–10 % aralygynda bolan orta legirlenenlere we düzüminde 10%-den köp bolan ýokary legirlenenlere bölünýärler.

Legirlenen polatlar niýetlenilişi boýunça konstruksiýa, gural we aýratyn fiziki häsiýetlilere bölünýärler. Legirlenen konstruksiýa polatlar adaty temperaturalarda ulanylýan polatlara we ýokary temperaturalarda ulanylýan polatlara bölünýärler.

Legirlenen polatlaryň markalaryny belgilemek üçin GDA-da FOCT boýunça kabul edilen harply-sanly ulgam, poladyň takmynan düzümini görkezýär. Her bir legirleýji himiki element şu aşakdaky harplar bilen aňladylýar: Г –margenes, С –kremniý, Х –hrom, Н –nikel, М –molibden, Ф –wanadiý, В –wolfram, Т –titan, Ю –alýuminiý, Д –mis, Б –niobiý, К –kobalt, Р –bor, П –fosfor, Ц –seriý, Ч –seýrek duş gelýän metallar.

Konstruksion polatlarda markasynyň önünde ýazylyan iki san, uglerodyň mukdaryny göterimiň ýüzden bir böleginde, gurallyk polatlaryň önünde ýazylyan bir san ondan bir böleginde aňladýar. Ýokary legirlenen polatlaryň düzümindäki uglerodyň mukdary 0,08%-den az bolan ýagdaýynda, markalaryň önünde 0 ýazylyar. Harpdan soňky sanlar, şol legirleýji elementleriň göterimdäki mukdaryny görkezýär (eger elementiň mukdary 1,5%-den az bolsa, san ýazyлмаýar).

Değişlilikde, düzüminde 0,11–0,13% C we 1,7–2,3% Mn bar bolan polat 12Г2 belgi bilen aňladylyar, düzüminde 0,27–0,35% C, 0,9–1,5% Cr, 0,9–1,5% Mn we 0,8–1,5% Si bar bolan polat, 30ХГСА belgi bilen aňladylyar. Soňundaky ýazylyan *A* kükürdiň we fosforyň mukdarynyň güýçli çäklendirilendigini ($S < 0,025\%$; $P < 0,025\%$) we ýokary hilli poladyň metallurgiýa önümçiligindäki ähli şertleriniň berjaý edilendigini aňladýar.

Konstruksion legirlenen polatlar.

Pes legirlenen konstruksion polatlar, gurluşyk konstruksiýasynyň dürli elementlerini ýasamak üçin ulanylýar. Bu topardaky esasy legirleýji elementler, bahasy arzan bolan marganes we kremniý. Urga durnuklylygynyň has aşak düşmezligi üçin, olar 2%-den ýokary bolmadyk mukdarda goşulýar. Kebşirmek üçin amatly bolar ýaly, olaryň düzüminde uglerodyň mukdary 0,25%-den ýokary geçirilmeýär. Pes legirlenen polatlar, düzüminde hromuň, nikeliň we misiň köp bolmadyk mukdaryny saklaýarlar.

Hrom gyzygynlyk bilen işlenip bejerilýän poladyň berklik häsiýetlerini ep-esli ýokarlandyrýar. Marganese garanynda has güýçli karbid emele getiriji element bolup, hrom maýyşgaklygy azaltman, poladyň gatylygyny we berkligini ýokarlandyrýar. Molibden, wolfram, wadadiý we başgalar ýaly karbid emele getiriji elementler hem polada şular ýaly täsir edýärler. Ýöne bu metallar hromdan gymmatdyr. Olar, adatyça, poladyň berklik häsiýetlerini däl-de, mahsus bolan alamatlaryny ýokarlandyrmak üçin goşulýar. Mysal üçin, molibden we wolfram hromly we hromnikelli polatlaryň portlugyny aradan aýyrýarlar.

Legirlenen polatlar 14 sany topara bölünýärler. Olaryň atlary düzümine we wezipelerine gabat gelýär: hromly, hrommarganesli we ş.m. Olaryň gurluşyk işlerinde ulanylýan käbirlerine seredip geçeliň.

Pes legirlenen gurluşyk polatlary fermalaryň, köprüleriň, binalaryň elementlerinde we demirbeton konstruksiýalarynyň armaturalarynda ulanylýar.

Dartgynlyk döredilmedik demirbeton konstruksiýalarynda, polat uly bolmadyk dartgynlyklara sezewar bolýar, şol sebäpli olar ýönekeý uglerodly polatlar bilen ýa-da pes legirlenen 35ГC, 18Г2C we 25Г2C ýaly polatlar bilen armirlenilýär.

Öňünden dartdyrylýan konstruksiýalarda ýokary berklikli aram uglerodly, ýokary berklikli, ýokary uglerodly, pes legirlenen 45C, 80C, 35ГC, 45ГC, 20 XГ2C, 20X2Г2T ýaly polatlar gyzgyn sozulýarlar ýa-da taplanylýp gowşadylýarlar we armirlenilýärler.

Gyzgynlyga durnukly we gyzgynlykda berk polatlar.

Tehnikada, şol sanda gurluşyk işlerinde ýokary temperaturalar we basyşlar gitdigiçe köp ulanylýar. Köp metallaryň ýokary temperaturalarda häsiýetleri düýpli üýtgeýär.

Gyzgynlyga (köýüge) durnukly polatlar, 550°C-dan ýokary temperaturalarda ýüksüz ýa-da gowşak ýüklenen ýagdaýda, uzak wagtlaý okislenmä durnukly bolýarlar. Poladyň köýüge durnuklylygy, demre görä kislorda ýakyn bolan elementler bilen legirmek arkaly gazanylýar.

Alýuminiý, kremniý, hrom ýaly elementler demre görä kislorda ýakyn bolandyklary sebäpli, olar bilen legirlenen polatlar okislenende, onuň ýüzünde Al_2O_3 , SiO_2 , Cr_2O_3 ýaly okisleriň ýuka gatlagy emele gelip, okislenmegiň dowam etmegine päsgel berýär. Molibden poladyň gyzgyna durnuklylygyna täsir etmän, onuň gyzgynlykda berkligini ýokarlandyrýar.

Hromuň mukdary 16–27% bolanda, gysga wagtlaýyn ýükde, gyzgynlykda durnukly polatlaryň aňryçäk temperaturasy 900–1150°C-a ýetýär. Gyzgynlykda durnukly we gyzgynlykda berk polatlarda uglerodly mukdary 0,08-0,50 aralygynda bolup, hromdan başga molibden, wolfram, wanadiý, nikel ýaly elementler bilen legirlenýär.

Legirlenen gurallaryk polatlar we gaty metal garyndylary.

Kesiji gurallaryň päkisi uly basyş bilen işleýär. Olaryň ygtybarly işlemegi üçin, olar gatylygy HRC 60-dan ýokary bolan metaldan ýasalmalydyr. Gaty materiallar uly tizlik bilen kesilende, kesiji gurallar

gyzaryp işleýärler. Şol sebäpli olaryň erňeginiň gyzylda durnuklylygy, ýagny dowamly gyzdyrylmagyna durnukly bolmaly.

Gurallyk polatlar: kesiji gural üçin, möhürleýji gural üçin we ölçeýji gural üçin ýaly üç topara bölünýärler.

Pes legirlenen gurallyk polatlaryň ýokary gatylygy 250°C-a çenli, ýokary legirlenenlerde bolsa 600°C-a çenli saklanýar. Pes legirlenen gurallyk polatlaryň birnäçesi: X06, 85XΦ, 9XC, XΓ, XΓCBΦ, B1 we başgalar. Bu polatlar agyr bolmadyk şertlerde işleýän kesiji gurallaryň önümçiliginde ulanylýar.

Ýokary legirlenen (çalt kesiji) polatlar köp mukdardaky karbid emele getiriji elementler (wanadiý, wolfram, molibden, hrom) bilen legirlenilýär. Şunlukda, ýokary gatylykdaky karbidler emele gelip, taplanandan soňra gaty ergine geçýärler. Bu polatlaryň ýokary gatylygy, gyzgyn ýagdaýynda ýokary kesijilik ukyby we gyzylda durnuklylygy bolýar. Çalt kesiji gurallaryň esasy markalary: P18, P6M5, P3M3Φ3, P6M5Φ2KB we başgalar.

Çalt kesiji polatlar belgilenende öňünden P (rapis-tizlik) harpy goýulýar, onuň zyzndaky san wolframýň göterimdäki mukdaryny aňladýar.

Gaty metalkeramiki metal garyndylary we kermetler eremesi kyn karbidleriň esasynda taýarlanylýar. Olaryň ýokary berkligi, gatylygy, iýilmäge, korroziýa we gyzgynlyga durnuklylygy bolýar. Çalt kesiji guralyň erňeginiň ýol berilýän gyzgynlygy 650°C-a çenli bolsa, gaty garyndylary 800–1000°C-a çenli gyzdirmek mümkindir.

Gaty metalkeramiki garyndylar külke metallurgiýasynyň usuly bilen taýarlanylýar. Wolframýň ýa-da titanyň külkesi, baglaşdyryjy komponent bolan kobalt ýa-da nikel bilen garylyp, preslenilýär, soňra emele gelen önüm 1500–2000°C-da bişirilýär. Bişirilen önüm kobalt ýa-da nikel bilen baglaşdyrylan karbidleriň owunjak dänelerinden ybarat. Emele gelen kompozitleriň 90–95 %-i karbidlerden ybarat bolany sebäpli, olaryň örän ýokary gatylygy (HRC 85-e çenli) bolup, bu häsiýetlerini 1000°C-a çenli saklaýarlar. Metalkeramiki metal garyndylarynyň markalary: BK2, BK3, BK6, BK8, T5K10, T14K8, T15K6, T30K6, T60K6.

Kermetler, keramiki-metal külke garyndylar bolup, bular hem külke metallurgiýasynyň usuly bilen taýarlanylýar. Bu usulda me-

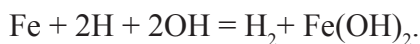
tal däl materiallaryň (karbidler, oksidler, nitridler, silisidler, boridler) hem-de bu kompozitlerde matrisalyk baglaşdyryjy maddalar bolan metallaryň (kobalt, nikel, hrom we beýlekiler) külkesinden gatylygy, korroziýa durnuklylygy, gyzgyna durnuklylygy we gyzgynda berkligi boýunça ýokary görkezijileri bolan önümler alynýar.

Poslamaýan polatlar.

Korroziýa daşky gurşawyň täsiri netijesinde metallaryň zaýalanmagy, konstruksiýalaryň weýran bolmagyna getirýär we ägirt uly çykdaýlara sezewar edýär.

Korroziýa prosesi örän çylşyrymly we häzirki döwre çenli bu baradaky netijeler çaklama esasyda bolup, doly düşünen däl. Şunuň bilen birlikde, korroziýanyň birnäçe görnüşi bellidir. Olaryň arasynda has ýaýrany elektrohimiýa korroziýa bolup, ony himiki we elektrik görnüşlere bölmek mümkin.

Himiki korroziýa metalyň atomlarynyň elektronlaryny ýitirmegi we ionlara öwürilmegi bilen baglanyşyklydyr. Mysal üçin, demriň atomlary wodorodlara geçip, demriň zakisiniň gidratyny emele getirýärler:



Howadaky ýa-da suwda erän kislorodyň täsiri bilen, demriň elektronlaryny ýitirmegini dowam etmegi netijesinde, gidroksid $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ýagny pos emele gelýär. Demirdäki pos gatlagy gowşak bolýar, şol sebäpli zaýalanmak prosesi metalyň ähli galyňlygy boýunça ýaýraýar we korroziýa sezewar bolan elementi dolulygyna weýran edýär.

Beýleki metallarda hem reaksiýalar şol ugur boýunça geçýär. Ýöne beýleki metallarda (alýuminiý, sink, galaýy we başgalar) korroziýa prosesinde ýuka we dykyz oksid gatlagy emele gelip, metaly korroziýanyň dowam etmeginden goraýar. Şol sebäpli polady sink gatlagy, galaýy gatlagy, nikel gatlagy bilen örtmek, polady poslamakdan goramagyň ýaýran görnüşleridir. Polady korroziýadan goramagyň beýleki usullaryna, ony aram-aram ýagly reňkler we başga korroziýa garşy maddalar bilen örtmek degişli.

Elektrik korroziýa galwaniki elementleriň emele gelmegi bilen bagly korroziýa. Dürli faktorlaryň täsiri bilen – metalyň ýüzüniň gurluşy we himiki düzümi boýunça birmeňzeş bolmazlygy, termik we

mehaniki işlenilenden soň deformatsiýalaryň deňölçeşsiz paýlanmagy, başga sebäplere görä korrodirlýän metal köp elektrodly galwaniki elemente öwrülýär. Elektrik korroziýa, korrodirlýän demriň başga metallar bilen utgaşmagynda bolup geçýär.

Poladyň düzümine käbir elementler goşulanda, onuň korroziýa durnuklylygy birden artýar. Gurluşyk işlerinde, korroziýa durnukly hromly we hromnikelli polatlar köp ulanylýar.

Hromly poslamaýan polatlaryň üst gatlagynda hrom oksidiniň ýuka we dykz gatlagy emele gelýär. Polatlaryň düzüminde hromuň mukdary 12 %-den köp bolmasa, onuň poslamagy mümkindir. Bu polatlarda hrom ferritiň durnuklylygyny artdyrýar we onuň mukdary 13–14 %, uglerodyň mukdary 0,09–0,40 % aralykda üýtgeýär. Bu bolsa olaryň gurluşyny, gyzygynlyk bilen işlenip bejerilişini we ulanylyşyny kesgitleýär.

Hrom bilen az we aram uglerodly polatlar legirlenýär. Olardan, 12X13 (martensit-ferrit topary), 20X13 (martensit topary), 30X13, 40X13 (martensit topary), 12X17, 15X28 polatlar (Ferrit topary) dürli gurşawlarda, şol sanda azot we uksus kislotalarynyň täsirinde hem, korroziýa garşy kanagatlanarly durnuklylyk saklaýarlar. Olardan agressiw gurşawlarda işleýän elementler ýasalýar.

Hromnikelli poslamaýan polatlar austenit toparyna degişlidir. Olaryň düzümine hromuň we nikeliň köp mukdary goşulýar (mysal üçin, 12X18H8). Austenitden başga, bu polatlaryň düzüminde karbidler bolýar. Karbidleriň mukdaryny çäklendirmek üçin (hromy erginden aýyrmazlyk üçin), uglerodyň mukdary 0,1 %-den ýokary geçirilmeýär. Austenitiň bir fazaly gurluşyny almak üçin, polat 1050–1100 °C-da, suwda taplanylýar. Şunlukda, korroziýa garşy has ýokary durnuklylyk, ýöne ýokary bolmadyk berklik alynýar. Berkligi ýokarlandyrmak üçin, bu polatlar sowuk deformatsiýa sezewar edilýär.

Hromnikelli poslamaýan polatlaryň hromly poslamaýan polatlara garanyňda mehaniki häsiýetleriniň has ýokarydygy sebäpli, olaryň gurluşyk işlerinde ulanylyşy artýar.

Aýratyn ýylylyk we maýyşgaklyk häsiýetli polatlar.

Aýratyn häsiýetli polatlar ýörite fiziki, himiki we mehaniki häsiýetlere eýedirler.

Düzümünde köp nikel bolan demirnikel metal garyndylary, kesgitli **temperatura giňeliş koeffisiýentli** materiallar hökmünde ulanylýar. Mehanizmlerde uzynlygyň nusgasy hökmünde inwar metal garyndysy (H36) ulanylýar, onuň düzüminiň 36%-i nikelden ybarat. Inwar 0-100°C aralygynda giňelmeýär, ol takyk enjamlary ýasamak üçin ulanylýar. Inwardan ýasalýan elementler, gyzgynlygyň derejesi üýtgände-de, öz ölçeglerini üýtgetmän saklaýarlar.

Aýna wakuum turbajyklarynyň sepini bitirmek üçin, kowar (H29K18) metal garyndysy ulanylýar. onuň düzüminiň 29 %-i nikelden, 18 %-i kobaltdan ybarat. Kowaryň çyzykly giňelme koeffisiýenti aýnaňka ýakyn.

6.6.7. Polady termik işläp bejermek

Metallary we metal garyndylaryny termik işläp bejermek bu olaryň mehaniki, fiziki we beýleki häsiýetlerini üýtgetmek üçin gyzdyrmak hem-de sowatmak bilen baglanyşykly usullardyr. Termik işlemek başlangyç we ahyrky görnüşlere bölünýär.

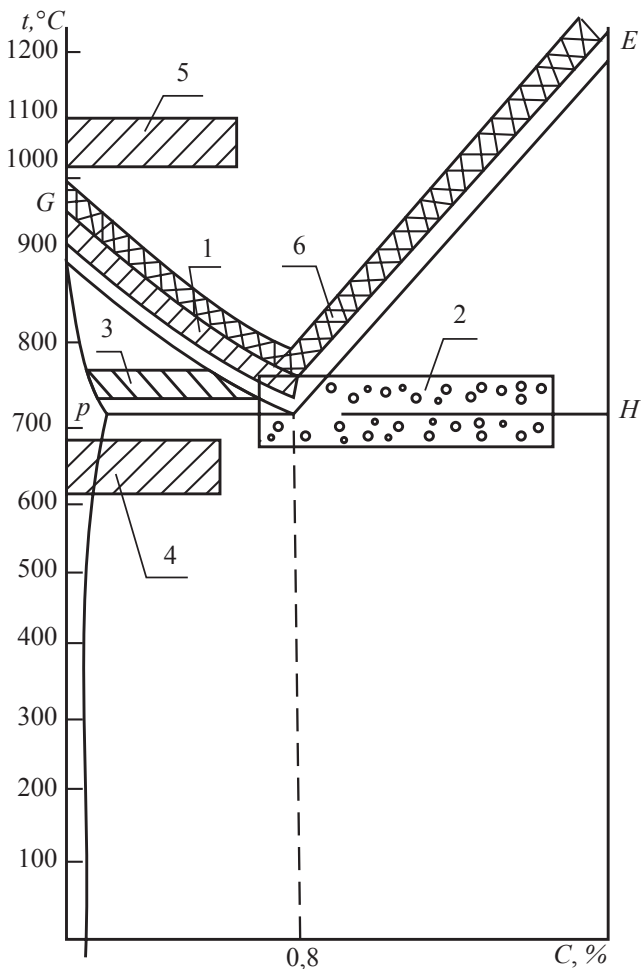
Termik işläp bejermek gyzdyrmakdan, saklamakdan we sowatmakdan ybarat. Şunlukda, köp halatlarda isleg bildirilýän gurluşy we häsiýetleri almakda, aýgytlaýjy orun sowatmaklyga degişlidir. Termik işlemegiň sikli, köplenç, çylşyrymly bolýar, onda birnäçe gyzdyrmalar we sowatmalar bolup bilýär.

Gyzgynlyk düzgüni saýlananda, metal garyndylarynyň hal diagrammasyny ulanmak maslahat berilýär (mysal üçin, gara metallar üçin demir-sementit hal diagrammasy (52-nji surat).

Termik işläp bejermegiň esasy görnüşleri: **gyzdyrmak, kadalaşdyrmak, taplamak we goşatmak** (58-nji surat).

Gyzdyrmak (отжиг) polatlary faza öwrülmeleriniň gyzgynlyk derejesinden ýokary gyzdyrmak, ýetilen gyzgynlyk derejesinde saklamak we soňra haýallyk bilen (köplenç, peçde) sowatmakdan ybarat. Gyzdyrmagyň maksady onuň görnüşlerine bagly. Gyzdyrmakda, sowatmaklygyň tizligi austenitiň dargap, ferrit-sementitli garyndynyň (perlitiň) emele gelmegini üpjün etmeli.

Gyzdymakdan soň, ewtektoida çenli polatlaryň gurluşy perlitden we ferritden, ewtektoida polatlaryň gurluşy perlitden, ewtektoidadan soňky polatlaryň gurluşy perlitden we ikilenç sementitden ybarat bolýar. Şunlukda, sementitiň görnüşi plastina şekilinde bolýar.



58-nji surat. Polat gyzdyrylanda we kadalaşdyrylanda ulanylýan temperaturalar:

1 – ewtektoida çenli poladyň doly gyzdyrylmagy; 2 – ewtektoidadan aňyrdaky poladyň doly däl gyzdyrylmagy; 3 – ewtektoida çenli poladyň doly däl gyzdyrylmagy; 4 – pes temperaturaly gyzdyrmak; 5 – diffuzion gyzdyrmak; 6 – kadalaşdyrmak

Gyzdyrmagyň temperaturasyna baglylykda, diffuzion gyzdyrmak (gomogenleşdirmek), doly gyzdyrmak, doly däl gyzdyrmak, däneli perlit üçin gyzdyrmak, izotermik gyzdyrmak tapawutlandyrylýar.

Kadalaşdyrmakda, ewtektoidadan öňdäki polatlar A_{c3} kritiki nokatdan, ewtektoidadan soňky polatlar A_{cm} kritiki nokatdan 30–50°C ýokary gyzdyrylýar (58-nji surat), az wagt saklanylýar we howada sowadylýar. Uglerodly polatlaryň gurluşy kadalaşdyrmakdan soň gyzdyrylandaky ýaly bolýar, ýöne kadalaşdyrmakda austenit çalt sowaýandygy sebäpli pesräk temperaturalarda dargaýar we mehaniki häsiýetleri (berkligi we gatylygy) 10–15% ýokary bolýar.

Gyzdyrmak bilen deňeşdirilende, kadalaşdyrmak has tygşytlý prosesi (metal peç bilen bilelikde sowadylmaýar). Bu usul, köp hallatlarda termik işläp bejermekligiň gutarnykly prosesi hökmünde ulanylýar.

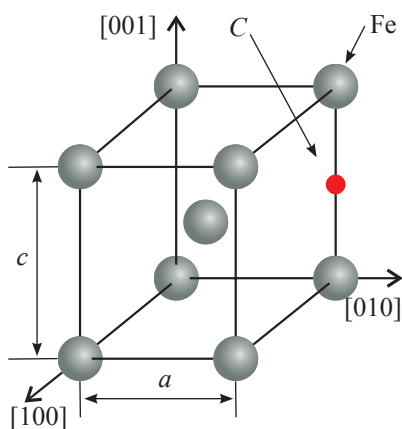
Taplamakda polatlar A_{c3} (ewtektoida çenli polatlar üçin) ýa-da A_{c1} (ewtektoidadan soňky polatlar üçin) kritiki nokatdan 30–50°C ýokary gyzdyrylyp, şol gyzgynlykda saklanylýar we kesgitlenen tizlik bilen sowadylýar (7-nji tablisa).

Taplamagyň netijesine gyzdyrmagyň temperaturasy, tizligi we sowatmagyň tizligi täsir edýär.

Gyzdyrma temperaturasy, poladyň düzümindäki uglerodly mukdaryna bagly bolýar we demir-sementit diagrammasy boýunça saýlanyp alynýar.

Ewtektoida çenli polatlary taplamak üçin GS çyzykdan ýokary 30–50°C gyzdyrylýar, netijede, olaryň perlit-ferrit gurluşy austenite öwürülýär. Soňra kritiki tizlikden ýokary tizlik bilen sowadylanda, ownuk iňne görnüşdäki martensit (59-nji surat) we galyndy austenit emele gelýär. Bu usula doly taplamak diýilýär.

Eger, ewtektoida çenli polat PS we GS çyzyklaryň arasyndaky



59-nji surat. Martensit kristaly

derejä çenli gyzdyrylsa, onda poladyň diňe bölekleýin täzeden kristallaşmagy bolup geçýär, poladyň düzüminde ferrit galýar we ol taplamakda (çalt sowadylanda) üýtgemeyär. Netijede, martensitden we ferritden ybarat taplanan poladyň berkligi pes bolýar. Doly däl taplamak, örän seýrek ulanylýar.

Ewtektoida we ewtektoidadan soňky polatlar taplananda, A_{c1} nokatdan ýokary $30-50^{\circ}\text{C}$ gyzdyrylýar, ýagny doly däl taplama ulanylýar. Şol gyzgynlykda ewtektoida polatlarynyň gurluşy austenitden (bir fazaly gurluşdan), ewtektoidadan aňyrdaky polatlaryňky bolsa, austenitden we ikinji sementitden (iki fazaly gurluşdan) ybaratdyr. Tiz sowadylandan soňra, ewtektoida poladyň düzümi martensitden we galyndy austenitden, ewtektoidadan soňky poladyň düzümi bolsa martensitden, ikinji sementitden hem-de galyndy austenitden ybarat bolýar. Ewtektoidadan soňky polatlar, esasan, gurallyk polatlara degişli. Bu polatlaryň tutuş göwrümünde deň paýlanan ownuk dänejikler görnüşindäki ikilenç sementit, olaryň gatylygyny we iýilmezligini üpjün edýär.

Sowatmagyň tizligi taplamagyň netijesine aýgytly täsir edýär. Sowatmagyň dürli tizlikleri, dürli sowadyş gurşawlary (suw, ýag we başgalar) ulanmak bilen alynýar (*6-njy we 7-nji tablisalar*). Austenitiň ferrit-sementit garynda dargamazlygy üçin $650-500^{\circ}\text{C}$ çäklerde poladyň sowadylyşynyň uly tizligini üpjün etmek zerur. Beýleki tarapdan, $200-300^{\circ}\text{C}$ -da poladyň sowadylyş tizligi peseldilýär, çünki bu ýerde metalyň göwrümünüň ulalmagy we içki dartgynlyklaryň ýüze çykmagy bilen bolup geçýän, martensitiň emele gelmegi bolýar. Bu bolsa taplanýan önümleriň deformasiýasyna (egrelmegine) we jaýryklaryň emele gelmegine getirip bilýär.

Gyzdyrylan polatlar, ýaga garanyňda suwda $550-650^{\circ}\text{C}$ -da 4 esse we $200-300^{\circ}\text{C}$ -da 10 esse tiz sowaýar. Şonuň üçin suw, taplamagyň uly kritiki tizligi bolan polatlary (uglerodly polatlary) sowatmak üçin, ýag bolsa taplamagyň pes kritiki tizligi bolan polatlary (legirlenen polatlary) sowatmak üçin ulanylýar.

Taplamagyň, esasan, bir sowadyjyda taplamak, basgançakly sowatmak, üst taplamak ýaly görnüşleri ulanylýar.

Gowşatmaga ähli taplanan elementler sezewar edilýär. Gowşatmak taplanan polady A_{c1} -den pes bolan temperatura çenli gyzdirmekden, berlen temperaturada saklamakdan we soňra kesgitlenen tizlik bilen sowatmakdan ybaratdyr. Gowşatmak, gyrgyzlyk bilen işläp bejermekligiň gutarnykly amaly bolup, onuň netijesinde polat talap edilýän mehaniki häsiýetlere we gurluşa eýe bolýar. Gowşatmak poladyň gatylygyny we portlugyny azaltmaga, urga durnuklylygyny ýokarlandyrmaga, içki dartgynlyklaryny aýyrmaga ýa-da azaltmaga ýardam berýär.

Gowşatmagyň netijesinde, gyzdurylýan temperaturasyna baglylykda, taplamakda emele gelýän martensitiň durnuksyz gurluşy, has durnukly gurluşa öwürülýär (gowşadylan martensit, troostit, sorbit we hatda perlit). Pes, orta we ýokary gowşatmak tapawutlandyrylýar.

Pes gowşatmak 150–250°C-a çenli gyzdurylanda alynýar. Şu temperaturalarda polatda martensit saklanýar, ýöne kristal gözenegi biraz üýtgeýär. Netijede, poladyň gatylygy we içki dartgynlyklary azalýar. Şu gurluşa gowşatmagyň martensiti diýilýär. Pes gowşatma kesiji gurallarda ulanylýar.

Aram gowşatmak 350–500°C-a çenli gyzdurylanda alynýar. Şu temperaturalarda gowşadylan poladyň gurluşy, esasan, gowşatmagyň trostitinden ybarat, ýagny ferritiň we sementitiň ownuk dispers garyndysy. Şunlukda, poladyň gatylygy, berkligi peselýär, süýgeşikligi we maýyşgaklygy ýokarlanýar. Gowşatmagyň şu görnüşi, pružinler we resorlar termik işlenende köp ulanylýar.

Ýokary gowşatmak taplanan önümleriň 500–650°C-a çenli gyzdurylmagynda amala aşyrylýar we gowşatmagyň sorbitiniň emele gelmegi bilen bolup geçýär (ferrit-sementit garyndyly orta disperslikdäki däneli gurluş).

Ýokary gowşatmakda, polatdaky içki dartgynlyklar doly aýrylýar. Sorbit gurluşy, konstruksiýa polatlaryň berkliginiň we maýyşgaklygynyň utgaşmasyny üpjün edýär. Konstruksiýalaryň has jogapkär elementleri ýokary gowşatma sezewar edilýär.

Ýokary gowşatmak – gowulandyrmak diýlip hem atlandyrylýar. Gowulandyrmak, esasan, düzüminde 0,3–0,5% uglerod bolan konstruksiýa polatlarda ýerine ýetirilýär.

Uglerodly polatlary taplamagyň temperaturasy

Uglerodlyň mukdary, %	Taplamagyň temperaturasy, °C	Uglerodlyň mukdary, %	Taplamagyň temperaturasy, °C
0,1	920-940	0,8	775-790
0,2	890-910	1,0	775-790
0,4	850-870	1,2	775-790
0,6	800-820	1,4	775-790

Taplaýjy gurşawlaryň sowadyjylygy

Taplaýjy gurşaw	Gyzgynlyk derejeleriniň aralygynda sowadylyş tizligi, °C/s	
	650-550°C aralygynda	300-200°C aralygynda
Suw: 18°C	600	270
50°C	100	270
74°C	30	200
18°C-da NaOH 10%-li suwdaky ergini	1200	300
18°C-da NaCl 10% -li suwdaky ergini	1100	300
18°C-da Na ₂ CO ₃ 10% -li suwdaky ergini	750	300
Mineral maşyn ýagy	150	30
Transformator ýagy	120	25

6.6.8. Gurallyk polatlar

Ölçeýji gurallar üçin polatlar.

Ölçeýji gurallar ýokary gatylykly, könelmä durnukly we ulanylýan wagtynda öz ölçeglerini saklaýan polatlar. Olar X, XC, X9, X12ΦM, X12Φ ýaly legirlenen polatlardan, Y8...Y12 ýaly uglerodly gurallyk polatlardan we sementitlenen 18, 20 ýaly ýönekeý uglerodly polatlardan taýýarlanylýar. Bu polatlar taplamadan we pes gowşatmadan (150–160°C) soň ýokary gatylyga eýe bolýarlar.

Ştamp galyby polatlar.

Ştamplyk polatlar sowuk we gyzgyn deformirmek üçin niýetlenýän polatlara bölünýärler.

Sowuk deformirleýän ştamplar üçin polatlar.

Ýeňil şertlerde işleýän, uly bolmadyk ölçegli (25–30 mm diametrli), ýönekeý görnüşdäki ştamplar, Y10A, Y11A, Y12A ýaly uglerodly ştamplyk polatlardan taýýarlanylýar.

Kesigi 75–100 mm bolan çylşyrymly görnüşdäki we işiň agyr şertleri üçin niýetlenýän şamp galyplary X, XBC, 7XC2BM polatlaryndan öndürilýär. Bu polatlar taplanandan soň, ýagda ýa-da gyzgyn gurşawda sowadylyp, deformasiýalarynyň öňi alynýar.

Has iri galyplary (çylşyrymly deşik kesýän matrisalar we puansonlar, çuňňur ýazmak üçin niýetylenilýän list görnüşindäki matrisalar, çylşyrymly görnüşdäki görünüş beriji matrisalar) öndürmek üçin X12M, X12Φ1 ýaly polatlar ulanylýar.

Gyzgyn deformirleýän gurallar üçin polatlar.

Gyzgyn ýagdaýda metaly deformirleýän galyplar üçin, ýokarlandyrylan gyzgynlyk derejelerinde, ýokary mehaniki häsiýetleri bolan, köp gezek gyzdyrylanda we sowadylanda durnuklylygyny saklaýan 5XHM, 5XCM, 3X2B8Φ, 4X5MΦ1C, 4X3B2Φ2M2, 4X5MΦ1C ýaly polatlar ulanylýar.

6.6.9. Çoýunlar

Düzüminde uglerodyň mukdary 2,14%-den köp bolan, demriň uglerod bilen metal garyndylaryna çoýunlar diýilýär. Gurluşy boýunça çoýunlar grafitli (çal çoýun, ýokary berklikli çoýun, sozulagan çoýun) we grafitsiz (ähli uglerod sementitiň düzüminde) çoýunlara bölünýärler.

Ak çoýun. Çig mal magdanlarynyň düzüminde marganesli magdanlaryň kremniý magdanlaryndan agdyklyk etmegi, gyzgyn erginde emele gelýän demir karbidiniň (sementitiň) durnuklylygyny ýokarlandyrýar. Şol sebäpli bu erginlerde ak çoýun emele gelýär. Domnalarda öndürilýän çoýunlaryň köp bölegi (85 % töweregi) ak çoýunlar. Ak çoýun demir-sementit ulgamynyň hal diagrammasyna görä kristallaşýar. Ak çoýunuň düzüminde sementitiň köp mukdarda bolmagy netijesinde, ol ýokary gatylyga we portluga eýe bolýar. Şol sebäpli ak çoýny kesmek arkaly işläp bejermek has kyn bolýar. Bu çoýun öz adyny döwüginin öçük-ak reňkine görä eýe bolýar. Ak

çoynuň peýdalanylyşy örän çäkli, ol tutuşlygyna diýen ýaly gaýtadan işlenilýär.

Çal çoyun. Domnada işlenilýän çig mallarda kremnili magdanlar agdyklyk edende, çal çoyun emele gelýär. Kremniý, sementitiň ferrite we grafite dargamagyna ýardam edýär. Çal çoynuň döwlen ýeriniň reňki çal bolýar, onuň sebäbi, ähli uglerod plastina şekildäki grafit görnüşde bölünip aýrylýar. Sementitiň dargamagynyň derejesine baglylykda ferrit, ferrit-perlit we perlit gurluşly çoyunlar tapawutlandyrylýar.

Grafitiň mehaniki häsiýetleriniň pes bolýandygy sebäpli, berklik boýunça hasaplamalarda, çal çoyunlaryň düzümindäki grafit gurluşyny boşluklar hökmünde kabul etmek mümkin (*60-njy a surat*). Şonda, bu çoyunlaryň gysylmaga garşylygynyň ýeterlik bolup, süýnmäge garşylygynyň ep-esli peseljekdigi mälim bolýar. Bu ýetmezçiligine garamazdan, bahasynyň arzanlygy, galyba guýmaga, kesip işlemäge oňaýly bolany sebäpli, gurluşyk konstruksiýalarynyň gysylýan elementlerinde (mysal üçin, kuwwatly fermalaryň gysylýan elementlerinde), polady tygşytlamak üçin çal çoyny ulanmak amatly bolýar.

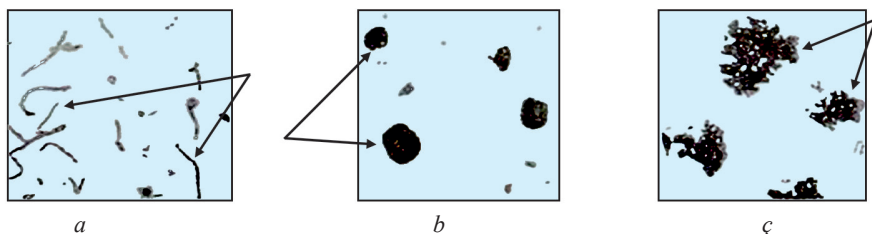
Çal çoynuň häsiýetleri metal esasynyň gurluşyna, grafit garyndylarynyň şekiline, ölçeglerine hem-de mukdaryna baglydyr. Metal esasyda ferrit näçe az bolsa, çoynuň berkligi şonça ýokary bolýar. Grafitiň plastina şekilli garyndylary sebäpli, metal esasyň birmeňzeşligi bozulýar we kertikler emele gelýär. Iň gowy mehaniki häsiýetleri, perlit gurluşy bolan çoyunda bolýar, onuň düzümindäki grafit ownuk, endigan plastinalar şekilindedir.

Ýokary berklikli çoyun. Ýokary berklikli çoyun çal çoyny magniý ýa-da seriý bilen modifisirlemek arkaly alynýar. Şonuň bilen birlikde, çoyunda şar görnüşli grafit gurluş emele gelýär (*60-njy b surat*). Ol bolsa çoynuň berkligini we maýyşgaklygyny ýokarlandyrýar.

Bu çoyunlaryň ýokary berkligi we maýyşgaklygy, olardan jogapkär elementleri ýasamaga mümkinçilik berýär. Düzüminde kükürdiň we fosforyň mukdary az bolan çoyunlar elektrik peçlerinde eredilýär.

Sozulagan çoyun. Sozulagan çoynuň düzümindäki grafit patak şekilli bolýar, ol ak çoyny taplamak arkaly alynýar, onuň üçin ak çoyun, 950–1000°C-a çenli gyzdyrylýar, soňra dowamly saklanylyp, haýallyk bilen kadaly derejesine çenli sowadylýar.

Dowamly saklamagyň netijesinde, sementit dargap, patrak şekilli grafiti emele getirýär (60-njy ç surat). Sozulagan çoýun gurluşykda konstruksiýalaryň jogapkär elementlerini taýýarlamak üçin ulanylýar.



60-njy surat. Çoýnuň gurluşynyň görnüşleri:
a) plastina; b) şar; ç) patrak

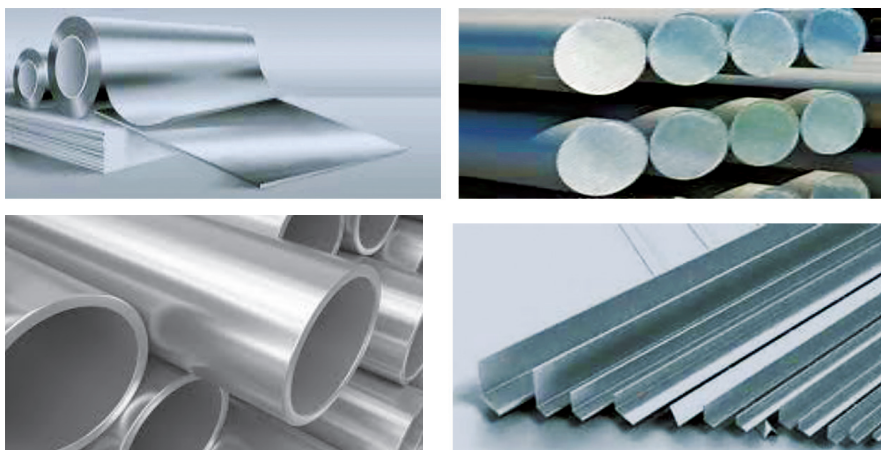
Ýokary berklikli we sozulagan çoýunlar, çoýnuň we poladyň artykmaçlyklaryny özlerinde jemleýärler. Olarda çoýunlara mahsus bolan galyba guýmaga, kesip işlemäge oňaýlylygy we polatlara mahsus bolan, ýokary süýnme berkligi bolýar.

Gurluşykda dürli grafit görnüşli çoýunlaryň hemmesi ulanylýar. Çal çoýunlar fundament plitalary, lagym turbalary, fermalaryň aşagyndaky direg plitalary ýaly statiki ýüklere niýetlenen konstruksiýalarda ulanylýar; ýokary berklikli we sozulagan çoýunlar, ýokary mehaniki häsiýetleri sebäpli–iýilmäge, dinamiki we wibrasiýaly ýüklere sezewar bolýan konstruksiýalarda (senagat binalarynyň polarynda, presleýji agyr enjamlaryň fundamentlerinde, demir ýol we awtomobil ýol köprüleriniň fermalarynyň direglerinde we ş.m. elementlerde) ulanylýar.

6.6.10. Reňkli metallar

Reňkli metallar hem demir ýaly, sap görnüşinde ýokary süýgeşiklik häsiýetlerine eýe bolup, onuň berklik we gatylyk häsiýetleri pes bolýar. Şol sebäpli yük göteriji elementlerde, olaryň diňe metal garyndylary ulanylýar.

Reňkli metallardan gurluşyk işlerinde, esasan, alýumininiň metal garyndylary ulanylýar (61-nji surat). Bu materiallar ýokary udel



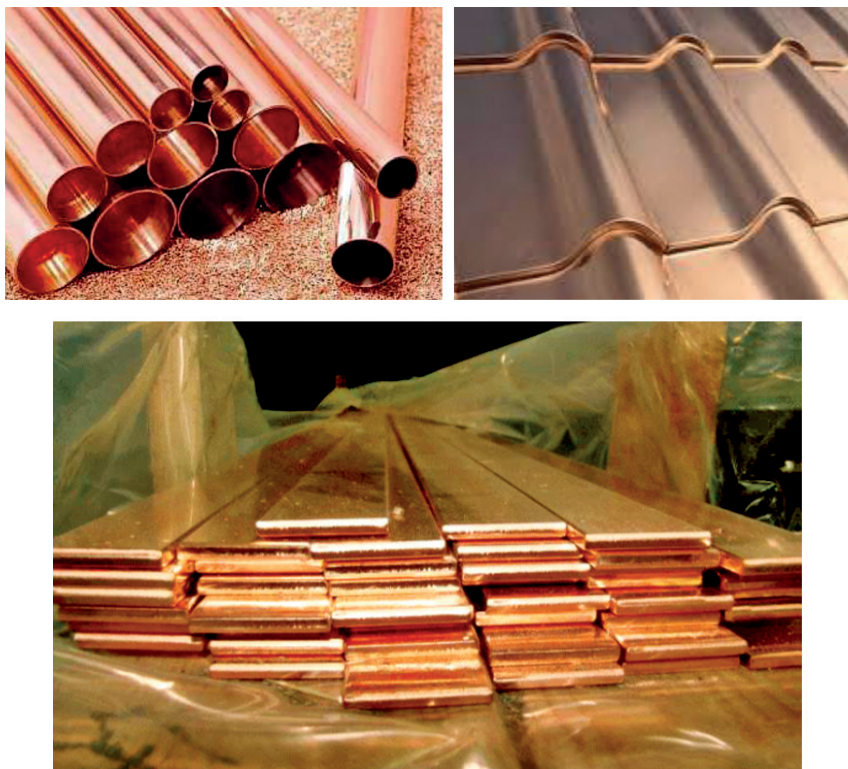
61-nji surat. Alýuminiý esasly materiallar

berklige, süýgeşiklige we korroziýa durnuklylyga eýedirler. Esasy legirleýjiler hökmünde Mg, Mn, Cu, Si, Zn ýaly elementler ulanylýar. Alýumininiň ähli metal garyndylary deformirlenýän we deformirlenmeýän görnüşlere bölünýärler. Deformirlenýän metal garyndylary öz gezeginde termik berklendirilýän we berklendirilmeyän görnüşlerde bolýarlar. Termik berklendirilýän metal garyndylaryna Al-Mg-Si, Al-Cu-Mg, Al-Zn-Mg, termik berklendirilmeyänlere tehniki alýuminiý we ikikomponentli metal garyndylary bolan Al-Mn, Al-Mg (magnalin) degişlidirler.

Mis duralýuminleriň esasy legirleýji goşundysy. Mis metal garyndylarynyň berkligini artdyryp, süýgeşikligini we korroziýa durnuklylygyny peseldýär. Marganes, magniý metal garyndylarynyň berkligini we korroziýa durnuklylygyny artdyrýar; kremniý suwuk akyjylygyny hem-de ereýjiligini gowulandyrýar, ýöne süýgeşikligini peseldýär. Sink, has hem magniý bilen bilelikde ulanylanda, materialyň berkligini artdyrýar, ýöne ýüküň täsirindäki korroziýa durnuklylygyny peseldýär. Alýuminiý esasly metal garyndylarynyň häsiýetlerini ýokarlandyrmak üçin, olaryň düzümine köp bolmadyk mukdarda hrom, wanadiý, titan, sirkoniý ýaly elementler goşulýar. Demir (mukdary 0,3 – 0,7%) zyýanly, ýöne gutulgysyz garyndy.

Alýumininiň esasyndaky metal garyndylary dürli fermalarda, äpişge-gapylarda, rulonlarda, ruberoidlerde, alkopanlarda we başga elementlerde ulanylýar.

Misiň metal garyndylaryndan has giň ýaýranlary bürünçler we latunlar (*62-nji surat*). Latun sinkiň misdäki gaty erginidir. Şol sebäpli bu materialyň korroziýa durnuklylygy, ýeterlik berkligi we ýokary süýgeşiklik häsiýetleri bolýar. Latunlardan turbalar, listler, lentalar, simler öndürilýär.



62-nji surat. Misiň esasyndaky materiallar

Bürünçler misiň galaýy, alýuminiý, kremniý, gurşun, berilliý we beýleki elementler bilen metal garyndylaryndan ybarat. Olar deformirlenýän we guýulýan görnüşlerde öndürilýär. Bürünçlerden turbalar, listler, lentalar we beýleki elementler öndürilýär. Konstruksiýalarda alýuminiýli we kremnili bürünçler has köp ulanylýar.

7.1. Umumy maglumatlar

Bişirilmedik toýunlar, adamyň birinji ulanyp başlan mineral berkidişileridir. Biziň eýýamymyzdan 2000–3000 ýyl öň, ussalar hekdaşy, tebigy gips ýaly dag jynslaryny gyzdyryp, hek we gurluşyk gipsi ýaly berkidişileri almagy başarypdyrlar, ol berkidişileriň çyglylyga durnuksyzlygy, gadymy gurluşykçylaryň mümkinçiliklerini çäklendiripdir. Wagtyň geçmegi bilen, dürli garyndylary ulanmak arkaly, hekiň suwa durnuklylygyny artdyrmagy öwrenipdirler. Bu maksatlar üçin Gadymy Rimde gowşak wulkan jynslaryny (pussolanany¹), Russiýada bolsa ýakylan toýny ulanyp, gidrawlik sementleri taýýarlapdyrlar.

Organiki däl berkidişi maddalar–bu suw bilen garylanda süýgeşik massany (geli) emele getirip, wagtyň geçmegi bilen gatap, emeli daşa öwrülýän külke mineral materiallardyr. Daş görnüşini eýelände, berkidişi madda, öz içindäki çagyllary we çägelere hem baglaşdyryp berkidiýär. Bekidişi maddalaryň bu häsiýetleri betonlaryň, silikat kerpiçleriniň, asbest-sement we beýleki bişirilmän taýýarlanylýan materiallaryň önümçiliginde ulanylýar.

Mineral berkidişileriň tebigatyny düşündirmäge ilkinji synanyşyklaryň biri A.L. Le-Şatélye tarapyndan, 1882-nji ýylda edilýär. Ol mineral sementleriň gatamagynyň sebäbini sement gelinde doýgun erginiň emele gelmegi we ol erginden gidratlaryň kristal önümleriniň bölünmegi bilen düşündiripdir. Le-Şatélyeniň çaklamasy **kristallaşmak nazaryýeti** ady bilen tanalýar.

1893-nji ýylda W. Mihaelis, mineral berkidişileriň kolloid nazaryýetini düzýär. Bu çaklamada Mihaelis, sementleriň

¹ Pussolana–Italiýanyň Possuoli şäheriniň adyndan gelip çykýar. Gowşak wulkan dag jynslary Gadymy Rim döwründe gurluşyk hekine gidrawlik garyndy hökmünde ulanylypdyr.

berkleşmeginiň esasy sebäbi, erginiň kristallaşmagynda däl-de, suwly geliň goýalmagynda we gatamagynda diýip düşündirýär. Häzirki döwürde barlaglaryň täze usullarynyň (rentgenografiýa, elektron mikroskopiýa we başg.) ulanylmagyna garamazdan, sementiň gatamak prosesiniň has çylşyrymly bolandygy sebäpli, ony doly düşündürmek başartmaýar.

Termodinamiki nukdaýnazardan seredenimizde, berkidiji maddalaryň artykmaç erkin energiýasy bolup, suwda energiýasy peselen gidratly birleşmelere öwrülýärler. Termodinamika reaksiýanyň geçýän ýoluna garamazdan, ulgamyň başlangyç we ahyrky ýagdaýlaryny göz önünde tutýar.

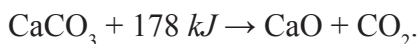
Organiki däl berkidiji maddalar **howada gataýan** we **gidrawliki gataýan** berkidijilere bölünýärler. Howadaky berkidijiler suw garylardan soňra, diňe howada berkligini almaga we uzak wagtlaý saklamaga ukyplydyrlar. Himiki düzümi boýunça olar: hekli berkidijiler, gipsli berkidijiler, magnezial berkidijiler we suwuk aýna ýaly dört topara bölünýärler.

Gidrawlik berkidijiler howada we suwda berkligini saklamaga ukyplydyrlar. Himiki düzümi boýunça gidrawlik berkidijiler çylşyrymly ulgam bolup, dört görnüşli birleşmeden ybaratdyr: $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$. Häzirki döwürde gidrawlik berkidijilerden, esasan, kalsiý silikatlarynyň esasynda taýýarlanylýan portlandsement we kalsiý alýuminatlarynyň esasynda taýýarlanylýan toýunýer sementi ýaly iki sany sement öndürilýär. Awtoklawda gataýan berkidijiler aýry toparý emele getirýärler.

7.2. Howada berkeýän maddalar

7.2.1. Gurluşyk heki

Gurluşyk heki, düzüminde kömürturşy kalsiý saklaýan dag jynslaryny 900-1200°C-da kemter bişirmek arkaly alynýar (63-nji surat):

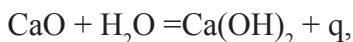


Emele gelýän ak maddanyň tehniki ady **söndürilmedik hek**.

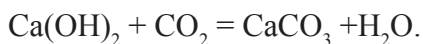
Düzümindäki magniý oksidiniň mukdary (MgO) boýunça gurluşyk heki az magnezial (5%-den az), magnezial (5-20%) we dolomit (20-40%) görnüşlerde bolýar.

Gurluşyk heki söndürilmedik we söndürilen görnüşlerinde ulanylýar. Söndürilmedik hekiň himiki işjeňligi ýokary bolsa-da, tozanlarynyň adam saglygyna we gurşawa zyýanly bolany üçin, ony diňe ýörite şertlerde ulanmak mümkin. Howadan çyg çekijiligi güýçli bolany sebäpli, söndürilmedik hek owradylandan soňra derrew ulanylýar.

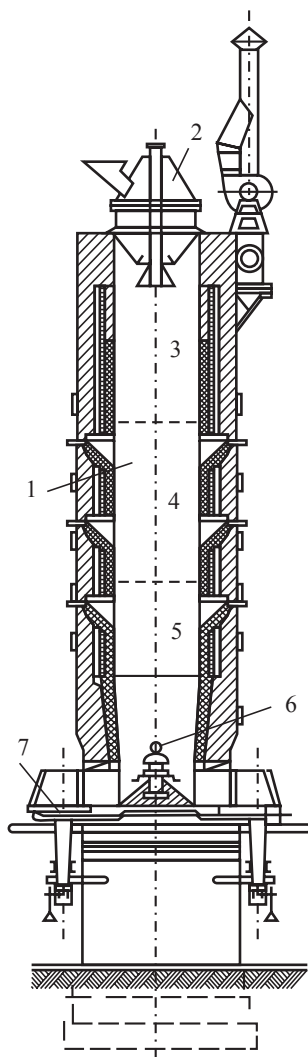
Hekiň söndürilmegi köp mukdarda ýylylygyň bölünmegi bilen bolup geçýär:



bu ýerde q – 1 kg kalsiý oksidine 1160 kJ (277 kkal) möçberinde bölünip çykýan ýylylyk mukdary. Howada bolup geçýän karbonlaşmak hadysasy hekiň berkligini has artdyrýar:



Gurluşyk heki ak pigment, berkidiji we suw saklaýjy hökmünde dürli erginlerde giňden ulanylýar. Daşary ýurtlarda hekiň köp bölegi silikat betonlaryny öndürmek üçin ulanylýar. Gurluşyk hekiniň berkligi pes bolany sebäpli, ol standartlar bilen kadalaşdyrylmaýar. Hekiň düzüminde $\text{CaO} + \text{MgO}$ (işjeň oksidler) ýokary boldugyça, şonça-da onuň hili ýokary bolýar.



63-nji surat. Hek öndürilýän şahtaly peç:

- 1 – pejiň şahtasy; 2 – ýüklenýän mehanizm;
- 3 – ýyladylýan bölüm;
- 4 – bişirilýän bölüm; 5 – so-wadylýan bölüm; 6 – darak;
- 7 – düşürilýän mehanizm

7.2.2. Gipsli berkidiji maddalar

Gipsli berkidijileri öndürmek üçin, çig mal hökmünde, tebigy gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, fosfogips (superfosfat önümçiliginiň galyndylary) we angidrit CaSO_4 ulanylýar.

Gipsli çig mallary gyzdyrmak arkaly gurluşyk gipsi we ýokary berklikli gips alynýar:



Gurluşyk gipsi açyk gaplarda $110-180^\circ\text{C}$ temperaturada öndürilýär we β -modifikasiýaly gips diýlip atlandyrylýar.

Ýokary berklikli gips germetik ýapyk enjamlarda $95-100^\circ\text{C}$ temperaturada, $0,15-0,3 \text{ MPa}$ basyşda taýýarlanylýar we α -modifikasiýaly gips diýilýär.

Pes temperaturada taýýarlanylýan gipsleriň tapawudy kristallaryň ölçeglerinde we häsiýetlerindedir. Ýokary berklikli gipsde α -modifikasiýaly uzyn iňneler ýa-da prizma görnüşindäki iri kristallar emele gelýärler. β -modifikasiýaly kristallar ownuk bolup, araçäkleri anyk kesgitlenmedik bolýar.

Gurluşyk gipsinden kadaly goýulykdaky gel almak üçin massasy-na görä, $50-70\%$, önümçilik şertlerinde oňaýly ýerlemek üçin, $60-80\%$ suw talap edilýär. Gataýan wagty boýunça, çalt gataýan gips (başlanmagy 2 min , soňy 15-a min çenli), kadaly gataýan gips (başlanmagy 6 min , soňy 30 min -a çenli) we haýal gataýan gips (başlanmagy 20 min , soňy kesgitlenmedik) tapawutlandyrylýar. Nusgalar taýýarlanylandan soň, $1,5$ sagatdan berklik çägi boýunça 12 marka boýunça bölünýär: G-2, G-3, G-4, G-5, G-6, G-7, G-10, G-13, G-16, G-19, G-22, G-25-e (sifrler MPa -da aşaky çäginde aňladýar) çenli. β -modifikasiýaly gips ownuk owradylanda galyplyk gips, arassalanan çig mal ulanylanda medisina gipsi alynýar. Bu gipsiň çyglylyga durnuklylygy pes bolýar.

Ýokary berklikli gipsiň kadaly goýulykdaky gelini almak üçin $40-45\%$ suw gerek bolýar, ýagny kristallarynyň iriligi sebäpli üst meýdany azalýar we suw talap edijiligi peselýär, onuň gysylma berkligi $25-30 \text{ MPa}$, suwa durnukly däl.

Gipsi ýa-da angidridi $450-750^\circ\text{C}$ -a çenli gyzdyryp, angidrid sementi alynýar. Angidrid sementini owradyp, mineral garyndylar goşulýar. onuň gysylma berkligi $10-20 \text{ MPa}$.

Ýokary bişirilen gips (ekstrih-gips), gips (ýa-da anhidrid) çig malyny 800–950°C gyzdrylyp alynýar. Bu reaksiýada, kükürt turşy kalsiniň termik dissosiasıýasynda emele gelýän kalsiniň erkin oksidi emele gelýär:



Gurluşyk gipsiniň we ýokary berklikli gipsiň berkidiji häsiýeti, bu sementleriň suwly gurşawda ýylylygyň täsiri bilen aýrylan suwy (1,5 H₂O) yzyna gaýdyp almagy bilen baglydyr:



Anhidrid sementiniň berkidiji häsiýetleri minerallaryň we şlaklaryň täsiri bilen ýüze çykýar. Ýokary bişirilen gipsde berkidiji häsiýet söndürilmedik hekiň himiki işjeňliginiň hasabyna ýüze çykýar.

Gips önümleri gips gelinden taýýarlanylýar (käte, mineral ýa-da organiki külke dolduryjy goşulýar).

Gipsbeton önümleri, gips erginini ýeňil we öýjükli mineral dolduryjylary bilen garylýp öndürilýär. Gips geli, çäge we çagyl bilen deňşdireniňde, bu dolduryjylar bilen has berk birleşýär. Dolduryjylaryň ulanylmagy, gipsiň harçlanylyşyny azaltsa hem, önümleriň berkligini peseldýär.

Niýetlenilişi boýunça, gips we gipsbeton önümleri germewler üçin plitalar we paneller; örtükler üçin listler; diwaryň ýüzi üçin listler (gipsli gury suwag); diwarlyk bloklar; ýylylyk geçirmeýän önümler; binagärlik-dekorativ önümler ýaly toparlara bölünýärler.

7.2.3. Magnezial berkidiji maddalar

Magnezial berkidiji maddalar tebigy karbonatlaryň kem-käşleýin bişirilmeginde emele gelýän önümler. Magnezit 750–850°C gyzdrylanda kaustik magnezit we dolomit, 650–750°C gyzdrylanda kaustik dolomit alynýar. Bişirilende tebigy magnezit dargaýar we magniý oksidine öwrülýär:



Kaustik magnezitde, magniý oksidiniň mukdary 85 % töweregine ýetýär. Kalsiý oksidiniň mukdary 2–5 % bilen çäklendirilýär. onuň gysylmaga berkligi 30-50 *MPa*, süýnmäge berkligi 1,5 *MPa* çenli.

Magnezial berkidijileriň ikinji görnüşi, **kaustik dolomit**, termohimiki dargama reaksiýasy boýunça emele gelýär:



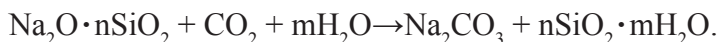
Görşümüziz ýaly, tebigy dolomit kalsiý karbonatyna, magniýoksidine we kömürturşy gazyna dargaýar.

Beýleki berkidijilerden tapawutlylykda, magnezial berkidijilerine arassa suw garylmaýar-da, magniý duzларыnyň (MgHl_2 , MgSO_4) erginleri garylýar.

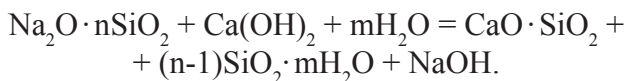
Magnezial bekidijiler birnäçe materiallara, esasan hem, açaç materiallaryna örän güýçli adgeziýa ýüze çykarýar. Şol sebäpli bu berkidiji, açaş galyndylary bilen bilelikde, dürli kompozit materiallaryny (fibrolit, ksilolit plitalary we başg.) öndürmekde giňden ulanylýar. Magnezial bekidijileriň esasyndaky materiallaryň suwa durnuklylygy örän pes bolýar. Bu betonlar binalaryň içinde ulanylýp, ol jaýlardaky howanyň çyglylygy 60 %-den ýokary bolmaly däl.

7.2.4. Suwuk aýna

Suwuk aýna natriniň (käte, kaliniň) silikatларыnyň suwdaky ergini. Suwuk aýna, adaty aýna taýýarlanylýan peçlerde, kwars çägesi bilen sodanyň Na_2CO_3 ýa-da natriý sulfatynyň Na_2SO_4 garyndysyny 1300–1400°C-da eredip, metal listleriň üstünde çalt sowadylyp taýýarlanylýar. Silikat tokgalaryny awtoklawda (0,6–0,8 *MPa* basyşda, 150°C temperaturada) täzedan eredip, ulanylmagynyň öň ýanynda zerur goýulygyna çenli suw goşulyp garylýar. Suwuk aýna howada natriý karbonatyna we himiki işjeň amorf kremniýere öwrülýär:



Betonlaryň ýüzüne suwuk aýnaly reňk çalnanda, natriý silikaty $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilen täsirleşýär:



Bu berkidiji daşlaryň ýüzüni goramak üçin, oda durnukly reňkleri we çalgylary taýýarlamak üçin, esaslyk gumlary silikatlaşdyrmak üçin, kislota durnukly betonyň önümçiliginde we ş.m. maksatlar üçin ulanylýar.

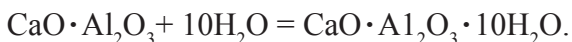
7.3. Gidrawlik berkidijiler

Häzirki döwürde, dünýä boýunça esasy gidrawlik mineral berkidiji portlandsementdir. Angliýanyň Lids şäherinden daş ussasy D.Aspdin, bu materialy oýlap tapany üçin, 1824-nji ýylda patent alýar. Portland şäheriniň ýanynda alynýan daşyň reňki bilen çalymdaş bolany üçin we önümçiligi şu şäherde ýola goýlany üçin, oňa portlandsement diýlip at goýlupdyr. Toýunýer sementi portlandsemente görä has az öndürilýär. Portlandsementiň öndürilişiniň ösmegi bilen gidrawlik hek, romansement ýaly gidrawlik berkidijileriň önümçiligi ýatyryldy diýen ýalydyr.

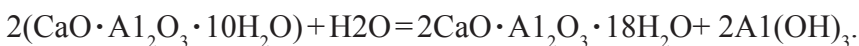
7.3.1. Toýunýer sementi

Toýunýer sementlerini öndürmek üçin boksitleri we hekdaşlaryny 1500°C-a çenli gyzdyryp eredýärler ýa-da 1250–1300°C-a çenli gyzdyryp bişirýärler. Çig mal hökmünde gymmatly alýuminiý magdanlary ulanylýanlygy sebäpli, toýunýer sementiniň bahasy portlandsementden has gymmat bolýar.

Toýunýer sementiniň düzümindäki oksidler (%): Al_2O_3 55%; CaO 45%; SiO_2 5–10%; Fe_2O_3 5–15%. Toýunýer sementiniň mineralogik düzümi, esasan, pes esasly kalsiý alýuminatларыndan ybarat bolup, esasy düzüm bölegini biresasly alýuminat ($CaO \cdot Al_2O_3$) eýeleýär we onuň çalt gatamagyny üpjün edýär. Toýunýer sementiniň gatamak prosesi portlandsementiň gatamagyna meňzeş geçýär:



Emele gelen gidroalýuminat suw bilen täsirleşip, has durnukly bolan ikikalsili gidroalýuminata öwrülýär:



Toýunýer sementiniň betonlary berkligini alýan döwri gyzgyn bugda saklanylmagyna ýa-da gyzdyrylmagyna ýol berilmeýär. Toýunýer sementiniň gatamagy üçin çygly gurşaw we howanyň temperaturasy 15–20°C töweregi göwnejaý hasaplanýar. Ýokary temperaturalarda (25–30°C-dan ýokary) üçkalsili gidroalýuminatyň (C_3AH_6) emele gelmegi bilen betonyň berkligi örän pese düşýär. Sement daşy 24 sagatda marka berkliginiň 75-90%-ni alýar, üç günde marka berkligini alýar.

Toýunýer sementiniň ekzotermiýasy portlandsementiňkiden 1,5 esse ýokary bolany sebäpli, olary massiw konstruksiýalarda ulanmak has kyn bolýar. Toýunýer sementiniň betonlary gyzgynyň, aýazyň, suwuň we howanyň täsirine durnukly. Olar, esasan hem, gyzgyna durnukly betonlary (1200-1400°C we ondan hem ýokary) taýýarlamak üçin ulanylýar. Şeýle hem gys sagly dikeldiş işlerinde bu sementleriň artykmaçlygy uly. Düzümi, esasan, pes esasy gidroalýuminatlardan ybarat bolany sebäpli, toýunýer sementiniň pH görkezijisi, portlandsementiňkiden pes. Şol sebäpli onuň kislotalara durnuklylygy hem ýokary bolýar.

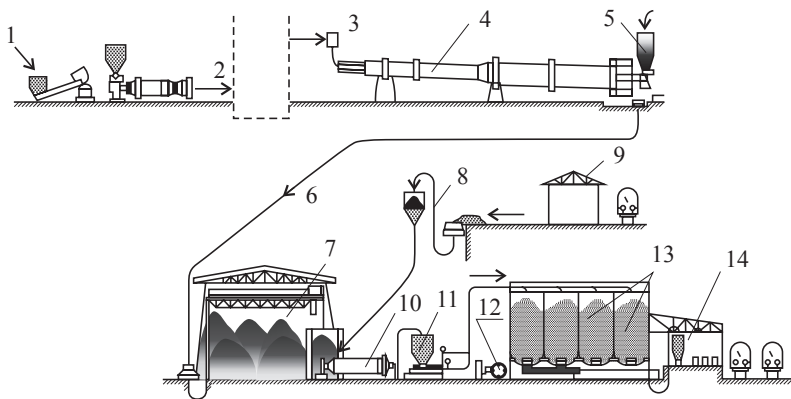
Toýunýer sementleri aşgar gurşawynyň täsirlerinde işleýän konstruksiýalarda ulanylmaýar.

7.4. Portlandsement

7.4.1. Portlandsementiň öndürilişi

Portlandsement önümçiliginiň tehnologik prosesi, esasan, hekdaşyny we toýny gazyp almakdan, çig mallardan görkezilen düzümde birmeňzeş garyndy taýýarlamakdan, garyndyny bişirmekden, klinkeri (peçde bişirilen sement garyndysyny) gips bilen bilelikde owratmakdan ybarat (64-nji surat).

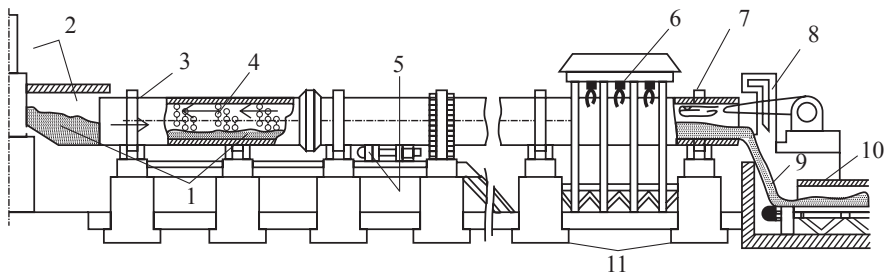
Tebigy dag jynslaryndan portlandsemente doly gabat gelýän çig maly, köplenç, bir ýerden almak başartmaýar. Şol sebäpli hekdaşy (ýa-da hek) we toýun aýry kánlerden daşalýar. Toýnuň düzümünde demir oksidleri ýok bolsa, onda az mukdarda demir magdanyny aýratynlykda goşmaly bolýar.



64-nji surat. Portlandsement önümçiliginiň shemasy:

1 – känden getirilen hekdaşy we toyun; 2 – çig maly taýýarlamak; 3 – dozalajýj; 4 – aýlanýan peç; 5 – ýangyç beriji; 6 – klinkeriň äkidilişi; 7 – klinkeriň ammary; 8 – gipsi owratmak we dozalamak; 9 – gipsiň ammary; 10 – klinkeri gips bilen üwemek üçin turba görnüşli degirmen; 11 – pnewmatik nasos; 12 – kompresor; 13 – sementli siloslar; 14 – sementi gapgarmak

Çig malynyň taýýarlanylşy boýunça portlandsementiň bişirilişiniň çygly, gurak we utgaşdyrylan usullary bolýar. Çygly usulda, çig mal garyndysynyň massasyna görä, 36–42 % suw goşulyp, şarly degirmenlerde owradylýar. Gury usulda, materiallar gurulygyna owradylýp garylýar we bişirilýär. Utgaşdyrylan usulda, öl garyndy 12–15 % çyglylyga çenli guradylyp, soňra bişirilýär. Portlandsementiň gury usulda bişirilmegi öňdebaryjy we çylşyrymly tehnologiýa bolup, energiýany iki esse töweregi az harçlamaga mümkinçilik berýär.



65-nji surat. Aýlanýan pejiň shemasy:

1 – çig mal şihasy; 2 – gyzgyn gazlar; 3 – aýlanýan peç; 4 – ýylylyk çalşygyny gowulayan zynjyrly örtükler; 5 – herekete getiriji (priwod); 6 – pejiň bişirilýän bölüminiň suw bilen sowadyjysy; 7 – ýalyn; 8 – forsunkadan ýangyç berlişi; 9 – klinker; 10 – sowadyjy; 11 – diregler

Klinker, silindr şekilli 0,5–1,5 *ayl/min* tizlik bilen aýlanýan peçlerde bişirilýär (65-nji surat). Garyndyda gyzgynlygyň hasabyna fiziki-himiki prosesler başlanýar. Ilkibaşda, mehaniki baglanyşykdaaky suw bugarýar. Soňra, organiki maddalar ýanýar we himiki baglanyşykly suwlar aýrylýar. 800–900°C-da kalsiý karbonaty $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ reaksiýa boýunça dargaýar. Kömürturşy gazy, ýanmakda emele gelyän gazlar bilen çykyp gidýär. CaO bolsa, 1000°C töwereginde toýnuň okisleri bilen reaksiýa girişip, ikikalsili silikat (C_2S , belit), üçkalsili alýuminat (C_3A), dörtkalsili alýumo ferrit (C_4AF) emele getirýär. Garyndynyň temperaturasy 1350°C-dan ýokary geçende portlandsementiň tiz wagtda ýokary berkligini üpjün edýän mineraly bolan, üçkalsili silikat (C_3S , alit) emele gelip başlaýar. Ahyrky temperatura 1450–1500°C ýetirilýär we birnäçe sagat saklanylandan soňra, sowadylýar. Klinker anyk bellenen tertip boýunça sowadylýar, onuň düzümünde belli bir mukdarda kristallaşan we aýna şekilli (amorf) komponentleri bolmaly. C_3A -nyň mukdaryna görä, bellenen temperaturada 3 % töweregi (SO_3 hasabynda) ikisuwly ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ýa-da ýarymsuwly ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) gips goşulýar.

Portlandsementiň ortaça mineralogik düzümi:

($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)–55–65 % üçkalsili silikat;

($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)–20–25 % ikikalsili silikat;

($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)–5–10 % üçkalsili alýuminat;

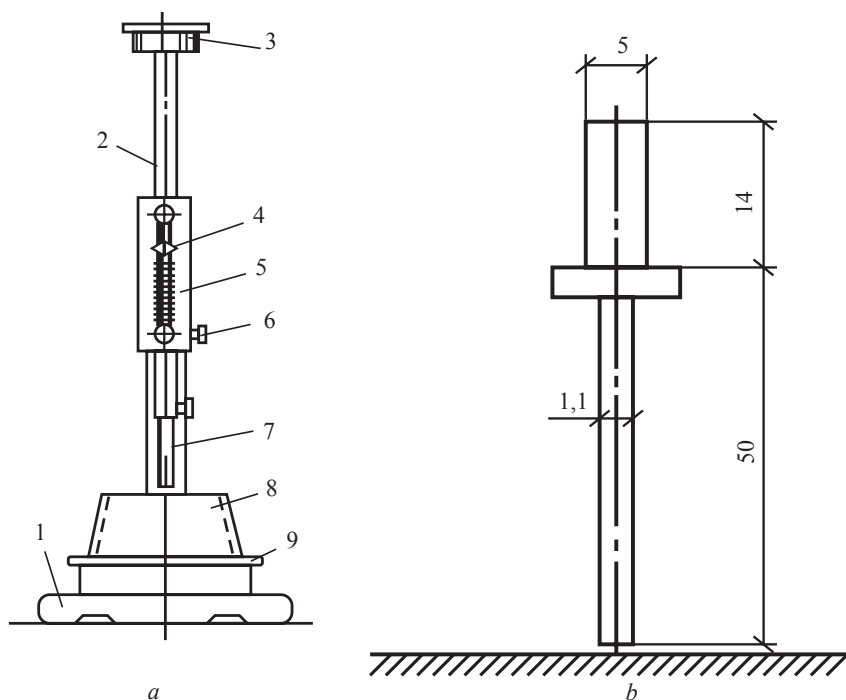
($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)–10–15 % dörtkalsili alýumo ferrit.

Bulardan başga-da kalsiniň (CaO), magniniň (MgO), natriniň (Na_2O), kaliniň (K_2O), kükürdiň (SO_3) oksidleri az mukdarda gabat gelyärler. Olar zyýanly minerallar. CaO-nyň we MgO-nyň mukdary 5%-den ýokary bolanda, olaryň gidratlaşmagy, betonyň çişip döwürmegine getirip bilýär.

Beton konstruksiýalarynyň berkligini üpjün edýän minerallar alit (C_3S) we belit (C_2S). Bu himiki birleşmelere üçkalsili we ikikalsili silikatlar diýilmegi şertlidir. Sebäbi olaryň düzümi örän çylşyrymly bolup, alit we belit diýlip atlandyrylmagy dogry bolýar. Kalsiý alýuminatlary we alýumo ferritleri sementiň hilini örän peseldýärler. Düzümünde Al_2O_3 we Fe_2O_3 bolan toýunly komponentleriň klinkeriň çig mallaryna goşulmagynyň sebäbi, olar klinkeriň taýýarlanylş temperaturasyny peseltmäge mümkinçilik berýärler.

7.4.2. Portlandsementiň gatamagy

Portlandsementiň gatamagy uzak möhletli we çylşyrymly fiziki-himiki proses bolup, berkidijiniň her bir görnüşi üçin onuň gatamagyň şertleriniň kesgitli parametrleri bolýar. Olar sementiň gatamagyň kinetikasy, temperaturasy we çyglylygydyr. Sementiň gatamagyň ýagdaýyny Wikanyň iňňeli abzalynda kesgitlemek kabul edilýär (66-njy surat). Bu abzaldaky polat iňňe garyndynyň içine 38–39 mm aralaşyp, düýbüne 1–2 mm ýetmedik ýagdaýynda sementiň tutluşup başlamagy diýilýär. Sementiň tutluşmagynyň ahyry diýlip, polat iňňe sement geline 1 mm-den köp bolmadyk çuňluga aralaşanda aýdylýar. Portlandsementleriň gatamagy 45 minutdan ir başlamaýar we 10 sagatdan giç tamamlanmaýar.



66-njy surat. Wikanyň abzaly:

a – öňünden görnüş; *b* – polat iňňe; 1 – metal stanina; 2 – hereketli steržen; 3 – goşmaça ýük üçin meýdança; 4 – görkeziji; 5 – şkala; 6 – gysyjy wint; 7 – polat iňňe; 8 – halka; 9 – aýna plastina

Häzirki döwürde, sementiň minerallarynyň gidratlaşmak şertlerinde haýsy tizlik bilen, haýsy himiki täsirleşmelere gatnaşjakdygyny kesgitlemek, onýyllyklaryň dowamynda ýygynan baý amaly we nazary tejribäniň esasynda mümkin bolup başlady.

Şeýle-de bolsa, sementiň poliminerallygy, polidispersligi, poli-agregatlygy sebäpli, bu ugurda entek-entekler jogapsyz soraglaryň galjakdygy belli. Klinker bişirilende we suw garylanda, oksidleriň biri-biri bilen girişän himiki täsirleşmelerinde täze emele gelýän minerallaryň görnüşleriniň mümkin bolan görnüşleri sanardan has köp. Silikatlaryň dürli derejedäki polimerleri emele getirmäge ukyp-lydygy barada ýatlasak bolsa, bu ulgamyň örän çylşyrymlydygy gü-mansyz. Betonyň düzümindäki esasy minerallar hakynda aýdylanda hem, olaryň diňe ortaça himiki düzümi kesgitlenendir. Mysal üçin, alit C_3S üçkalsili silikat; belit C_2S ikikalsili silikat; C_3A üçkalsili alýu-minat we C_4AF dörtkalsili alýumo ferrit diýenimizde hem, bu dakylan atlar olaryň ortaça himiki düzümini görkezýär we olary düzýän oksidleriň özara baglanyşygynyň üstüni doly açmaýar, ol oksidleriň özara baglanyşygyny we allotropýa ýagdaýlaryny açyp görkezmäge synanyşyklar edilýär, ýöne entek ol işler, çaklamalar derejesinde bolup, alymlaryň pikirleri biri-birine doly gabat gelmeýär. Bu nämälimligiň sebäbi, bu hadysalaryň, esasan, mikrogurluşyň çäginde bolup geçýänligindedir. Bu ýerde ölçegler, birnäçe angstromden onlarça angstrome ($1\text{Å} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$) çenli bolany sebäpli, häzirki zaman tehnikalary hem, beýle ölçeglerdäki hadysalaryň kinetikasyna doly gözegçilik etmäge mümkinçilik bermeýär. Ýöne muňa garamazdan, köp sanly amaly we nazary gözlegleriň netijesinde, minerallaryň ortaça himiki düzümi boýunça, olaryň esasy häsiýetlerini seljermek başartdy we geljekki amaly gözleglerde şol netijelere daýanmak bolar.

7.4.3. Sement gelinde ýüze çykýan binar dispers ulgamy barada düşüňjeler

Portlandsemente suw garylanda süýgeşik ýelmeşiji sement geli emele gelip, gitdigiçe goýalýar we daş görnüşine eýe bolýar. Bu hadysanyň çylşyrymly kinetikasy bolup, bir wagtyň özünde bolup geçýän köp sanly fiziki we fiziki-himiki prosesleriň ählisiniň täsiri-

ni göz önünde tutmak örän kyndyr. Şol sebäpli, bu prosesleri geterogen ulgamynyň umumy düzgünlerinden peýdalanyp öwrenmek amatly bolar. Garyndyda suwuk faza bilen dispers faza, binar dispers ulgamyny emele getirýär. Bu ulgamdaky prosesleriň işjeňligi, dispers fazanyň külkeligine we şu suwuklykda ereýjiligine baglydyr. Geterofaza ulgamynda, gaty jisimiň üst meýdany az bolanda, ýagny onuň çyzykly ölçegleri birnäçe ýa-da onlarça santimetrlere barabar bolanda, onda faza araçägindäki hadysalaryň ähmiýeti bolmaýar. Tersine, dispers, has hem kolloid ulgamlaryň üst meýdany örän uly bolup, faza araçägindäki hadysalar täze materialyň emele gelmegine getirýär. Bölejikleriň ölçegleri $10^{-2} - 10^{-5}$ sm bolanda, olar dispers ulgamlaryny emele getirýärler. Kolloid ulgamlaryndaky bölejikleriň ölçegleri $10^{-5} - 10^{-7}$ sm aralygynda bolup, olaryň üst häsiýetleri gaty jisimleriň häsiýetlerinden has tapawutlanýar. Bölejikler mundan beter owradylanda (eger bu mümkin bolsa), gomogen ulgam emele gelmek bilen, maddanyň üst häsiýetleri doly ýitýär.

Portlandsementiň minerallarynyň, esasan, ion kristal gurluşy bolýar. Şol sebäpli düwünlerindäki öýjüklerde degişli himiki elementleriň ionlary ýerleşen kristalyň suwda eremeginiň mehanizmine garalyň. Bu kristallarda garşylykly zarýadlanan ionlar biri-biri bilen elektrostatiki dartyлма bilen baglanyşyklydyrlar we bu baglanyşyklary bozmak üçin işiň mukdary, kristal gözeneginiň energiýasy bilen ölçenýär. Bu energiýanyň ululygy ionlaryň radiusyna we zarýadyna, biri-birine görä aralygyna, gözenegiň geometrik gurluşyna we başga-da birnäçe ululyklara bagly. Suwuň uly dielektrik hemişeligi sebäpli, mineralyň üstki ionlarynyň arasyndaky baglanyşyk gowşap (80 esse), kristaldan aňsat üzülýärler. Fazalaryň arasynda jübüt elektron gatlagy döreýär. Elektron gatlaklarynyň döremeginiň sebäbi, kristallaryň üstki ionlarynyň gidratlaşyp ergine geçmegi netijesinde, onuň taýsyz elektronlarynyň galmagy, ikinji gatlak bolsa, elektrostatiki dartyлма sebäpli, erginden deňagramlaşdyryjy elektronlaryň jemlenmegindedir. Ion kristallarynyň suw bilen täsirleşmesinde iki proses, ýagny ionlaryň gaty jisimden ergine geçmegi (eremegi) we ionlaryň erginde täze kristallary emele getirmegi bolup geçýär. Doýgun erginde suwuň bir bölegi gaty hala geçýär (kristallardaky suw). Kristallaşan suw

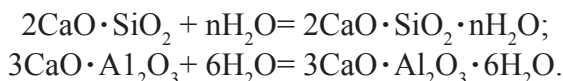
örän ýokary temperaturalarda bugaryar, gipsde degidratasiya 473 K, beýleki minerallarda bolsa, bu hadysa has ýokary temperaturalarda (573–773 K) bolup geçýär.

Klinkeriň minerallary suw bilen täsirleşip, bir wagtyň özünde dürli birleşmeleri emele getirýärler. Täze emele gelen minerallar biri-birleri bilen ýa-da klinkeriň minerallary bilen täsirleşip, köpdürli utgaşmalary döredýärler. Portlandsementiň gatamagy, esasan, kalsiniň silikatlarynyň, alýuminatlarynyň we alýumosilikatlarynyň gidratasiýasy bilen kesgitlenilýär.

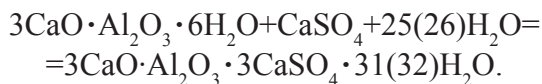
Üçkalsili silikat suw bilen garylada gidrolize sezewar bolýar we ikikalsili gidrosilikata hem-de kalsiy gidroksidine dargaýar:



Ikikalsili silikat we üçkalsili alýuminat hem gidratlaşyp, degişlilikde kalsiniň silikatlaryny we alýuminatlaryny emele getirýärler:

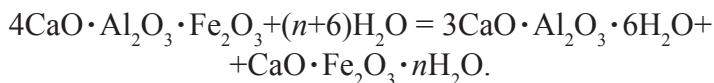


Gips portlandsementiň gatamagyň tizligini peseltmek üçin goşulýar. Üçkalsili alýuminat suw bilen täsirleşip, üçkalsili gidroalýuminaty emele getirýär. Bu mineral betony örän tiz gatadýar, şol sebäpli beton berkligini alyp ýetişmeyär. Hidroalýuminatlar betonyň berkligini artdyrman tiz wagtda (1–2 hepdäniň içinde) dargaýarlar. Sementiň düzümine gips ýeterlik goşulanda, suwda eremeyän kalsiy gidrosulfoalýuminatyny (ettringiti) emele gelýär:



Gips artykmaç goşulanda, onuň özi beton üçin agressiw gurşawy döredip, sement daşyny sulfat korroziýasyna sezewar edýär.

Dörtkalsili alýumo ferrit suw bilen täsirleşip, kalsiniň gidroalýuminatyny we gidrofferritini emele getirýär:



7.4.4. Portlandsementiň berkligi

Portlandsementiň berkligi gysylmaga we egrelmäge garşylygy bilen häsiýetlendirilýär. Egrelmäge berklik boýunça synaglar (67-nji surat), sement bilen çägäniň 1:3 gatnaşygyndan, sement/suw 0,4 gatnaşygyndan taýýarlanan, 28 günüň dowamynda 20°C töwregindäki temperaturada, çygly gurşawda saklanan betonyň 4×4×16 sm ölçegli nusgalyk balkajygyny egredip döwmek arkaly geçirilýär. Soňra döwlen ýarty bölekler, gysylmaga garşylygynyň synaglary üçin ulanylýar.

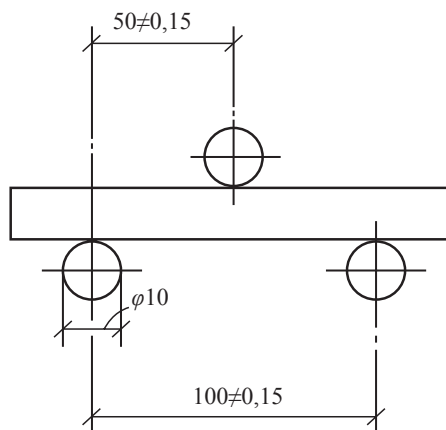
Nusgalaryň egrelmegi boýunça berklik çägi şu formula boýunça hasaplanýar:

$$R_{egr} = 3Fl/2bh^2 \text{ (MPa)},$$

bu ýerde F – weýran edýän güýç;

l – diregleriň aralygy, $l = 10 \text{ sm}$;

b we h – degişlilikde nusganyň ini we beýikligi, $b = h = 4 \text{ sm}$.

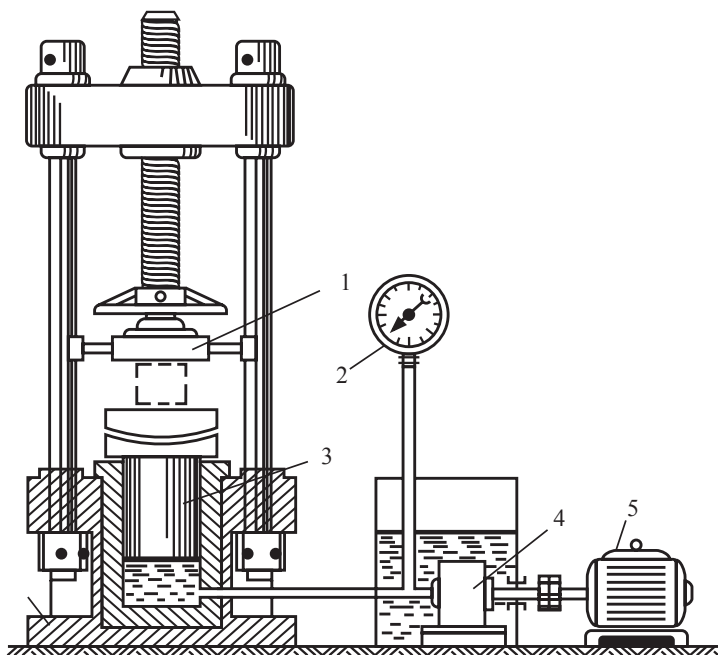


67-nji surat. Nusga-balkajyklaryň egrelmäge synaglarynyň shemasy

Nusgalaryň egrelmäge berklik boýunça çägi, üç sany nusgadan iki sany ýokary netijäniň orta arifmetik bahasy alynýar.

Nusgalaryň gysylmagy boýunça berklik çägi (68-nji surat) şu formula boýunça hasaplanýlar:

$$R_g = F/A \text{ (MPa)},$$



68-nji surat. Gurluşyk materiallaryny gysylmaga synaglary geçirmek üçin gidrawlik presiň shemäsy:

1 – direg bölekleri, 2 – güýç ölçeýji enjam, 3 – plunžer, 4 – ýokary basyşly nasos, 5 – elektrik dwigatel, 6 – stanina

bu ýerde F – weýran ediji güýç; A – plastina bilen nusganyň degişýän üstüniň meýdany.

Nusgalaryň gysylmaga berklik boýunça çägi, alty sany nusgadan dört sany ýokary netijäniň orta arifmetik bahasy alynýar.

8-nji tablisa

Portlandsementiň markalary boýunça berkligi

Sementiň markasy	Berkligi, MPa	
	gysylmaga	egrelmäge
300	30	4,5
400	40	5,5
500	50	6,0
600	60	6,5

7.4.5. Sementiň külkeliginiň häsiýetlerine täsiri

Sementlerde dänejikleriň ölçegleri birmeňzeş bolmaýarlar we adaty sementlerde, dänejikleriň ululygy 0,5–60 *mkm* aralaykda üýtgeýär. Şol sebäpli sementleriň külkeligi, köplenç, massa görä, üst meýdany boýunça kesgitlenilýär. Adaty sementleriň külkeligi 2500–3000 sm^2/g töweregidir. Sement külkesiniň bölejiklerini mikroskopda synlanymyzda, ownuk fraksiýalaryň özbaşdak durup bilmän, 20 *mkm* we ondan uly ölçegdäki agregatlary (flokullary) emele getirýändiglerini göreris. Şol sebäpli gurak şertlerde alty aý saklanan sementiň işjeňligi 40 % töweregi peselýär. Bu bolsa taýýarlanan sementi derrew ulanmalydygyny aňladýar. Iri kärhanalar ammardaky sementi ulanmazdan oň täzeden owardýarlar (işjeňleşdirýärler).

Diýmek, sement külkesi elektrik deňagramlaşmadyk poli-dispers ulgam bolup, ondaky ownuk bölejikler, öz üst potensialyny peseltmäge ymytlyp, biri-birine ýakynlaşanlarynda, gowşak wan-der-waals güýçlerini döredýärler. Bu bolsa bölejikleriň ulalmagyna we sementiň reaksiýa mümkinçilikleriniň peselmegine getirýär.

Sementiň dispersliginiň artdyrylmagy, onuň işjeňliginiň (berkliginiň) ýokarlanmagyna getirýär. Çalt gataýan betonlarda 4000–5000 sm^2/g ölçegdäki sementler ulanylýar. Ýöne işjeňliginiň artmagy bien, ýokary dispers sementli betonlarda göwrüm kiçelmesi hem güýçli geçýär. Bu ýagdaýyň bolsa betonlarda jaýryklaryň emele gelmegine getirmegi mümkin. Sementiň dispersligi 6000 sm^2/g -dan geçende, betonyň berkligi peselip başlaýar, 20000 sm^2/g -da bolsa, beton gysylmaga ujypsyzja (1–2 *MPa*) garşylyk görkezýär. Häzire çenli munuň sebäbine anyk düşündirişler berilmeyär.

7.4.6. Sement daşynyň durnuklylygy

Inženerçilik desgalarynyň ulanylyşy döwründe, beton daşky gurşawyň dürli täsirlerine sezewar bolmagy mümkin: duzly topraklaryň täsiri; sulfatly suwlar; arassa suwlar; himiki işjeň

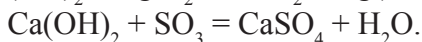
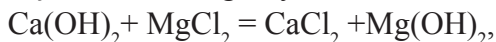
maddalaryň gurşawy; ýokary temperaturada işleýän beton we ş.m. Agressiw täsire durnukly dolduryjy saýlamak bolýar, ýöne sement daşynyň durnuklylygyny gazanmak has kyn.

Sement daşy, sementiň gidratlaşmagynyň gel (amorf) we kristal önümlerinden hem-de klinkeriň gidratlaşmadyk köp sanly garyndylaryndan ybarat. Gidrosilikatlar, esasan, gel görnüşinde gataýarlar, kalsiý gidroksidi bolsa, iri kristallary emele getirýär. Şeýle utgaşdyrylan gurluşy, sement daşynyň beýleki mateiallardan tapawutly häsiýetlerini kesgitleýär. Mysal üçin, gel düzüjileri sebäpli, betonyň howada girmegi, howada çişmegi, ýüklenen ýagdaýynda işleýşiniň aýratynlyklary we beýleki käbir häsiýetleri ýüze çykýar.

Suwlaryň we gazlaryň aggressiw täsiri sement daşynyň ilki bilen Ca(OH)_2 we $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ minerallaryna täsir edýärler. Agressiw maddalaryň köpdürlidigine garamazdan, olary üç görnüşe bölmek bolar: sement daşynyň suwda eremegi; suwdaky duzlaryň we kislotalaryň sement daşynyň komponentleri bilen täsirleşmegi; sulfatlaryň täsiri bilen betonyň çişip döwürmegi.

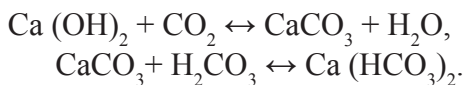
Korroziýanyň I görnüşinde kalsiniň ikili okisiniň Ca(OH)_2 suwda eremegi, onuň yzy bilen bolsa, beýleki gidrosilikatlaryň hem eremegi başlanýar. Sebäbi suwdaky hekiň mukdary deňagramly konsentrasiýadan (mineral esasly boldugyça, deňagramly konsentrasiýanyň görkezijisi ýokary bolýar) pes bolsa, gidrosilikatlaryň dargamagyna alyp barýar.

Korroziýanyň II görnüşinde suwdaky duzlar (esasan, hlorly we kükürtli duzlar) we güýçli kislotalar (HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , SO_3 we beýlekiler) betonyň düzümindäki Ca(OH)_2 bilen täsirleşip, suwda aňsat ereýän birleşmeleri emele getirýärler:

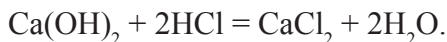


Bu reaksiýalarda emele gelyän kalsiniň duzlary suwda aňsatlyk bilen ereýärler.

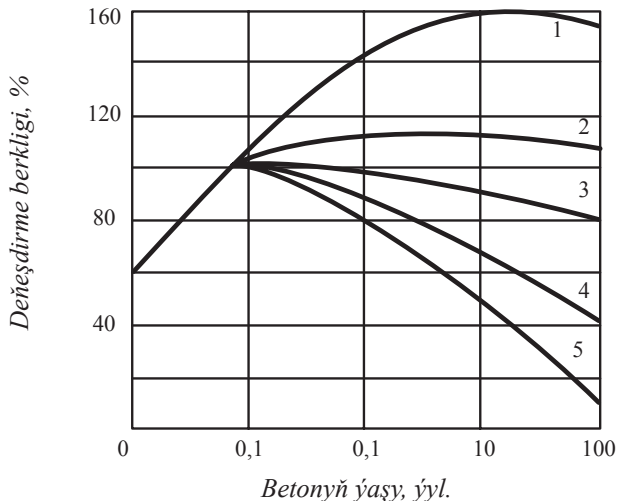
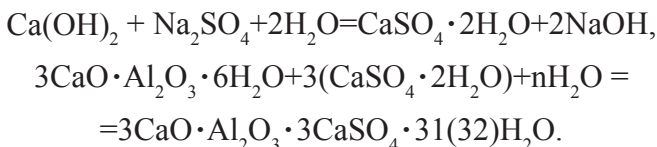
Kömürturşy gazly suwlar (CO_2 we H_2CO_3), kalsiý gidroksidi Ca(OH)_2 bilen iki tapgyrda täsirleşip, suwda aňsat ereýän kalsiý bikarbonatyny emele getirýärler:



Portlandsement betony üçin beýleki kislotalar hem zyýanlydyr, meselem, duz kislotasy betonyň örän tiz zaýalanmagyna getirýär:



Korroziýanyň III görnüşinde suwuň düzümindäki sulfat ionlary, kalsiý gidroalýuminatlary bien täsirleşende, suwuň köp mukdaryny özüne çekýändigine sebäpli, onuň göwrümi 2,86 esse artýar we betonda içki dartgynlyklary emele getirýär. Bu proses iki basgançakly geçýär:



69-njy surat. Betonyň uzak ömürliliginiň egrisi:

1 – çygly gurşawda; 2 – howa gurşawynda; 3, 4, 5 – dürli görnüşli turşy korrozion gurşawda

7.4.7. Portlandsementiň görnüşleri

Çalt gataýan portlandsement, öň belleýşimiz ýaly, alitalýuminat sementler bolup, C_3S -iň we C_3A -nyň ýokary mukdary (ikisiniň jemi 65–70%) bilen, şeýle hem owradylyşynyň ownuklygy ($3500–4000\text{ sm}^2/\text{g}$) bilen tapawutlanýar.

Has çalt gataýan sementlerde C_3S -iň we C_3A -nyň mukdary has hem (ikisiniň jemi 75%) artdyrylyp, dispersligi $4000–4500\text{ sm}^2/\text{g}$ töweregi bolýar. Bu sementler, önümçiligi has intensiwleşdirmäge mümkinçilik döredýärler.

Sulfata durnukly portlandsementde C_3S 50%, C_3A 5% bilen çäklendirilýär. Bu sementler, esasan, deňiz suwlarynda işleýän betonlarda ulanylýar.

Ak we reňkli portlandsementleriň çig mallary arassa hekdaşy we ak toýunlardyr. Bu sementler külsüz ýangyçda (gazda) bişirilýär. Ak sementlere aşgarlara we ýagtylyga durnukly pigmentleri goşup, reňkli portlandsementler alynýar.

Giňelýän we öz-özünden dartgynlanýan sementler, toýunýer sementi bilen gipsiň düzümindäki komponentleriň täsirleşmegi netijesinde, ettringitiň emele gelip, adsorbirlenýän suwuň hasabyna göwrüminiň artýandygy sebäpli, betonyň içki dartgynlyklary döreyär. Portlandsement, bu garyndy sementleriň berkligini ýokarlandyrmak üçin we toýunýer sementini tygşytlamak üçin goşulýar. Toýunýer sementiniň we gipsiň mukdary kesgitlenende, betonyň göwrümi giňelmegi bilen bilelikde, dartgynlyklaryň aşa ýokary bolmazlygy göz önünde tutulýar.

Bu sementleri 80°C -dan ýokary temperaturalarda ulanmak maslahat berilmeýär. Sebäbi gyzgyn gurşawda ettringitiň düzümindäki kristallaşan suwlaryň degidratasiýasy başlanmagy mümkin.

Türkmenistanyň Garaşsyzlygyny gazanany bäri öňki işleýän bir zawodyň üstesine, häzirki zaman tehnologiýalaryna laýyklykda üç sany uly zawod gurlup, ulanylmaga berildi. Olar Bäherden etrabyndaky (Keletede ýerleşýän) sement zawody, Balkanabatdaky (Jebelde ýerleşýän) sement zawody we Lebap welaýatynyň Köýtendag etrabynda ýerleşýän sement zawodlardyr. Bu zawodlaryň her birinde, ýylda 1mln tonna sement öndürmäge niýetlenendir. Lebap welaýatyndaky sement zawodynda sulfata durnukly sementiň önümçiligi hem ýola goýulýar.

8.1. Betonlaryň dolduryjylary

Betonlaryň dolduryjylary düzümi boýunça organiki we organiki däl, emele gelşi boýunça tebigy we emeli, daş görnüşi boýunça däne-li, külke, fibrosüýümlü we ş.m., dykzlygy boýunça dykz we öýjüklü, berkidiji bilen özara täsiri boýunça işjeň we işjeň däl görnüşlerde bolýarlar.

Dolduryjylar önümçilik şertlerinde döwmek we owratmak, fraksiýalara bölmek, ýuwmak, guratmak, bişirmek we başga kesgitlenen işleri ýerine ýetirmegiň netijesinde taýýarlanylýar. Dolduryjylary döwmek we owratmak birmeňzeş bölejikleri almak üçin, olaryň işjeňligini ýokarlandyrmak üçin, üst meýdanyny artdyrmak üçin ýerine ýetirilýär.

Çägeleriň we çagyllaryň düzümindäki toýunsow we tozany garyndylar dolduryjy bilen berkidijiniň arasyndaky baglanyşygy gowşadýarlar. Şol sebäpli olary suw bilen ýuwup aýyrmaklyga uly üns berilýär. Dolduryjylary owratmak ýa-da ýuwmak, köplenç, fraksiýalara bölmek bilen bilelikde ýerine ýetirilýär.

Betonlaryň göwrümünde dolduryjy komponentiň mukdary 95%-e çenli ýetýär. Esasan, organiki däl dolduryjylar (has hem betonlaryň we asfaltbetonlaryň önümçiliginde) ulanylýar. Mineral dolduryjylar dag jynslarynyň ýataklaryndan çäge, ýylmanak çagyl (grawiý), burçlak çagyl (şeben) görnüşlerinde alynýar. Tebigy dolduryjylardan başga, emeli dolduryjylar hem ulanylýar. Olar toýun we beýleki mineral çig mallaryny bişirmek arkaly taýýarlanylýar.

Dolduryjylar ownuk we iri görnüşlerde bolýarlar, ownuk dolduryjyda dänäniň iriligi 5 mm-e çenli bolýar. Olarda 5 mm-lik elekde galýan çägäniň mukdary 5%-den köp bolmaly däl. Iri dolduryjynyň

ähli däneleri 5 mm-den uly bolýar. Dolduryjynyň has iri däneleriniň ululygy 70 mm bilen çäklendirilýär.

Dolduryjylaryň däneleriniň ölçegi standart elekleriň kömegi bilen kesgitlenilýär. Iň iri elegiň gözi 70 mm, ownuk fraksiýalaryň gözleri 0,14 mm, käte, ondan hem kiçi bolýar. Fraksiýalaryň düzümi dogry saýlananda, boşluklaryň iň az derejesi üpjün edilýär.

Ownuk dolduryjylara tebigy we emeli çägeler degişli. Çägelerde toýunlar, tozanly fraksiýalar, kükürtli birleşmeler, slýudalar we organiki galyndylar çäklendirilýär. Her bir beton üçin zyýanly garyndylaryň kesgitli çägi belleniýär. Käte, birmeňzeşligini gazanmak üçin çäge birnäçe fraksiýalara bölünýär.

Iri doduryjylar ýylmanan (grawiý) we burçlak (şeben), iriligi 5–70 mm aralygyndaky çagyllar. Bularyň ikisi hem tebigy bolup bilýär, ýöne «şeben» diýlende, emeli döwlen daş göz önünde tutulýar. Onuň berkidiji bilen baglanyşygy grawiniňkiden has ýokary bolýar. Şebeniň iň amatly görnüşi kub we tetraedr görnüşleri. Çagyllaryň plastina we iňne şekilli gowşak görnüşleri 10-15 %-den köp bolmaly däl.

Iriligi boýunça çagyllar 5–10, 10–20, 20–40, 40–70 mm-lik fraksiýalara bölünýärler. Betonyň dolduryjylarynyň ölçegleri konstruksiýanyň aýratynlyklary bilen çäklendirilmegi mümkin. Mysal üçin, demirbetonda, däneleriň ululygy armaturanyň sterženleriniň aralygynyň 3/4-nden, plitanyň galyňlygynyň 1/2-nden geçmeli däl.

Çagyl önümçiliginiň esasy çig mallary magmatik (granit, gabbro, diabaz, bazalt) we çökünci (hekdaşy, dolomit) dag jynslarydyr.

Ýeňil dolduryjylar hem tebigy we emeli görnüşlerde bolýarlar. Tebigy ýeňil dolduryjylar öýjüklü dag jynslaryny (öýjüklü hekdaşlar, balykgulak-hekdaşlar, wulkan tuflary we beýleki dag jynslary) owradylyp taýýarlanylýar. Emeli ýeňil dolduryjylaryň önümçiliginde alýumosilikatly çig mallary bişirmek arkaly keramzit, agloporit, şungizit, wakulit, çişirilen perlit we beýleki öýjüklü materiallar taýýarlanylýar. Olaryň sepeleme dykzlygy 250–1100 kg/m³ aralygynda bolýar. Türkmenistanda keramzit öndürilýän zawodlaryň birnäçesi

işleýär. Keramzit ýeňil ereýän toýun 1200°C töwereginde bişirilende, gazlaryň bölünip çykmagy sebäpli çagyllaryň çişmegi bilen emele gelýär.

8.2. Betonlaryň görnüşleri

Betonlaryň ortaça dykzlygy dolduryjynyň görnüşine we belli bir mukdarda sement daşynyň öýjükliligine baglydyr. Has agyr betonlar demir magdanly, çöýun galyndyly, polat böleklil dolduryjylar ulanylyp taýýarlanylýar. Bu betonlaryň dykzlygy 2500 kg/m^3 -den ýokarda bolýar we ýörite maksatlar üçin az mukdarda öndürilýär. Agyr betonlaryň ortaça dykzlygy $1800\text{-}2500 \text{ kg/m}^3$ bolup, dolduryjlary dykz dag jynslarydyr (granit, diabaz, hekdaşy we başg.). Ýeňil betonlaryň ortaça dykzlygy $500\text{--}1800 \text{ kg/m}^3$ aralykda bolup, olaryň dolduryjlary keramzit, agloporit, pemza, tuf ýaly öýjüklil dag jynslarydyr. Has ýeňil betonlaryň (ýylylyk geçirmeýän betonlaryň) dykzlygy 500 kg/m^3 -e çenli bolup, olara öýjüklil betonlar diýilýär.

Betondaky çagyl däneleriniň ölçegleri 5 mm -e çenli bolsa, çäge betonlary, 10 mm -e çenli bolsa ownuk däneli betonlar, 10 mm -den iri däneler bar bolsa iri däneli betonlar diýilýär.

Niýetlenilişi boýunça betonlar konstruksiýa, gidrotehniki, ýol betonlary, ýörite betonlar we ş.m. görnüşlere bölünýärler. Betonlaryň her bir görnüşiniň özüne mahsus bolan aýratynlyklary bolýar: gidrotehniki beton örän dykz, suw geçirmeýän, doňaklyga, korroziýa durnukly bolsa, ýaşayyş jaýlarynyň betony berkligidin başga, pes ýylylyk geçiriji, ses geçirmeýän we ş.m. häsiýetli; ýol betonlary doňaklyga durnuklylykdan başga, ýükleriň dinamiki täsirine, çylşyrymly klimat şertlerinde awtomobil tekerleriniň astynda iýilmäge durnukly bolmalydyr.

TDS boýunça betonlaryň hiliniň esasy görkezijisi, 15 sm gapyrgasy bolan nusga-kublaryň bir okda gysylmagyndaky berklik çäginin B klaslar boýunça bölünmegi ýa-da $15 \times 30 \text{ sm}$ ölçegdäki silindr nusganyň gysylmaga berklik çäğine baglylykda, C klaslar boýunça bölünmegi boýunça kesgitlenilýär. Bu iki klasnyň görkezijileri standart

boýunça kepillik üpjünçiligi bilen kabul edilýär. Betonyň markasy gysylmaga berkliginiň ortaça görkezijileri boýunça kadalaşdyrylýar: M50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700 we 800.

Beton kublarynyň gysylmaga berkligi boýunça 19 klasy kesgitlemek bolýar we *MPa*-da aňladylýar (*B* 1-den *B* 60-a, *C* 0,8-den *C* 55-e çenli). Betonlaryň markalary *kg/m²*-da aňladylýar: 15-den (öýjükli betonlarda) 600-e (agyr betonlarda) çenli, käte, ondan hem ýokary bolup bilýär. Öň belleýşimiz ýaly, esasy görkeziji hökmünde klaslar ulanylýar, ýöne markalary ulanmaga hem rugsat berilýär.

Betonyň doňaklyga durnuklylygy boýunça markalar: F 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500. Markada görkezilen sikleriň sany boýunça -15–20°C we +15–+20°C temperaturada berkligini 15%-den köp peselden betonlar, markasyna gabat gelmedi diýlip hasaplanylýar.

Betonyň suw geçirmezlik häsiýeti boýunça markalary: W 2, W 4, W 6, W 8, W 10, W 12. Betonyň suw geçirmezligi, galyňlygy 15 *sm* bolan silindr görnüşli nusga $2 \cdot 10^5$ -den $12 \cdot 10^5$ *Pa* aralykdaky gidrostatik basyş bilen täsir edilip barlanylýar.

Betonlaryň düýpli ýetmezçiligi, olaryň süýnmäge we egrelmäge pes işlemegidir. Süýnmäge garşylygynyň ululygy, gysylmaga garşylygyndan 12–15 esse pes bolýar.

8.3. Agyr (adaty) betonlar

8.3.1. Düzüm materiallary

Sementiň görnüşi saýlanylanda, konstruksiýanyň aýratynlyklary we kadalaşdyryjy resminamalaryň maslahatlary göz önünde tutulýar. Mysal üçin, howaly-gurak gurşawda işleýän senagat binalarynda we inženerçilik desgalarynda, ýokary alitli portlandsement ulanylýar. Eger bu konstruksiýalarda massiw elementler bar bolsa, onda ýylylyk dartgynlyklarynyň önüni almak üçin az alitli betonlaryň ulanylmagy mümkindir. Eger konstruksiýa deňiz suwunda ýa-da başga minerally suwlarda işleýän bolsa, onda az alýuminatly, sulfata durnukly se-

mentler saýlanylýar. Başga maksatlar üçin niýetlenilýän betonlarda hem sement saýlanylanda, şular ýaly şertler göz önünde tutulýar.

Sementiň markasy saýlanylanda, betondan talap edilýän berklik we berkidijiniň minimal sarp edilişi göz önünde tutulýar. Berkidijiniň artykmaç sarp edilmegi betonyň gymmatlamagyna getirýär we girme deformasiýalarynyň artmagy sebäpli, jaýrylmaga durnuklylygyny peseldýär. Köplenç, sementiň markasy betonyňkydan 10–40 % ýokary saýlanyp alynýar.

Betonlarda suwuň hiline berk talaplar bildirilýär. Suwda erän duzlaryň, organiki maddalaryň mukdary çäklendirilýär, nebit önümleriniň garyndylaryna ýol berilmeýär. Suwuň wodorod görkezijisi pH 4-den pes, 12,5-den ýokary bolmaly däl. Agyz suwlary beton işleri üçin ýaramlydyr.

8.3.2. Betonyň düzümini kesgitlemek

Betonyň düzümini taslamagyň birnäçe usullary işlenilip düzülde we bu meseläni ýeňilleşdirýän resmi gollanmalardan peýdalanmak bolýar. Her bir gezek taslamanyň saýlanan usuly, kabul edilen tehnologiýada, betonyň optimal düzümini üpjün etmelidir. Betonyň düzümi kesgitlenende, sementiň minimal çägi, sement-suw gatnaşygy, betonyň hereketlenişi ýaly esasy talaplardan ugur alynýar. Sementiň minimal çägi, beton konstruksiýalary üçin 200 kg/m^3 -e, demirbeton konstruksiýalary üçin 220 kg/m^3 -e deň. Sement-suw gatnaşygynda, sementdäki işjeň minerallaryň gidratlaşmagyny üpjün etmek bilen, suwuň mümkin boldugyça az mukdaryny ulanmalydyr.

Betonyň düzümi nominal we önümçilik görnüşlerinde görkezilýär. Nominal düzüminde çagyl we çäge gury halynda hasaba alynýar. Önümçilik düzüminde çagylyň we çägäniň hakyky çyglylygy göz önünde tutulýar. Suwuň bu mukdary harçlanýan suwuň mukdaryndan aýrylýar we zawodlarda dolduryjylaryň massasy bilen hasaplanylýar.

Betonyň taslamasy üç tapgyrdan ybaratdyr. Birinji tapgyrda, deslapky materiallar saýlanylýar. Materiallaryň görnüşi betonyň

markasyna, konstruksiýanyň görnüşine we ulanylyş şertlerine baglylykda saýlanýar. Ikinji tapgyrda, hasaplamalaryň we tejribeleriň kömegi bilen materiallaryň mukdar gatnaşygy kesgitlenilýär. Bu örän çylşyrymly mesele bolup, anyk we kanunalaýyk usullardan peýdalanyp, diňe bir häsiýetleri boýunça däl-de, optimal gurluşy boýunça hem kepillendirilen betony almak zerurdyr. Üçünji tapgyrda, barlag üçin garyndylary ýasamak we beton garyndysynyň doly tehniki häsiýetnamasyny taýýarlamak göz önünde tutulýar.

8.4. Ýeňil betonlar

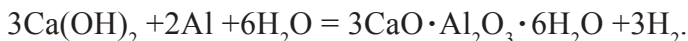
Öýjükli dolduryjylardan ybarat ýeňil betonlaryň ulanylyşy barha artýar. Ýeňil betonlardan taýýarlanylýan konstruksiýalar, binalaryň ýylylyk-tehniki we akustiki häsiýetlerini ýokarlandyrmaga, olaryň agramyny azaltmaga mümkinçilik berýärler.

Betonlaryň ortaça dykzlygy 1800 kg/m^3 -den ýokary bolmasa, olara ýeňil betonlar diýilýär. Olaryň massasynyň peseldilmegi ýeňil dolduryjylaryň (meselem, keramzitiň) ulanylmagy bilen ýa-da berkidiji böleginiň öýjüklendirilmegi bilen baglydyr.

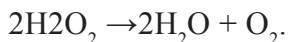
Gysylmaga berklik çägi boýunça konstruksiýa ýeňil betonlar *B* 2-den *B* 40-a çenli klaslara ýa-da *M* 20-den *M* 500-e çenli markalara bölünýärler. Ýylylyk geçirmeýän betonlar *B* 0,35; *B* 0,75; we *B* 1 klaslara bölünýärler. Ortaça dykzlygy boýunça ýeňil betonlaryň markalary: *D* 200; *D* 300; ... *D* 1800.

Konstruksiýa ýeňil betonlarda esasy ulanylýan dolduryjy keramzittir, ol aňsat erezýän toýynlary daneläp bişirmek arkaly öndürilýär.

Gazbetonda, öýjükli material dolduryjy däl-de berkidiji bölekdir. Bu betonyň gaz emele getirijisi alýuminiý külkesi, ol kalsiý gidroksidi bilen reaksiýa girişip, wodorod molekularynyň bölünip çykmagyna getirýär:



Alýuminiý külkesinden başga, gaz emele getiriji hökmünde pergidroly ulanmak bolýar. Aşgar gurşawda pergidrol kislorodyň molekularyny bölüp çykarýar:



Agyr betonlaryň ýylylyk geçirijiligi 1,25–1,55 *Wt/(mK)* aralykda, konstruksiön ýeňil betonlaryňky 0,6–0,8 *Wt/(mK)* aralykda, ýylylyk geçirmeýän betonlarynyňky bolsa, 0,20 *Wt/(mK)*-e çenli bolýar.

8.5. Beton garyndysyny taýýarlamak

Betonyň taslanan nominal düzümi, önümleri we konstruksiýalary taýýarlamak üçin zawoda tabşyrylýar. Beton zawodynda berlen düzüme laýyklykda, materiallar massasy (käte, göwrümi) boýunça dozalanýar. Materiallar porsiyalanyp, mejburi ýa-da grawitasion usulda beton garýan maşynlara iberilýär. Betonyň herekerilenişi pes boldugyça, şonça-da mejburi usulda garýan maşynlary ulanmak maksadalaýyk bolýar. Taýyn betonyň göwrümi, komponentleriň umumy göwrüminiň 0,55-0,75 bölegine deň bolýar.

Beton önümçiliginde, betonyň ideginiň ähmiýeti uludyr. Täze betonda suwuň mukdary gidratasiýa üçin zerur bolan mukdardan artykmaç bolýar. Ýöne, önümçilik şertlerinde, öňünden ýörite çäreler görülmese, suwuň köp bölegi bugarmak arkaly betonyň düzüminden aýrylýar. Şol sebäpli, täze betonyň guramagynyň önüni almak zerur. Häzirki döwürde, betonyň ideginiň tehnologiýalary işlenilip düzüldi. Täze betonyň ýokary çyglylygyny saklamak üçin betony suwarmak, ýörite örtgüler bilen örtmek ýaly usullar giňden ulanylýar.

Önümçilik şertlerinde beton garyndysynyň esasy häsiýetnamalaryny gözegçilikde saklamak zerur. Betonyň içki sürtülme häsiýetlerini ýüze çykarýan häsiýetnamalaryna, betonyň hereketlenişi we gatylygy degişli. Eger şu häsiýetler berlen çäklerde saklanylsa, önümiň taýýarlanylýşynyň tehnologik prosesi kadaly we zaýasyz bolar.

9.1. Umumy maglumatlar

Demirbeton–toplumly gurluşyk materialy bolup, beton bilen polat armatura özara baglanyşyp, daşky ýüke garşy bitewi ulgam görnüşinde işleýär. Betonyň, beýleki daş materiallarynyňky ýaly, üzülmäge bolan garşylygy, gysylmaga garşylygyndan 12–15 esse gowşak bolýar. Demirbeton konstruksiýalarynda polat armatura, erkin ýagdaýda ýa-da süýndürilip, dartgynly ýagdaýda ýerleşdirilýär. Dartylýan armatura maýyşgak deformasiýanyň çäklerinde (akyjylyk çäginin 85-90 %-de) ýerleşip, dartyýan gurallar goýberilenden soňra, deformirlenmedik ýagdaýyna dolanmaga ymtylýar we töweregindäki betonyň gysylmagyna getirýär. Armaturanyň gysmagy, betonyň süýnmäge we egrelmäge durnuklylygyny artdyrýar, bu bolsa bitewi konstruksiýanyň berkligini artdyrýar.

Armaturanyň dartylmagy, mehaniki, termik we termomehaniki usullar bilen ýerine ýetirilýär. Mehaniki usulda, armatura domkratlar bilen süýndürilýär, termik usulda, armatura elektrik togunyň täsiri bilen gyzdrylmagy sebäpli, termik giňelmäniň hasabyna uzalýar, termomehaniki usulda, armatura, ilki, gyzdrylyp, soňra domkratlar arkaly süýndürilýär.

Giňelýän beton ulanmak arkaly armaturanyň dartylmagyna, himiki usul diýilýär. Ýörite enjamlar ulanylmaýandygy sebäpli, ykdysady tarapdan bu usul amatly bolýar. Bu betonlar toýunýer sementiniň esasynda taýýarlanylýar.

Demirbeton önümleri we konstruksiýalary monolit, gurnama we gurnama-monolit demirbetondan taýýarlanylýar. Monolitler gurluşyk ýerlerinde galyplara betonlanylýar, gurnamalar zawodlarda taýýarlanylýp, gurnamak üçin gurluşyk meýdançasyna getirilýär. Ýyl-ýyldan gurnama-monolit demirbetonyň ulanylyşy artýar. Bu usulda, iki görnüş amatly utgaşdyrylýar, ýagny gurnama demirbeton şol bir wagtyň özünde monolit demirbeton üçin özboluşly galyp bolup hyz-

mat edýär, ol hem öz gezeginde zerur bolan giňişlik gatylygyny üpjün edýär. Bu konstruksiýalaryň ulanylmagy, agyr we dinamiki ýüklerde, seýsmik zolaklarda, elektrostansiýalarda we ş.m. şertlerde işleýän binalarda we desgalarda has maksadalaýykdyr.

Demirbeton üçin diňe agyr beton däl-de, ýeňil, şol sanda öýjüklü betonlar hem ulanylýar. Olar portlandsementiň, käte, beýleki berkidişleriň esasynda taýýarlanylýp, bitewi we boşlukly görnüşlerde ýerine ýetirilýär.

Demirbeton häzirkä döwürüň düýpli gurluşygynda esasy material bolmagynda galýar, demirbetonyň nazaryýeti bolsa, gitdigiçe ösdürilýär. Bu nazaryýetiň asyl düzgüni, konstruksiýada betonyň we polat armaturanyň bilelikde işlemegidir. Onuň şu esaslary bardyr: poladyň we betonyň deňräk giňelme koeffisiýentleri ($10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$) bolýar; bularyň arasynda berk baglanyşyk, armaturanyň betonyň içinde süýşmezligini üpjün edýär; 0,3 mm-e çenli jaýryklar döwründe hem, betonyň aşgar gurşawy, polat armaturany korroziýadan ygtybarly gorýar. Armaturanyň beton bilen baglanyşygyny güýçlendirmek üçin, sterženleriň uçlary egredilýär, olaryň profili riflenilýär, dürli görnüşli ankerler ulanylýar.

9.2. Demirbetonyň asyl materiallary

Gurnama demirbeton üçin, *B 15*, *B 20* betonlaryň, dartgynly armirlenen konstruksiýalar üçin, *B 45*, *B 50* betonlaryň ulanylmagy maslahat berilýär. Dartgynly elementlerde ulanylýan armaturalaryň berkligi adaty armaturalaryňkydan ýokary bolýar. Deslapky dartgynlandyrylan betonlar üçin, tehnologik prosesi tizleşdirmek üçin, çalt gataýan we has çalt gataýan berkidişler ulanylýar.

Demirbeton konstruksiýalary, esasan, steržen we sim görnüşindäki polat armaturalar bilen armirlenilýär (*9-njy tablisa*). Steržen armaturalary, taýýarlanylşy boýunça gyzygyn sozulýan (prokat), termik we sowuk berkidilen, profili boýunça, periodik profilli (riflenen) hem-de ýylmanak görnüşlerde bolýarlar. Gyzygyn sozulýan armatura mehaniki häsiýetleri boýunça A-I (ýylmanak), A-II, A-III, A-IV we A-V (riflenen) klaslara bölünýär. Sterženleriň diametri 6–80 mm aralykda bolýar. Sowuklygyna çekilýän simler we armaturalar hem

ýylmanak (B-I, B-II) we riflenen (Bp-I, Bp-II) görnüşlerde öndürilýär. Gurluşynda zarplanmak (наклёп) bolup geçýändigini sebäpli, bu armaturalaryň berkligi we gatylygy ýokarlanyp, süýgeşik häsiýetleri peselýär (portlugy artýar).

9-njy tablica

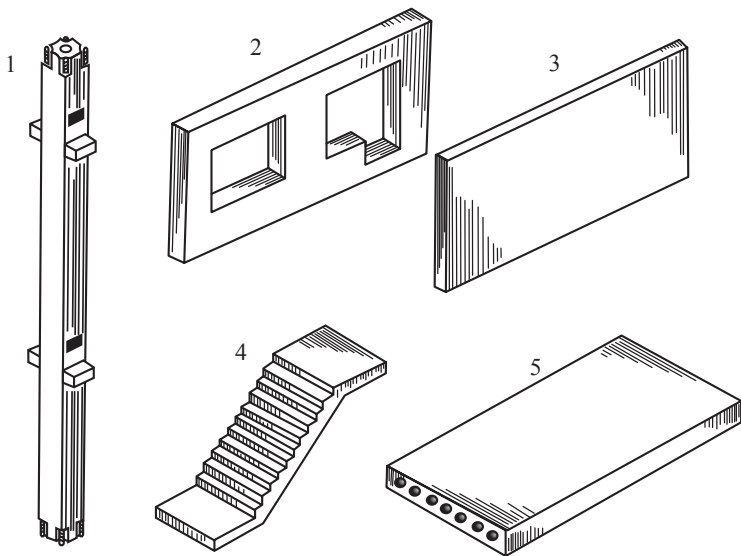
Polat armaturalaryň häsiýetnamalary

Armaturanyň klasy	Poladyň markasy	Diametri, mm	Normativ görkezijiler	
			Akyjlyk çägi, MPa, azyndan	Ýolunmaga wagtlaýyn garşylygy, MPa, azyndan
A-I	Ст.3сп3	6-40	240	-
A-II	ВСт5сп2	10-40	300	-
	10ГТ	10-32	300	-
A-III	35ГС	6-40	400	-
	25Г2С	10-22	400	-
A-IV	80С	10-18	600	-
	20ХГ2Ц	10-22	600	-
A-V	23Х2Г2Т	10-22	800	-
A-IV	-	10-25	600	-
A-V	-	10-25	800	-
A-VI	-	10-25	1000	-
B-I	-	3-5	-	550
Bp-I	-	3-5	-	500-525
B-II	-	3-8	-	1400-1900
Bp-II	-	3-8	-	1300-1800

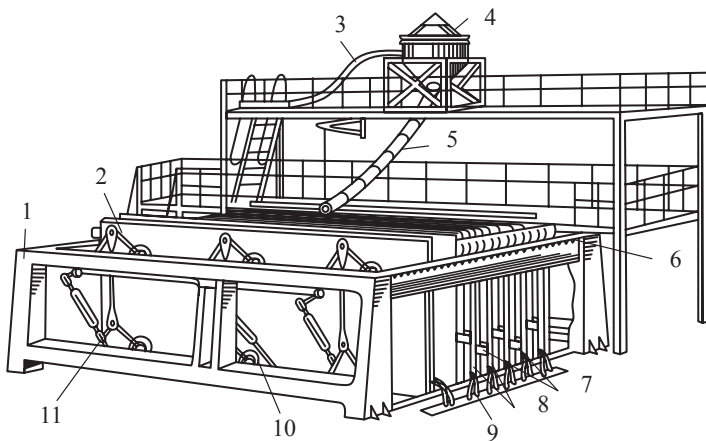
Köp ýurtlarda (ABŞ, Ýaponiýa, Germaniýa, Angliýa, Fransiýa, Finlýandiýa) metal däl armaturanyň ulanylyşy artýar. Bu armaturalar aýnplastika, uglerod, bor ýaly materiallaryň süýümlerinden öndürilýär.

9.3. Gurnama demirbeton önümlerini taýýarlamagyň tehnologik shemalary

Gurnama gurluşyk üçin demirbeton önümleri (70-nji surat) gozganmaýan galyplarda stend we kasseta tehnologiýasy boýunça, gozganýan galyplarda akym-agregat hem-de konweýer tehnologiýasy boýunça öndürilýär.



70-nji surat. Gurnama demirbeton konstruksiýalary:
 1 – sütün; 2 – daşarky panel; 3 – içerki panel; 4 – merdiwan;
 5 – boşlukly örtgi paneli

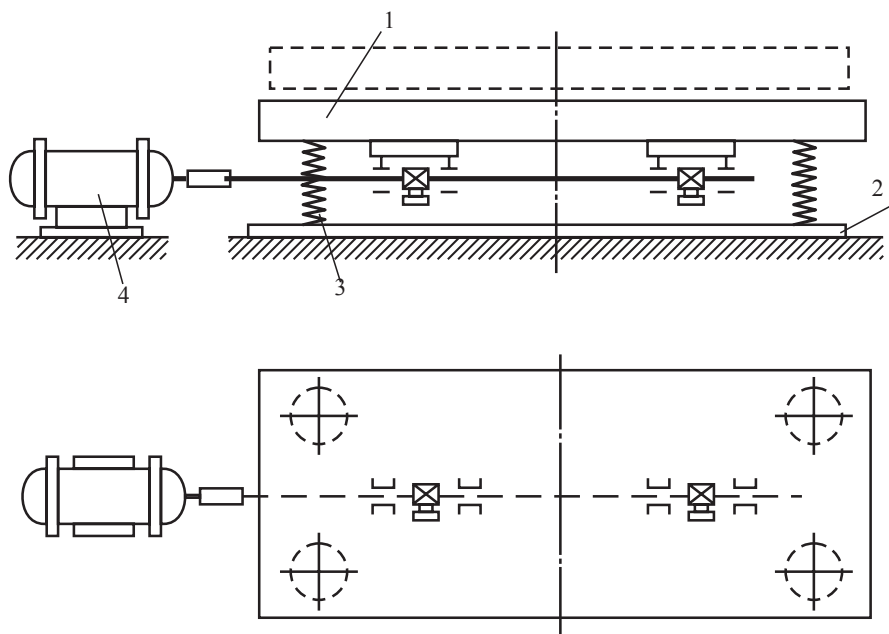


71-nji surat. Kassetada görnüş beriji maşyn:
 1 – rama; 2 – kassetany gysmak üçin diregler; 3 – beton garyndysynyň howa ýoly
 (pnewmotransporty) üçin beton geçiriji; 4 – siklon; 5 – çäýe şlang; 6 – rolikli direg-
 ler; 7 – asma wibratolar; 8 – kassetanyň dik diwary; 9 – bug geçiriji; 10 – direg
 ryçaglarynyň priwody üçin gidrosilindr; 11 – kassetany gurnamak we sökmek üçin
 ryçaglar ulgamy

Stend tehnologiýasy. Stend tekiz meýdança bolup, onda dürli konfigurasiýaly galyplar oturdylýar. Önüm, ähli önümçilik sikliniň dowamynda şol bir ýerde durýar. Şol wagtyň özünde, armatura oturdyýan, beton guýýan, dykzylandyryýan enjamlar ol galypdan, beýleki galyba geçýärler.

Stend usuly uly ölçegli demirbeton önümleri taýýarlanylanda we kassetalarda, ýokary ykdysady görkezijileri berýär.

Kassetalarda önüm öndürilende, stend usulynyň ähmiýeti has ýokary bolýar. Bu usulda, önümler dikligine galyplarda-kassetalarda taýýarlanylýar. Kasseta desgasynda ýuka diwarly önümleriň önümçiliginiň dolulygyna sikli, ýagny armatura goýmak, beton guýmak we gatatmak işleri ýerine ýetirilýär (71-nji surat). Bu maksatlar üçin kasseta desgasy silkeleýji enjamlar we bug bilen gyzdyryjy ýa-da elektrik gyzdyryjy enjamlar bilen üpjün edilýär.



72-nji surat. Silkeleýji meýdança:

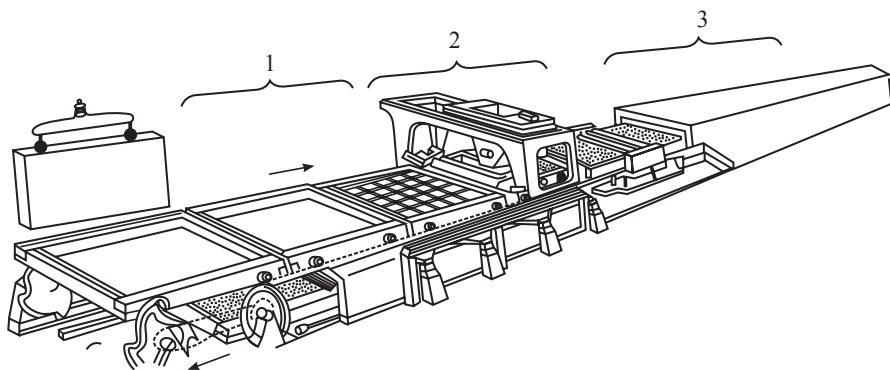
1 – platforma; 2 – esas; 3 – pružin; 4 – elektrik motor

Akym-agregat usulynda önüm taýýarlamak üçin galyby (formany) arassalamak, ýaglamak, armaturany oturtmak we beton garyndysyny guýmak, dykzlandyrmak, gatatmak hem-de galypdan aýyrmak işleri, tehnologik akymy emele getirýän ýörite bölümlerde ýerine ýetirilýär. Önüm galyby bilen kranyň ýa-da telferiň kömegi bilen, her bir işiň dowamlylygyna baglylykda, wagtyň dürli dowamlylygy bilen, bir bölümden indiki bölüme geçip barýar.

Bu usulyň artykmaçlygy, biraz çykdajy bilen önümiň başga görnüşlerine geçip bolýanlygy. Şol sebäpli, akym-agregat usuly giň nomenklatura boýunça önüm öndürilende ykdysady taýdan has amatly bolýar.

Hereketli galyplarda görnüş bermeklik, esasan, silkeleýji meýdançalarda ýerine ýetirilýär (72-nji surat). Has hem gaty (pes hereketli) betonlarda silkelemegiň ähmiýeti uludyr.

Konweýer usuly akym usulynyň kämilleşdirilen görnüşi bolup, esasy işleri mehanizmlaşdirmäge we awtomatlaşdyrmaga mümkinçilikleri döredýär. Bu usul uly zawodlarda birmeňzeş önümler öndürilende amatly bolýar. Ikgat maşynlarda has ýokary netijeler gazanylýar (73-nji surat).



73-nji surat. Gurnama demirbeton önümlerini taýýarlamak üçin ikgat maşyn:

1 – galyplary taýýarlamak we armaturalary oturtmak üçin bölüm;
2 – görnüş berilýän bölüm; 3 – ýylylyk bilen işlenýän kamera

9.4. Monolit demirbetonyň tehnologiýasy

Monolit beton we demirbeton konstruksiýalarynyň önümçiligi, gurluşygyň senagatlaşdyrylan usullary ulanylanda, ykdysady taýdan amatly bolýar.

Monolit demirbetonyň aýratynlygy, galyby gurnamak, galypda armaturany düzmek we betony guýmak, garyndyny dykzlandyrmak, betony gatatmak hem gözegçilik etmek ýaly ähli tehnologik işleriň, gurluşyk ýerinde ýerine ýetirilýänligindedir.

Beton garyndysy, işlenilýän ýerine özi düşürýän awtoulaglar bilen, uly aralyklara bolsa awtobetongaryjylar bilen daşalýar.

Soňky ýyllarda, monolit betondan konstruksiýalary we desgalary öndürmeklik has kämilleşdirilýär: köp gezek ulanyp bolýan (100 we ondan köp) stasionar, aýrylyp goýulýan galyplar ulanylýar; beton, armatura önümleri (karkaslar, torlar) ýörite zawodlarda taýýarlanylýar we gurluşyk meýdançasyna ulag bilen getirilýär; beton garyndysyny guýmak we dykzlandyrmak – beton nasoslarynyň hem-de dürli görnüşli elektrik silkeleýjileriň kömegi bilen mehanizirlenen usulda amala aşyrylýar.

Gurnama-monolit demirbeton konstruksiýalar ulanylanda, galyp bolup hyzmat edýän gurnama demirbeton elementleri ýerleşdirilýär, soňra betonlanýar. Bellenen talaplar ýerine ýetirilende, gurnama we monolit betonyň sepleşmegi üpjün edilýär, olar konstruksiýa ýüklenende bilelikde işleýärler. Bu usul galypdan ýüz öwürmäge we monolit konstruksiýalar bilen deňeşdirilende, işleri tizleşdirmäge mümkinçilik berýär. Gurnama-monolit konstruksiýalar, gurnamalardan monolitligiň ýokarylygy we sepleri gurnamaklygyň ýönekeýligi bilen tapawutlanýarlar, ýöne taýýarlamaklygyň gurnalyşy hem-de zähmeti köp talap edýänligi boýunça olardan yza galýarlar. Olary aýratyn ýokary ýüklenmeli desgalarda, haçanda gurnama konstruksiýalar has agyr, tagaşyksyz bolup, ýörite enjamlaşdyrylyşy talap edenlerinde ulanmak maksadalaýyk bolýar.

10.1. Umumy maglumatlar

Gurluşyk erginleriniň düzümi berkidijiden, suwdan we çägeden ybarat. Olaryň betonlardan esasy tapawudy, iri dolduryjylaryň ulanylmayanlygydyr. Iri dolduryjynyň ýoklugy, gurluşyk erginleriniň betonlardan tapawutly mahsus häsiýetlerini (mysal üçin, süýgeşikligini) ýüze çykarýar.

Gurluşyk erginleri kerpiç, daş we iri panel örümelerini monolitleşdirmek üçin, diwarlary bezemek üçin, pollary düşemek üçin, suwag işleri üçin, ýuka diwarly konstruksiýalary taýýarlamak üçin ulanylýar.

Niýetlenilişi boýunça gurluşyk erginleri kerpiç we daş örümi üçin, suwag üçin, montajlyk hem-de ýörite häsiýetli erginlere bölünýärler. Ýörite erginleriň akustiki, suw geçirmeýän, tampon işleri üçin, rentgen goragy üçin we beýleki görnüşleri bolýar.

Dolduryjynyň görnüşi boýunça agyr we ýeňil gurluşyk erginleri bolýar. Agyrlaryň ortaça dykzlygy 1500 kg/m^3 -den ýokary, ýeňilleriňki 1500 kg/m^3 -den pes bolýar.

Berkidijiniň görnüşi boýunça: sementli–portlandsementden ýa-da onuň bir görnüşinden taýýarlanan; hekli–howadaky ýa-da gidrawlik hekiň esasynda taýýarlanan; gipsli–gurluşyk ýa-da ýokary berklikli gipsiň esasynda taýýarlanan; garylan–köplenç, sement bilen hekiň garyndysynyň, seýregräk ýagdaýda sement bilen toýnuň garyndysynyň esasynda taýýarlanylýan gurluşyk erginleri. Hek, gips we toýun, erginlerde diňe bir berkidiji bolman, eýsem, plastifikatorlar bolup hem hyzmat edýärler. Olar ergindäki suwuň öýjükli kerpiç we beýleki materiallar tarapyndan sorulmagynyň önüni alýarlar. Gurluşyk erginlerinde organiki däl we organiki plastifikatorlaryň ulanylyşy betonlardaky plastifikatorlaryň ulanylyşy bilen meňzeş.

Gurluşyk ergininiň esasy dolduryjysy, çägeleriň dürli görnüşleri. Ýeňil erginlerde emeli keramzit çägesi ulanylýar. Däneleriniň iriligi saýlananda, berkidijini tygşytlamak üçin çägäniň aňryçäk dykzlygy üpjün edilýär. Çägäniň düzüminde 10 *mm*-den uly dänejikler bolmaly däl, 5 *mm*-den 10 *mm* aralykdaky däneleriň mukdary 5%-den köp bolmaly däl. Tebigy çägeleriň düzümindäki garyndylaryň mukdary, betona goşulýan çägeden tapawutlanmaly däl. Pes markaly erginlerde, tozanly toýunsow garyndylaryň 10%-ine, käte, 15–20%-ine ýol berilýär.

Kerpiç, daş örümi, bezeg hem-de suwag üçin niýetlenen gurluşyk erginlerinde ulanylýan sementler, portlandsement klinkerinden, gipsden, klinker bişirilýän peçleriň filtriniň tozanyndan we ş.m. ybarat garyndyny bilelikde owratmak arkaly taýýarlanylýar. Ýöne bu sementlerde klinkeriň mukdary 20%-den az bolmaly däl. Sementiň markasy 200-den pes bolman, № 008 filtrden 88%-den az bolmadyk mukdary geçmeli. SO₃-iň mukdary sementiň massasynyň 3,5%-inden, aşgar oksidleriniň mukdary 2%-inden geçmeli däl.

10.2. Kerpiç we daş örümi üçin erginler

Örüm üçin erginleriň sementli, sement-hekli, sement-toýunly we hekli görnüşleri bolýar.

Sementli erginler sementden, suwdan, çägeden ybarat bolup, ýerasty, suw geçirmeýän gatlakdan aşakda işler ýerine ýetirilende, ýokary berklikli we himiki durnukly erginler gerek bolanda ulanylýar.

Sement-hekli erginler sementiň, hekiň, çägäniň we suwuň garyndysyndan taýýarlanylýar. Bu erginler ýerleşdirmesiniň amatlylygy, ýokary berkligi we aýaza durnuklylygy bilen tapawutlanýarlar. Olar binalaryň ýerasty we ýerüsti örümlelerinde ulanylýar.

Sement-toýunly erginler sementiň, toýnuň, çägäniň we suwuň garyndysyndan taýýarlanylýar. Bu erginler hem sement-hekli erginler ýaly, ýerleşdirmesi amatlylygy, ýokary berkligi we aýaza durnuklylygy bilen tapawutlanýarlar. Olar hem binalaryň ýerasty we ýerüsti örümlelerinde ulanylýar.

Hekli erginler hekden, çägeden we suwdan taýýarlanylýar. Bu material ýokary süýgeşiklige we ýerleşdirmesi amatlylyga eýedir, işlenýän üste gowy ýelmeşýär, göwrüm girmesi kiçi bolýar, ýöne haýal gataýar hem-de diňe howada işleýän erginlere degişli. Heكلي erginleriň gatamagy, heكليň karbonlaşmagy arkaly kalsiý karbonatynyň emele gelmagi bilen utgaşýar.

Söndürilen hekden taýýarlanan erginiň gysylmaga berkligi $0,4-1$ MPa, söndürilmedik hekden taýýarlanan erginiň berkligi 5 MPa-a çenli bolýar.

Polimersementler polimerleriň organiki däl semente $0,1-0,15$ gatnaşygynda garylyp taýýarlanylýar. Gurluşyk erginlerinde esasy ulanylýan polimerler poliwinilasetat dispersiýasy (PWA), sintetik lateks we başgalar.

Polimer garyndylary öýjükleriň birsydyrgyn ýaýramagyna we öýjükleriň ölçegleriniň has kiçelmegine getirýär. Polimeriň mukdary semente görä $0,1-0,12$ -ä deň bolanda, betonyň girmesi iň kiçi derejelerine gelýär. Polimeriň mukdary bu möçberden kän bolsa, erginiň girmesi birden artyp başlaýar. Polimer goşundylary garyndynyň süýnmäge we egrelmäge berkligine has oňaýly täsir edýär.

Polimersement esasyndaky erginleriň ýokary adgeziýa häsiýetleri, polimer bilen işlenýän üstüň arasynda döreyän baglanyşyk bilen düşündirilýär. PWA goşulan polimersementde, onuň adgeziýa häsiýetleri polimeriň mukdaryna baglylykda artýar. Butadiýenstiro-lateksi ulanylýan erginlerde, onuň aňrybaş ýelimleýji häsiýetleri $P/S=0,1-0,15$ aralykda ýüze çykýar. Lateksiň ondan artyk goşulmagy, adgeziýanyň peselmegine getirýär. Poliwinilasetat semente görä 20% -e çenli goşulýan bolsa, epoksid şepbikleri, köplenç, 2% -den artyk goşulmaýar.

10.3. Timarlaýyş işleri üçin erginler

Timarlaýyş işleri üçin erginler adaty suwag üçin we bezeg işleri üçin niýetlenilen görnüşlerde bolýarlar. Suwag üçin erginler sementli, sement-hekli, hekli, hek-gipsli we gipsli görnüşlerde bolýarlar.

Ulanylýan ýerine görä, timarlaýyş erginleriniň içerkî we daşarky suwag üçin niýetlenilen görnüşleri bolýar. Suwag erginleriniň düzü-

mi, olaryň niýetlenişine hem-de binalaryň we desgalaryň ulanylyş şertlerine görä kesgitlenýär. Suwag erginleriniň ýeterlik derejede hereketlenişi bolmaly, esas bilen gowy ýelmeşmeli we gatanda göwürümi gaty üýtgemeli däl.

Daşarky suwaglar üçin, esasan, sementli we sement-hekli erginler ulanylýar. Howanyň çyglylygy 60 %-e çenli bolan içerki suwaglarda hekli, gipsli we hek-gipsli erginler hem giňden ulanylýar.

Reňkli dekoratiw erginleriň, diwar panelleriniň, iri bloklaryň ýüz tarapyny suwamakda we şäher abadanlaşdyryş elementlerinde ulanylyşy artýar. Bu suwaglar diňe bir binalaryň reňkleriniň dürlüligini üpjün etmän, hakyky daşlara we keramiki önümlere çalymdaşlyk hem ýüze çykaryp bilýärler.

10.4. Ýörite erginler

Ýörite erginlere demirbeton konstruksiýalarynyň arasyndaky sepleri doldurmak üçin, inýeksiýalar üçin, pollar üçin, suw geçirmezlik üçin, tampon üçin, akustiki we rentgen goragy üçin erginler deňişli.

Sepleri doldurmak üçin erginler portlandsementden we kwars çägesinden taýýarlanylýar. Erginiň hereketlenişi 7–8 *sm*. Ergin kesgitlenen ýüki görtermäge gatnaşýan bolsa, onuň markasy birleşýän konstruksiýalaryňkydan pes bolmaly däl. Erginiň ulanylýan sepi yük görtermeyän element bolsa, onuň markasy 100-den pes bolmaly däl.

Inýeksiýalar üçin erginler sement-çägeli düzümde bolup, deslapky dartdyrylan konstruksiýalaryň boşluklaryny doldurmak üçin niýetlenýär. Bu erginlere berklik boýunça ýokary talaplar bildirilýär. Erginiň markasy 300-den, sementiň markasy 400-den pes bolmaýar. Sement geliniň 1 m^3 -ine, 1100–1600 *kg* sement harçlanýar.

Pollar üçin erginler sement-çägeli, sement-ýonuşgaly, metal-sementli we polimersementli görnüşlerde bolýar.

Soňky ýyllar, pollar üçin polimersementleriň ulanylyşy artýar. Bu erginler, esasan, sementiň we polimeriň suwdaky dispersiýasynyň hem-de dolduryjylaryň garyndysyndan taýýarlanylýar. Bu erginlerden taýýarlanan pollar berk we korroziýa durnukly bolýarlar.

Suw geçirmeýän erginler ýokary markaly sementlerden we kwars çägesinden ýa-da berk dag jynslaryndan emeli owradylyp alynýan çägelerden taýýarlanylýar. Suw geçirmeýän gatлага agressiw suwlaryň täsiri bar bolsa, berkidiji hökmünde sulfata durnukly sement ulanylýar. Desgadaky sepleriň suw geçirmezligini üpjün etmek zerur bolsa, giňelýän sementde taýýarlanan erginler ulanylýar.

Tamponlamak üçin erginler sement-çägeli, sement-çäge-toýunly, sement-toýunly görnüşlere bölünýärler.

Bu erginler ýörite enjamlar bilen gysylyp guýulara berlende, dag jynslarynyň boşluklarynda we jaýryklarynda berk suw geçirmeýän dykylary emele getirýärler. Tamponlamak üçin erginleriň düzümi gidrogeologik şertlere görä kesgitlenilýär. Berkidiji hökmünde portlandsement, gurşawda agressiw suwlar bolanda, sulfata durnukly portlandsement we pussolana portlandsementi ulanylýar.

Akustiki erginler sesiň derejesini peseltmek üçin niýetlenen suwaglarda ulanylýar. Bu erginlerde berkidiji hökmünde portlandsement, hek, gips ýa-da olaryň garyndysy ulanylýar. Dolduryjy 3–5 mm irilikdäki öýjüklü materiallardan taýýarlanylýar.

Rentgen goragy üçin erginler rentgen kabinetleriniň we başga görnüşdäki radioaktiw izotoplary bilen işlenilýän otaglaryň diwarlaryny suwamak üçin ulanylýar. Bu erginleriň berkidijisi portlandsement, esasy dolduryjysy bolsa, düzüminde kükürtturşy bariniň 85%-den az bolmadyk mukdary bolan barit çägesi. Bu çäge gymmatly gurşunly izolýatorlaryň ornuny tutýar. Gorag häsiýetlerini ýokarlandyrmak üçin ýeňil elementleri bolan wodorodly, litili, kadmi-li, borly maddalar hem goşulýar. Gurluşyk erginleriniň berklik çägi boýunça M 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 markalary bolýar. Konstruksion maksatlar üçin, has ýokary markalar hem ulanylýar.

Soňky ýyllarda, **gury gurluşyk garyndylarynyň** önümçiligi artdyrylýar. Olar ýöriteleşdirilen zawodlarda taýýarlanylýp, ulanyja iberilýär. Ulanyjy üçin bu önümiň amatly taraplary köp bolýar: önümiň hili ýokary bolýar; giň assortimentden saýlamaga mümkinçiligi bolýar; ulanyjynyň wagty we önümçilik meýdançasý tygşytlanylýar. Gury garyndylar, gurluşyk ýerinde görkezilen tertipde we mukdarda suw garylyp ulanylýar.

Betonlardan we gurluşyk erginlerinden başga, organiki дәл berkidijileriň esasynda taýýarlanylýan gurluşyk materiallaryna gips we gipsbeton daşlary, silikat önümleri hem-de asbestsement önümleri degişli.

11.1. Gips we gipsbeton önümleri

Gipsiň esasynda taýýarlanylýan önümler gips we gipsbeton önümlerine bölünýärler. Gips önümleri gips gelinden, gipsbeton önümleri gips geliniň ownuk we iri öýjükli dolduryjylar bilen garyndysyndan taýýarlanylýar. Dolduryjylar mineral we orhaniki görnüşlere bölünýär. Mineral dolduryjylara keramzit, öýjükli hek we ş.m. degişli; organiki dolduryjylara agaç ýonuşgalary (gyryndylary), agaç «ýüňi», gamyş we başgalar degişli.

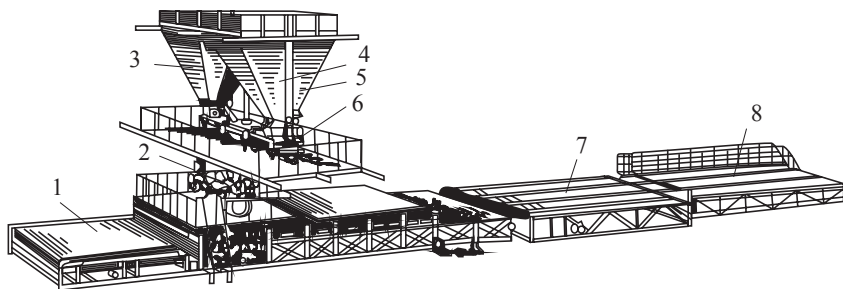
Gips we gipsbeton önümleri doly, boşlukly, armirlenen hem armirlenmedik görnüşlerde bolýarlar. Niýetlenilişi boýunça germew panellerine we plitalaryna, örtük listlerine (gury suwaga), diwarlyk daşlara, örtgülik önümlere, ýylylyk geçirmeyän materiallara, bezeglik elementlere bölünýärler.

Gurluşyk gipsiniň esasyndaky betonyň çalt gatamagy, şekil bermegiň aňsatlygy, pes ýylylyk we ses geçirijiligi, ýeterlik berkligi, mehaniki işlemäge oňalylygy, dürli reňklere reňklenmegi ýaly birnäçe gymmatly häsiýetleri bolýar. Gips önümleriniň ortaça dykzlylygy $800-1100 \text{ kg/m}^3$, gipsbeton önümleriniňki $1200-1500 \text{ kg/m}^3$. Bu önümleriň gysylmaga berklik çägi 10 MPa çenli. Gips we gipsbeton önümleriniň ýetmezçiliklerine pes suwa durnuklylygy, çyg çekijiligi we portlugy degişli. Çyglylygy 60%-den geçýän binalarda bu önümleri ulanmak bolmaýar. Dürli garyndylary ulanmak bilen gipsli önümleriň çyglylyga durnuklylygyny ýokarlandyrmak bolýar.

Aşakda gipsli berkidijileriň esasynda taýýarlanylýan önümleriň birnäçe görnüşlerine seredilip geçilýär.

Gipsbeton paneller germewleri gurnamak üçin, sanitar-tehniki kabinalar üçin, pollaryň esaslary üçin we başga elementler

üçin giňden ulanylýar. Özüni göterýän germewler üçin paneller 1400 kg/m^3 -e çenli dykzlykda, $3,5 \text{ MPa}$ -dan pes bolmadyk berklikde taýýarlanylýar. Gipsbeton panellerini öndürmegiň has kämil usuly prokat usulydyr (74-nji surat).



74-nji surat. Gipsbeton panelleriniň prokat usulynda öndürilişiniň shemasy:

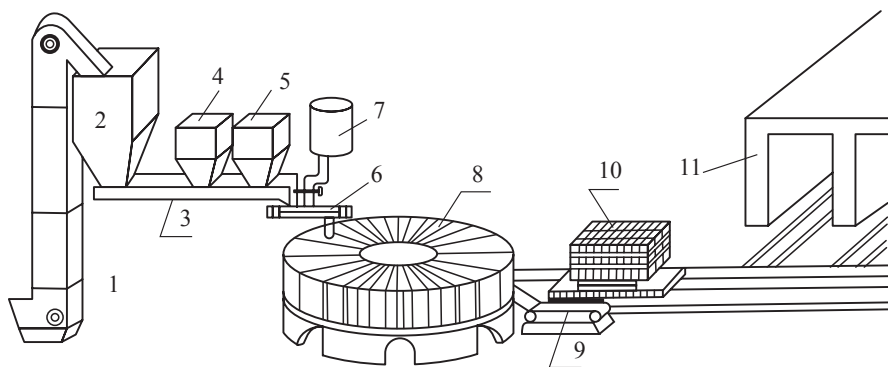
1 – prokat agregaty; 2 – ergin garyjy; 3, 4, 5 – gips, çäge we ýonusga üçin bunkerler; 6 – dozalaýjy-ýümitleýji; 7 – kowujy rolgang; 8 – togalaýjy

Agaç reýkalar bilen armirlenen gipsbeton paneller ýaşayş we jemgyýetçilik jaýlarynda, senagat binalarynyň oturylýan jaýlarynda ýük götermeýän germewler hökmünde giňden ulanylýar. Olar bitewi ýa-da äpişge-gapy ýeri goýlan görnüşde goýberilýär. Panelleriň galyňlygy $60\text{--}120 \text{ mm}$ aralygy, ini gatyň beýikligine, uzynlygy otagyň uzynlygyna gabat gelýär. Taýýar panelleriň ýüzi ýylmanak bolup, reňklemäge ýa-da oboý ýelimlemäge ýaramly bolmaly.

Ýaşayş we senagat jaýlarynyň sanitar-tehniki kabinalary we howa çalşygynyň kommunikasiýalary üçin panelleriň berkligi $6,0\text{--}7,0 \text{ MPa}$ -dan pes bolmadyk gipsbetondan taýýarlanylýar. Şeýle hem bu plitalar linoleum, poliwinilhlorid, mastika pollarynyň aşagyna düşemek üçin ulanylýar.

Kagyz galyndylary, gamyş, ýüpek-mata önümçiliginiň galyndylary, saman ýaly dolduryjylary ulanyp, amatly gipssüýümlü paneller öndürilýär.

Gipsbeton plitalary germewler üçin we agaç konstruksiýalaryny ýangyndan goraýan gatlak üçin taýýarlanylýar. Olaryň berkligi gipsbeton panelleriňkiden pes bolýar. Plitalaryň ölçegleri $0,8 \times 0,4 \text{ m}$, galyňlygy $80\text{--}100 \text{ mm}$, ortaça dykzlygy $1000\text{--}1400 \text{ kg/m}^3$ aralykda bolýar.



75-nji surat. Aýlanýan maşynda germewlik plitalarynyň önümçiliginiň shemasy:

- 1 – elewator; 2 – gips üçin bunker; 3 – garyjy şnek; 4 – ýonuşga üçin bunker;
 5 – gatatmagy tizleşdirmek üçin bunker; 6 – gips garyjy; 7 – suw ýyladyjy;
 8 – aýlanýan maşyn; 9 – lentaly äkidiji; 10 – plitaly wagonjyk;
 11 – tonnelli guradyjy

Gury suwagy karton ýelimlenen, köpürjikli, ýuka gips gatlagydyr. Karton gips daşyny armirläp, önümiň berkligini artdyrýar. Köpürjigiň hasabyna önümiň ortaça dykzyzlygy 900 kg/m^3 we ondan hem pes bolýar.

Gury gips suwagynyň listleriniň uzynlygy 2,5–3,5 m aralykda, ini 1,2 we 1,3 m, galyňlygy 10 hem-de 12 mm ölçeglerde goýberilýär.

Gipsbeton plitalaryny öndürmegiň ýaýran usullarynyň biri, aýlanýan maşynda taýýarlamak usuly (75-nji surat).

Kartonsyz gury suwagyň (gipsli süýümlü listleriň) öndürilişi hem barha artdyrylýar. Bu listlerde kartonyň ýerine kagyz galyndylary, owradylan agaç bölejikleri we başga süýümlü organiki dolduryjylar ulanylýar.

Gipsli süýümlü listleriň bahasy kartonly listlerden has arzan bolup, berkligi olardan pes bolmaýar.

Daşarky diwarlar üçin taýýarlanylýan **gipsbeton daşlary** doly we boşlukly görnüşde bolýarlar. Bu materiallar jogapkär bolmadyk binalaryň diwarlarynda ulanylýar. Gipsbeton daşlary gysylmaga berklik çägi boýunça 35, 50 we 75 (3,5-7,5 MPa) markalara bölünýärler.

11.2. Awtoklawda gataýan silikat materiallary

11.2.1. Silikat betonynyň emele gelmegi

Tebigy şertlerde, hek kwars bilen himiki täsirleşmä girişmeýär. Ýöne doýgun buguň basyşly (1–1,5 *MPa*) gurşawynda, 170°C we ondan ýokary temperaturada, çägedäki kwars hek bilen täsirleşip, kalsiniň gidrosilikatyny emele getirýär:



Netijede, ýokary berklikli (30–40 *MPa*, ondan hem ýokary), suwuň we beýleki agressiw maddalaryň täsirine durnukly daş materialy emele gelýär.

Silikatbetonynyň häsiýetleri portlandsement betonynyň häsiýetlerine ýakyn bolýar, ýöne olary taýýarlamak üçin berkidiji ulanylmaýar. Silikatbetonlardan fundamentler üçin bloklar, diwar we basyrgy üçin daşlar, jaýyň oň taraplarynyň ýüzüni örtmek üçin pilotajyklar taýýarlanylýar.

Awtoklaw materiallarynyň tehnologiýasy, täze pudak hökmünde XIX asyryň ahyrlarynda döredi. Şol döwürde Fransiýada Dobre we Senermon, ABŞ-da Raulend, Germaniýada Mihaelis awtoklawlarda emeli daşlary almagyň üstünde işläpdirler. Bu alymlaryň geçiren barlaglary, emeli daşlary keramika senagatyndaky ýaly ýokary temperaturalaryň kömegi bilen däl-de, has pes gyzgynlykda, suwuň we buguň kömegi bilen almagyň mümkinçiliklerini kesgitleýär.

1854-nji ýylda Fransiýada Lebren, hek we çäge garyndysyndan ýyly suwuň täsiri bilen emeli daşy öndürmäge patent alýar. Ýöne senagat enjamlarynyň bolmandygy sebäpli, bu patent önümçilikde ulanylmandyr.

ABŞ-da basyşly buguň kömegi bilen gurluşyk materiallaryny almak Raulendiň ady bilen baglanyşdyrylýar, ol owradylan çäge we beýleki materiallary garyp, awtoklawda emeli daşlary öndürmäge patent alýar.

1880-nji ýylda «Emeli hek-çäge daşlaryny kalsiý gidratyndan we çägeden ýa-da başga düzümde kremniý bolan materiallardan basyşly buguň, $t=130-300^{\circ}\text{C}$ temperaturada, degişli enjamlarda almagyň usuly» boýunça W. Mihaelis patent alýar. Bu kämil nazary iş bolup, 14–17 ýyldan soň, zerur bolan enjamlar döredilip, ulanylmaga başlanýar.

Bulardan başga-da, Pfaýferiň, Olşenskiniň, Kleberiň oýlap tapmalary üns bermäge mynasypdyr. Pfaýferiň teklibiniň aýratynlygy, awtoklawda indiki tapgyr ulanyljak hekiň söndürilmeginde. Söndürmekde bölünip çykýan ýylylyk awtoklawda peýdalanylýar. 1898-nji ýylda Olşewskiý bu teklibi has kämilleşdirip, kerpiçleri öňünden howa üfleme arkaly guratmagy we ýylatmagy, heki bolsa söndüriji barabanlarda söndürmegi teklipe edýär. Galyplanan kerpiç $0,6-0,8\text{MPa}$ basyşda 8–10 sagat saklanylýar. Bu ulanylyşa girizilen usul bilen taýýarlanan kerpijiň berkligi ortaça $23,8\text{MPa}$ ýetipdir (söndürmegiň baraban usuly).

1900–1902-nji ýyllarda rus alymy Glazenapp, himiki barlaglaryň netijesinde, hek-çäge daşlarynyň berkliginiň, awtoklawda emele gelyän kalsiý gidrosilikatlarynyň mukdaryna, çägäniň we hekiň böljekleriniň biri-birine degişýän üstleriniň meýdanyna, buguň basyşynyň dowamlylygyna hem-de ululygyna baglydygyny kesgitleýär.

1907–1908-nji ýyllarda Leduk buguň dürli basyşlarynyň (0,4; 0,6; 0,8 we 1MPa), saklamak möhletiniň (4, 6, 8, 10 sagat) we çig maly preslemegiň (25, 50, 75, 100 MPa) şertlerini öwrenýär. Ol şu parametrleriň her biri ýokarlananda, hek-çäge daşynyň berkliginiň ýokarlanýandygyny kesgitleýär.

11.2.2. Silikat betonynyň önümçiliginiň ýola goýulmagy

1930-njy ýyllarda silikatbeton bloklarynyň önümçiliginiň ýola goýulmagy, gurluşyk materiallarynyň täze pudagyň başlangyjy bolýar. 1960-njy ýyllaryň ahyrlarynda kerpiçleri örmegiň we aýyrmagyň awtomatlaşdyrylmagy silikat kerpijiniň öndürilişiniň artmagyna getirýär.

Öýjükli silikat betonlaryň döwri 1889-njy ýylda, Gofman (Çehiýa) kömürturşy gazynyň esasynda, öýjükli betony öndürmäge patent alanda başlanýar.

Häzirki döwürde dünýä boýunça awtoklaw materiallary, şol sanda awtoklaw silikat materiallary, gurluşyk senagatynyň möhüm pudaklarynyň birine öwrüldi. Müňlerçe zawodlarda onlarça million m^3 agyr hem-de öýjükli silikatbeton öndürilýär we binalarda, beýleki gurluşyk işlerinde ulanylýar. Portlandsement betony bilen deňeşdirilende, silikatbeton bloklarynyň $1m^3$ -i öndürilende 200–400 kg sement, 0,8–0,9 m^3 çagyl ýa-da keramzit tygşytlanylýar.

11.2.3. Silikat betonynyň düzümi

Ýer gabygynyň 86,5 %-i kremniýer we silikat dag jynslaryndan ybarat. Diýmek, silikatlar Ýer gabygynyň häsiýetini kesgitleýärler. Köp okisleriň ulanylyşy, Ýer gabygyndaky düzümine görä proporsional däl. Akademik E.A. Fersmanyň belleýşi ýaly, Ýer gabygynyň klarklarynyň we önümçilikde ulanylýan önümleriň görnüş mukdary biri-birine ýakynlaşmaly. Bu meseläniň çözgüdine, gurluşyk materiallarynyň senagatynda has hem ýakynlaşmak mümkindir.

Gurluşyk materiallarynyň önümçiliginde, gadymy döwürden bäri çig mallary kadaly atmosfera basyşynda, ýokary temperaturada (600–2000°C) işläp bejermek ýola goýlupdyr. Bu magmatik dag jynslarynyň emele gelmeginiň şertlerine ýakyn. Häzirki döwürde, uly depgin bilen ösýän awtoklaw tehnologiýasynda, onuň bilen deňeşdirilende, has pes temperaturalar (100–200°C) we ýokarlanan basyşda bugly gurşawy üpjün edýän şertler ulanylýar. Bu şertler Ýer gabygynyň ýokary gatlagynda metamorfik we çökündi dag jynslarynyň emele gelýän prosesleriniň şertleri bilen gabat gelýär. Mälim bolşy ýaly, magmatik dag jynslary tebigy hadysalaryň täsiri astynda berkligini ýitirip, owranýarlar. Çökündi we metamorfik dag jynslary tebigy täsirlere has durnuklydyrlar.

Silikatlaryň kristal gözeneginiň gurluşynda kislorodyň ionlary uly rol oýnaýarlar. Ol ionlaryň ýerleşişiniň dykzlygy örän ýokarydyr. Olar gözenegiň iň köp sanly we iň uly gurluş elementini emele getirýärler. Nazary hasaplamalar bilen, bu baglanyşyklaryň garyşmagynda

emele gelýän minerallaryň häsiýetlerini doly suratlandyrmak mümkin däl. Şonuň üçin nazary işler alnyp barlanda, amaly netijeler göz önünde tutulýar.

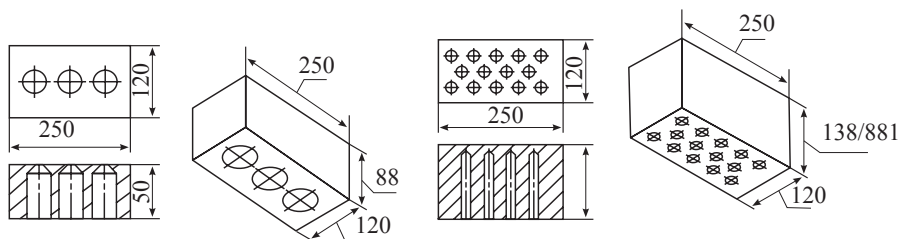
Jisimlerin gaty halyndaky bolup geçýän polimorfizm, tehnologik prosese täsir edip, ahyrky netijäni kesgitlep bilýär. Mysal üçin, awtoklaw silikat önümlerinde geçirilen köp sanly barlaglaryň netijesi boýunça, SiO_2 amorf kremniýer we kwars görnüşinde, ulanylanda, kwars ulanylan materiallaryň berkligi 3,5–4 esse ýokary bolýar.

SiO_2 -niň suwda eremegi $\text{pH} > 10$ bolanda ýüze çykýar. pH -yň ýokarlanmagy bilen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -niň suwda eremegi peselýär. Diýmek, agressiw gurşawlarda işlemäge niýetlenen silikatbeton önümleri, reaktordaky tehnologik proseslere has duýgurdyrlar.



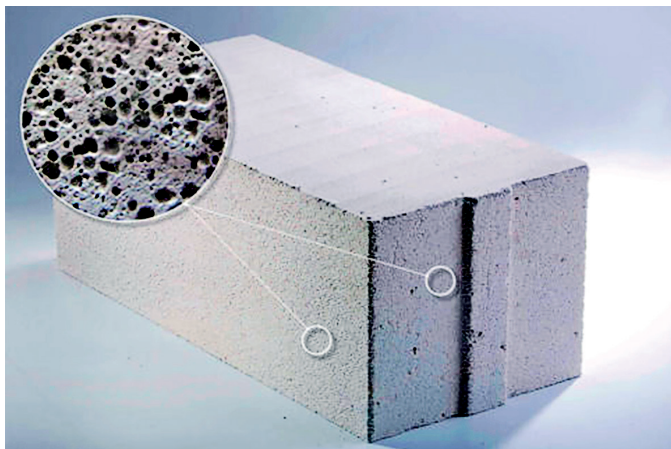
76-njy surat. Awtoklawlar

Häzirki döwürde awtoklaw önümleri dürli diametrdäki we uzynlykdaky awtoklawlarda taýýarlanylýar (76-njy surat). Bu enjamlarda dürli ölçegdäki we dykzlykdaky kerpiçler, paneller we bloklar öndürilýär. Awtoklaw önümleriniň giň assortimentine garamazdan, entek hem esasy önüm, silikat kerpiji bolmagynda galýar.



77-nji surat. Silikat kerpiçleriniň ölçegleri

Silikat kerpijiniň çig mallarynda: 92–95% kwars çägesi, 5–8% söndürilen ýa-da söndürilmedik hek we görnüş bermek üçin çig mallaryň mukdaryna 7% töweregi suw ulanylýar. Bu kerpiçler öýjükli we dykyz, boşlukly ýa-da bitewi görnüşlerde, kesgitli ölçegler boýunça öndürilýär (77-nji surat). Häzirki döwürde öýjükli kerpiçleriň önümçiligine has uly üns berilýär (78-nji surat).



78-nji surat. Ýeňil silikat kerpijiň gurluşy

Uly ölçegli silikatbeton önümlerinde: 75–85% kwars çägesi, 8–15% üwelen çäge we 6–10% hek ulanylýar. Bu betonlar niýetlenilişine görä, öýjükli we dykyz görnüşlerinde öndürilýär. Uly ýüklere hasaplanan elementlerde ýa-da çygly şertlerde işlemäge niýetlenilen konstruksiýalarda, ýokary berklik we dykyzlyk gazanmak üçin, çägäniň bir bölegi üwelýär. Betonyň hasaplanan berkligi 15 MPa çenli bolsa, üwelen çägäniň goşulmagy hökman dälidir.

11.3. Asbestsement önümleri

11.3.1. Umumy maglumatlar

Gadymy döwürlerde, Gadymy Gresiýada, Hytaýda, Hindistanda asbest süýümlerini çyralaryň peltesi hökmünde, egin-eşiklik mata üçin we başga maksatlar üçin ulanypdyrlar. Asbestsement senagaty XX asyryň başlarynda, ceh oýlap tapyjysy Lýudwig Gaçekiň kagyz

ýasalýan maşyna asbest, sement we suwdan ybarat massany goýberip, ilkinji asbestsement almagyndan başlanýar.

Asbestsenemt emeli kompozision daş materialy bolup, binalaryň, desgalaryň üçek örtgülerinde, diwar panellerinde, turbalarynda we dekoratiw elementlerinde ulanylýar. Asbestsement önümlerinde üç sany komponent ulanylýar: konglomeratyň berkidiji bölegini sement we suw eýeleýär; asbest bolsa işjeň dolduryjy hökmünde sement daşyny armirleýär. Sement betony bilen deňeşdireniňde, asbestsementiň süýnmäge we egrelmäge berkligi birnäçe esse ýokary bolýar. Bu material başga-da birnäçe artykmaçlyklara eýedir. Olardan, ýylylyk geçirijiliginiň pesligini, urga durnuklylygyny, islendik reňk berip bolýandygyny, diwarlaryň massasynyň kiçiligini görkezmek bolar.

11.3.2. Asbestsementiň çig mallary

Asbestsement zawodlarynda berkidiji hökmünde 400 we 500 markaly portlandsement ulanylýar. Onuň düzüminde gipsden başga goşundy bolmaly däl. Alit 52%-den az, üçkalsili alýuminat 8%-den köp, hek 1%-den köp bolmaly däl. Awtoklawda işlenilende, çägeli portlandsementi ulanmak bolýar. Çägäniň mukdary C_3S -iň mukdaryna bagly goşulýar.

Gurluşykda asbestiň, esasan, hrizotil-asbest ($3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) görnüşi ulanylýar. Asbestiň molekullary biri-birleri bilen diňe bir taraplary bilen güýçli baglanyşýarlar, gapdal tarapdaky molekullar bilen baglanyşygy bolsa ujypsyzdyr. Asbestiň uzaboýuna ýokary berkligi we gowy tüýdülmegi (süýümleriniň aňsat bölünmegi), molekullaryň bir taraplaýyn baglanyşygy bilen düşündirilýär. Hrizotil-asbestiň süýüminiň diametri $0,00001 - 0,000003 \text{ mm}$ aralygynda bolýar. Önümçilikde süýümler $0,02 \text{ mm}$ diametre çenli tüýdülýär, diýmek tüýdülen asbest süýümünde, elementar süýümleriň agirt mukdary bolýar.

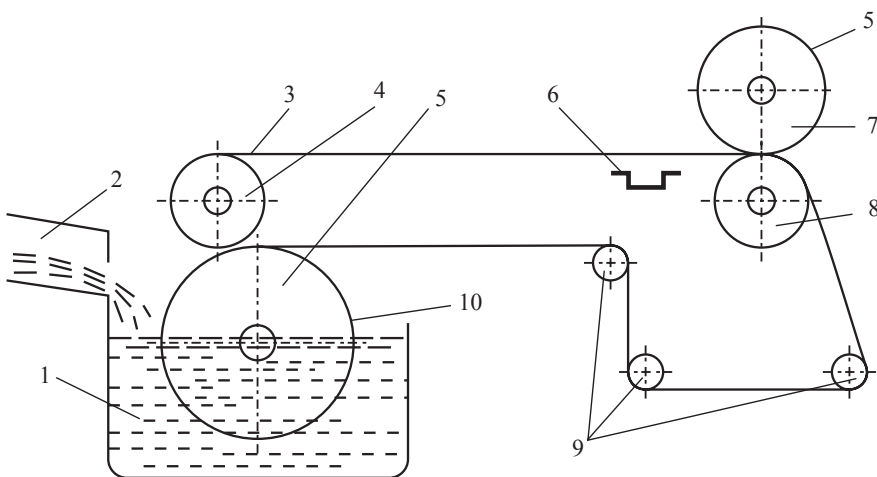
Önümiň hiline, esasan, süýümleriň uzynlygy täsir edýär. Süýümleriň uzynlygy 1 mm -den kiçi süýümlerden, 40 mm -e çen-

li aralykda bolýar. Has uzyn süýümlü fraksiýalar (18 *mm*-den uzyn) 0-njy we 1-nji sortlara degişli, has gysga süýümler (1 *mm*-den gysga) 7-nji we 8-nji sortlara degişli edilýär. Asbestsement önümleri üçin 0,3–10 *mm* aralykdaky 3-nji, 4-nji, 5-nji we 6-njy sortly çig mallar saýlanýar.

11.3.3. Asbestsementiň öndürilişi

Asbestsement önümleri goşulýan suwuň mukdaryna baglylykda öl, ýarymgury we gury usullarda öndürilýär.

Öl usulda, asbest 3–5 günläp ezilýär, soňra suwda begunlar bilen eýlenýär. Asbestsement massasynda asbest 10–18%, sement 82–90% bölegini tutýar. Gollenderde, suw massanyň 84–97%-ini eýeleýär. Gollender periodiki hereket edýän maşyn bolup, onuň wanasynda asbestiň we sementiň garşylyklaýyn zarýadly bölejikleriniň biri-birine dartýşmagy sebäpli, birmeňzeş massa emele gelýär. Häzirki döwürde asbestsement önümleri, esasan, öl usulda öndürilýär.



79-njy surat. Asbestsement önümlerine görnüş beriji maşynyň shemasy:

- 1 – metaldan ýasalan wanna; 2 – asbestsement massasyny äberýän ternaw;
 3 – konweýeriň lentasy; 4 – gysyjy wal; 5 – asbestsement massasynyň gatlagy;
 6 – wakuum-guty; 7 – görnüş beriji baraban; 8 – eýerdiji wal; 9 – dartýjy walik;
 10 – metal tor geýdirilen baraban

Ýarymgury usulda, suwuň mukdary 20–40% aralykda bolýar.

Gury usulda, asbest, ilki, begunlarda, soňra dezintegratorlarda eýlenýär. Suwuň mukdary 12–16%.

Önümlere görnüş bermek – asbestsement massadan suwy süzüp, gerekli dykzlygyny alýança azaltmaktan we bellenen görnüşini we ölçeglerini bermekden ybarat (79-njy surat). Öl usulda görnüş bermek, süýgeşik asbestsement ýarymfabrikat silindrleri preslemek arkaly galyplara getirmekden ybarat.

11.3.4. Esasy asbestsement önümleri

Üçek örtükleri üçin ulanylýan esasy asbestsement önümi tolkunly listlerdir (şiferler). Olaryň egrelmäge berkligi 15,7–19,6 MPa, urga durnuklylygy 1,5–1,6 kJ/m², ortaça dykzlylygy 1,6–1,75 g/sm³, aýaza durnuklylygy 25–50 sikl.

Turbalaryň berkligi gidrawlik basyş bilen kesgitlenýän, bölünmäge garşylygydyr. Gazgeçiriji turbalar aňryçäk işçi basyşy boýunça pes basyşly (0,005 MPa çenli) we aram basyşly (0,3 MPa çenli) gaz geçirijilere bölünýärler.

Asbestsementiň berkidişinde gelleriň köp bolmagy sebäpli, onuň süýşjeňligi betonyňkydan has ýokarydyr. Kristal gurluşyň emele gelmegi bilen, materialyň süýşjeňligi wagtyň geçmegi bilen peselýär. Daşky ýük aňryçäk ýüküň 30–40%-ine ýetende, süýşjeňligiň emele gelmäge mümkinçiligine hem garalýar.

Asbestsement önümleri ýanmaýar, ýöne 110°C-da adsorbsion suwuny ýitirip başlaýar, 368°C-da ähli adsorbsion suw bugarýar, bu bolsa önümiň berkliginiň 25–30% peselmegine getirýär. Sowadylandan soň asbest howadan ýitiren çygyny gaýdyp alýar we öňki häsiýetlerini dikeldýär. Asbest 550°C-dan ýokary gyzdyrylanda himiki baglanyşykda suw bölünip aýrylýar, materialyň süýgeşikligi, berkligi peselýär, asbest port bolýar we sowadylandan soňra öňki häsiýetleri dikelmeyär. Asbest 1550°C-da ereýär.

Soňky ýyllar, asbestiň kanserogenligi hakyndaky maglumatlaryň ýaýramagy bilen, asbestsement senagatynyň ösmegini däl-de, aslynda onuň pudak hökmünde galmagyny şübhe astynda goýýan tendensiýalar güýçlenýär. Birnäçe ýurtlarda asbesti, gurluşyk işlerinde, has hem

binalaryň içki gatlagynda ulanmak gadagan edildi. Bu şertleri göz önünde tutup, bir tarapdan, alternatiw süýümleriň gözlegleri alnyp barylýar, beýleki tarapdan, pudagy kämilleşdirip, zyýansyz önümleri öndürmek boýunça tehnologiýalar işlenilip düzülýär.

11.4. Betonyň fizikasy we tehnologiýasy

11.4.1. Umumy maglumatlar

Betonyň fizikasy we tehnologiýasy ylmyň we tehnikanyň dürli bölümleri bilen aýrylmaz baglanyşykly bolup, berkidijileriň häsiýetleriniň düýpli öwrenilmegini talap edýär.

Betonyň beýleki materiallara görä artykmaçlyklary, onuň gysga wagtda dünýä boýunça ginişleýin ulanylmagyna getirdi. Şunuň bilen birlikde, betonyň tehnologik aýratynlyklary we tehniki häsiýetleri ýeterlik derejede öwrenilip ýetişilmedi.

Betonyň gurluşynyň emele gelmeginiň prosesiniň we onuň fiziki-mehaniki häsiýetleriniň örän çylşyrymly bolmagy, beton hakyndaky ylmyň, esasan, empirik ugurda ösmegine getirdi. Belli bir döwürde bu ýeke-täk mümkin bolan usul bolup, inženerçilikde ginişleýin eksperimental maglumatlary toplamaga mümkinçilik döretdi. Empirik usulyň esasy ýetmezçiligi, onuň fundamental ylmlardan üzňeligi, bu bolsa ylmy gözlegleriň gaty jisimiň fiziki häsiýetlerini göz önünde tutulman alnyp barylmagyna getirdi. «Beton boýunça ylmy gözlegleri umumy ylymdan üzňelikde alyp barmaly» diýen pikirler hem ýöreýär.

Gurluşyk materiallaryny öwrenişiň häzirki esasy, gaty jisimiň fizikasydyr. Gaty jisimiň fizikasy kwant mehanikasynyň we atom teoriýasynyň ösmegi sebäpli, dürli materiallaryň kristal gözeneklerinde arabaglanyşyk güýçlerini açmaga, şeýle hem deformasiýanyň, döwürmegiň we beýleki hadysalaryň tebigatyny düşündirmäge mümkinçilik berýär.

Häzirki döwre çenli beton barada ylym, onuň tehnologiýasy bilen görkezilendir. Bu ylmyň aýry aspektleri boýunça betonyň deformasiýasy we berkligi hakyndaky nazaryýetler işlenilip düzüldi. Bu ugurda gözlegler ön başlanan hem bolsa, entek ol işler jemlenen däl-dir we düýpli ylmy esasy ýokdur.

Betonyň fizikasynyň we betonyň tehnologiýasynyň öňünde durýan meseleleri aýry-aýrylykda suratlandyrmaga synanyşyklar edilýär. Şunlukda, materialyň emele gelmeginiň proseslerine baha bermek betonyň fizikasy tarapyndan öwrenilýär. Öz gezeginde betonyň tehnologiýasy, betonyň düzümini we ondan ýasalýan önümiň görnüşini tehniki maksatlara laýyklykda kesgitleýär.

Türkmenistanda, ýokary berklikli portlandsement öndürmek üçin amatly çig mal serişdeleri bar. Bu sementiň berk özara baglanyşygyny üpjün edýän elementler bolup, kalsiniň (CaO) we kremniniň (SiO_2) oksidleri hyzmat edýärler. Alýumininiň (Al_2O_3) we demriň oksidleri (Fe_2O_3) bolsa, garyndynyň bişirilýän temperaturasyny peseltmek üçin zerurdyr.

Adaty portlandsementden başga-da, dürli tehniki-gurluşyk häsiýetli, mineral we organiki goşundyly sementler ulanylýar. Mineral we organiki goşundylar, arassa klinker sementlerinde taslama häsiýetli betonlary alyp bolmadyk ýagdaýynda peýdalanylýar. Diýmek, klinker owradylanda çig mal garyndysyna dürli goşundylary garyp, sementiň häsiýetlerini düýpli üýtgetmek mümkin. Bu ugurda, talabalaýyk betonlaryň düzümini işläp düzmeğiň empirik usulynyň güýçli depginde ösmegine, äpet gidrotehniki desgalaryň (Dneproges, Saýan-Şuşen GES-i we başg.) gurluşygy uly itergi berdi.

Betonyň dolduryjylary hakynda aýdylanda, eger-de çagyllara we çägelere diňe gidrofilliginiň ýokarylygy boýunça baha bersek, onda silikat daşlarynyň artykmaçlygy mese-mälim göze dürtülip dur. Ýöne betonlaryň berkliginiň netijeleri boýunça, dolduryjy hökmünde hekdaşy ulanylýan betonlaryň berkligi, kwarsly betonlaryň berkligiden ýokary bolýar. Karbonat daşlarynyň berkliginiň kwarsly daşlaryňkydan pesligini hem bellesek, munuň sebäbiniň minerallaryň turşulyk derejesinden hem beter, olaryň portlandsementiň gidratlaşmagynyň önümleri bilen himiki ýakynlygynyň täsiri bilen düşündirmek bolar. Hekdaşy, kwarsa görä, portlandsementiň gidratlaşan önümlerine has ýakyn. Awtoklawda işlenýän betonlarda bolsa tersine, kwarsly çagyllar ulanylan betonlaryň berkligi ýokary gelýär. Kwars, 163°C -da polimorf öwrülişiklere sezewar bolup, tridimite (kristobalite) öwrülýär. Soňky döwürde, alymlaryň bir bölegi kwarsyň tridimite öwrülýändigini şübhe astyna alsalar hem, 150°C -dan ýokarda, onda

gurluş özgermeleriniň bolýandygyny hiç kim inkär etmeýär. Tridimit (ýa-da kristobalit), 150°C -dan ýokarda hekdaşyna görä ýokary himiki işjeňlik görkezip, berk silikatbetony emele getirýär. Karbonat minerallary bolsa, ýokary temperaturalarda onuň ýaly işjeňlik ýüze çykarmaýarlar. Şol sebäpli portlandsement betonlarynyň dolduryjylarynda kwarsly minerallar ulanylmadyk ýagdaýynda, awtoklawda işlemek arkaly olaryň ahyrky berkligini artdyryp bolmaýar.

11.4.2. Gidrosilikatlaryň we gidroalýuminatlaryň esasy häsiýetleri

Gidrosilikatlaryň we gidroalýuminatlaryň esasy häsiýetlerini $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ulgamynyň hal diagrammasynyň (80-nji surat) kömegi bilen öwrenmek amatly bolýar. Sebäbi mineral berkidijileriň köpüsünde silikatlar we alýuminatlar CaO bilen dürli baglanyşyklary emele getirýarlar.

Emeli gidrosilikat daşlarynyň himiki, fiziki we mehaniki häsiýetleriniň ählisi kalsiý gidrosilikatlaryna esaslanandyr. Soňky ylmy barlaglaryň netijesinde, kalsiý gidrosilikatlarynyň düzümi çig mallaryň häsiýetlerine, komponentleriň gatnaşygyna we sinteziň şertlerine baglylykda giň çäklerde üýtgäp bilýändigini anyklanyldy. Kalsiý gidrosilikatlarynyň, esasan, 28 görnüşi bolup, olaryň 11-si tebigy minerallardyr. Olaryň kän ýaýramadyk görnüşleri bolsa, has hem köpdür. Magniý gidrosilikatlarynyň fazalarynyň sany, kalsiý gidrosilikatlarynyňkydan az bolýar. Bu ýagdaý kalsiniň Ca^{2+} ion radiusynyň magniniň Mg^{2+} ion radiusyndan uludygy, şol sebäpden hem kislorod bilen baglanyşygynyň görnüşleriniň köpdügi bilen düşündirilýär.

Gidrosilikatlaryň örän köpdürli görnüşleriniň arasynda, gurluşyk materiallary üçin has **möhümleri gillebranditler, tobermoritler we ksonotlitlerdir.**

Gillebrandit C_2SH ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) öwrenilen mineral bolup, klinker minerallarynyň gidratlaşmagynda emele gelýär. Gillebranditiň degidratasiýasy $520-540^{\circ}\text{C}$ -da bolup geçýär. Below tarapyndan kesgitlenen formulasy $\text{Ca}_{12}(\text{Si}_6\text{O}_{17})(\text{OH})_4 \cdot 12\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kömürturşy gazynyň (CO_2) täsiri bilen hekdaşyna (CaCO_3) we amorf

kremniýere ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dargaýar. Bu hadysa ähli emeli C_2SH -larda bolup geýýär. Gillebranditiň esasy görnüşleri:

$\text{C}_2\text{SH(A)}$ – plastina görnüşli gurluş;

$\text{C}_2\text{SH(B)}$ – emeli gillebrandit;

$\text{C}_2\text{SH(C)}$ – süýüm görnüşli gurluş.

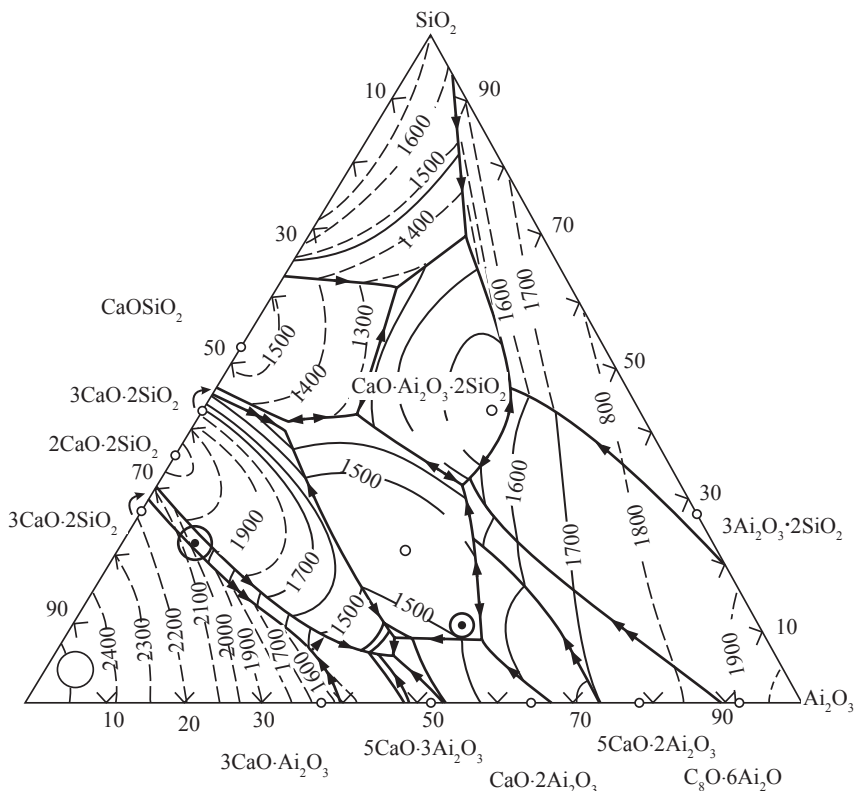
Tobermorit $\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_n$ emeli daşlaryň düzüminde giňden ýaýran, iň çylşyrymly kalsiý gidrosilikatlary. Tebigatda gabat gelýän görnüşleri:

$\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_3$ – riwersáýdit;

$\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_{5,5}$ – tobermorit;

$\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_{10,5}$ – plombierit.

Ksonotlitr $6\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ emeli daşlaryň möhüm minerallarynyň biri hasaplanylýar. Birnäçe alymlaryň pikiriçe, betonyň düzüminde bu mineral ýokary temperaturada tobermoritden emele gelip, soňra ýene-de yzyna öwrülmäge ukyply.



80-nji surat. $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ulgamynyň hal diagrammasy

Bulardan başga-da, **girolit** $C_2S_3H_2$; **foşagit** C_4S_3H ; **nekoit** $C_3S_6H_8$; **okenit** $C_3S_6H_6$; **truskottit** $C_6S_{10}H_3$; **kalsiy hondrotiti** C_5S_2H ; **afwilit** $C_3S_2H_3$ we başga köp sanly gidrosilikatlar bar.

Giň temperatura aralygynda, dürli esasly hek-kremnili garyndy-da geçirilen köp sanly synaglaryň netijelerine görä, gidrotermal işlenilendäki faza öwrülişikleri, materialyň berkliginiň üýtgemegine güýçli täsir edýär. Garyndynyň düzümi $CaO:SiO_2 > 2$ bolanda, durnuksyz birleşmeler has köp döreyär. Ol birleşmeleriň köpüsi gidroliziň we beýleki hadysalaryň täsiri bilen dargap, materialyň berkligine ýaramaz täsir edýärler. Pes esasly kalsiy gidrosilikatlar dürli şertlere has durnukly bolup, wagtyň geçmegi bilen materialyň berkligini diňe artyrýarlar. Durnukly birleşmeleriň emele gelmegi ätiýaç himiki energiýanyň mukdaryna baglydyr. Birleşmäniň ätiýaç himiki energiýasy az boldugyça, onuň durnuklylygy şonça-da ýokarydyr. Iki, üç esasly kalsiy gidrosilikatlarynyň termodinamik durnuklylygynyň, bir kalsili gidrosilikatyňkydan has pes bolýandygy şu düzgün bilen düşündirilýär.

Kalsiy gidroalýuminatлары. Kalsiy gidroalýuminatlarynyň ($CaO-Al_2O_3-H_2O$) mehaniki häsiýetleri olaryň emele geliş şertlerine bagly. Pes esasly kalsiy gidroalýuminaty (CA)–toýunýer sementiniň esasy tutýar. Olaryň käbiriniň (C_3A) ýokary temperaturalara we beýleki agressiw täsirlere durnuklylygy örän pes bolýar. Şonuň üçin betonyň düzüminde ýokary esasly kalsiy gidroalýuminatlarynyň emele gelmeginiň önüni almak zerurdyr. Munuň üçin iki usuly ulanmak bolýar: birinjiden, betonlarda gips ulanyp, **ettringit** mineralyny emele getirmek; ikinjiden, kalsiy gidroalýuminatlaryny silikatlar bilen täsirleşdirip, **gidrogranat** (hususan-da, $CaO-AL_2O_3-SiO_2-H_2O$) ulgamyny almakdyr. Ýöne gidrogranatlaryň köpdürliligi sebäpli (C_3ASH_4 , $C_3AS_2H_2$ we başg.), olary gurluşyk materiallarynda ulanmagyň belli bir tehnologiýasyny işläp düzmek örän çylşyrymlydyr. Gidrogranatlaryň tehniki häsiýetleri kalsiy gidroalýuminatlarynyňkydan ýokary bolsa-da, kalsiy gidrosilikatlarynyňkydan pesdir. Gidrogranatlar himiki düzümini suwuň we temperaturanyň täsiri bilen aňsatlyk bilen üýtgedip durýar-

lar. Şonuň üçin gidrogranatlar ulanylanda tehnologlar synaglaryň kömegi bilen, kadaly şertleri gözlemeli bolýarlar.

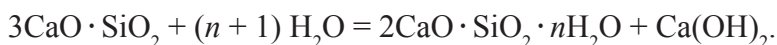
Magniy gidrosilikatlary. Soňky döwürde magniy gidrosilikatlaryny öwrenmekde, uly işler edilyär. Soňky gözlegleriň netijeleri boýunça, magniy silikatlarý gelejekde ýokary hilli gurluşyk materiallaryny almakda, oňaýly çig mallar bolup bilerler.

Kalsiy gidrosilikatlaryndan tapawutlylykda, magniy gidrosilikatlary, gurluşyk boýunça we emele getirýän oksidleriniň utgaşmalary boýunça has ýönekeýdirler. Munuň sebäbi magniniň atomynyň radiusynyň, kalsiniň atomynyň radiusyndan has kiçiligindedir. Magniy gidrosilikatlarynyň öwrenilmeginiň esasy sebäbi, dünýäniň käbir regionlarynda, arassa hekdaşynyň ätiýaçlarynyň azlygynda. Ýokary hilli çig mallyk hekdaşlarynda MgO-nyň mukdary 5%-den geçmeli däl we has az boldugyça gowudyr. Mg(OH)₂-niň Ca(OH)₂-ä görä, suwda ereýjiligiň 50 esse pes bolany sebäpl, ol betonlarda uzak wagtyň dowamynda işjeňligini saklaýar we betona oňaýsyz täsir edýär.

11.5. Portlandsement betonyny, agressiw täsirlere durnukly betona öwürmegiň çäreleri

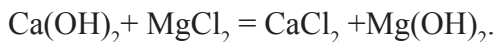
Agressiw gurşawlar dürli-dürli bolsalar hem, olaryň ählisi portlandsement betonynyň şol bir gowşak taraplaryna täsir edýärler. Betonyň içine agressiw gurşawyň elementleri girip, onuň berkligini üpjün edýän komponentlerini eredýärler ýa-da üýtgedýärler.

Portlandsement betonlarynyň agressiw gurşawlara garşy iň gowşak elementi, betonyň gysga wagtda ýokary berkligini üpjün edýän alit mineralydyr. Suw bilen garylada, alitiň gidrolizi sebäpli, ikikalsili gidrosilikat we kalsiy gidroksidi emele gelýär:



Şu gidrolizde emele gelýän kalsiy gidroksidi Ca(OH)₂, agressiw gurşawlaryň hiç birine durnukly däldir. Ol suwda aňsatlyk bilen ereýär we betonyň düzüminden aýrylýar. Şorly topraklarda beton-

lanan meýdançalar we binalar derrew şikeslenip başlaýarlar. Sebäbi duzlaryň ionlary portlanditiň Ca(OH)_2 suwda ereýjiligini has ýokarlandyrýarlar. Magniý hloridi MgCl_2 bolsa, şor topraklaryň düzümünde 500 mg/l -den ýokary mukdarda bolanda (çygly şorlarda MgCl_2 has köp bolýar), portlandit bilen täsirleşmä girişip, betonyň weýran bolmagyna getirýär:



Şol sebäpli, adaty portlandsement betonlary suwly gurşawda we şorlaşan topraklarda iş geçirmek üçin ýaramsyzdyr.

Daşary ýurtlarda gidrotehniki desgalaryň ýumrulmagy öwrenilende, betonlaryň gowşamagynyň esasy sebäbi, onuň düzümindäki erkin Ca(OH)_2 bilen düşündirilýär. Köp ýurtlarda (meselem, Russiýada), suwlara we duzlara ýokary garşylykly sementleri öndürmek üçin metallurgiýa senagatynyň amorf halyndaky şlakly galyndylary ýa-da tebigy amorf minerallar, semente 20–50% möçberinde goşulýar.

Ýöne biziň ýurdumyzda magdanly metallurgiýa senagaty ýokdur. Muňa garamazdan, ýerli gidrawlik goşundylary ulanmak arkaly, gidrotehniki betonyň düzümi işlenip düzülýär. Betonyň gidrotehniki häsiýetlerini ýokarlandyrmak üçin, birnäçe goşmaça çäreleri hem görmek bolýar:

1. Agressiw gurşawlara garşy betony goramagyň ilkinji çäresi, onuň dykzlygyny artdyrmakdyr. Täze taýýarlanan betony wibratorlaryň kömegi bilen dykzlandyryp, gatandan soňra, öňünden dartdyrylan armaturalar bilen gysylsa, örän ýokary dykzlyk gazanyp bolýar. Onuň üçin bu betonlarda, suwy köp talap etmeýän $2500\text{--}3000 \text{ sm}^2/\text{g}$ möçberde owradylan sement ulanylyp, suw/sement gatnaşygy $0,30\text{--}0,35$ -den ýokary bolmaly däl. Has külke owradylan sement, gidratlaşma gatnaşýan suwdan başga adsorbirlenen we diffuz suwlaryny özüne has köp çekýär. Diffuzlanan suwlary silkelemek arkaly aňsatlyk bilen aýyrmak bolýar, ýöne adsorbsiýa suwlary sementiň molekulalary bilen berk baglanyşykda durýarlar we olary aýyrmak kyn bolýar. Wagtyň geçmegi bilen, betonyň düzümindäki gidratlaşmaga gatnaşmadyk suw öz-özünden aýrylýar we onuň ýe-

rinde boşluklar emele gelyär. Bu boşluklar betonyň berkligine örän uly zyýan ýetirýärler. Molekulalaryň arasyndaky baglanyşyk olaryň biri-birine golaýlygyna bagly. Wanderwaals güýçleri dartýşan bölejikleriň aralyklaryna r^{-7} ululykda baglydyr. Şol sebäpden artykmaç suwuň emele getirýän boşluklary az mukdarda kemeldilende hem, betonyň berkligi has uly möçberlerde artýar.

2. Zawod şertlerinde sementiň himiki düzümini sazlamak, ýagny alitiň (C_3S) we üçkalsili alýuminatyň (C_3A) mukdaryny, deňişlilikde 50 % we 5 %-e çenli azaldyp, belit (C_2S) mineralyny 40-45 %-e çenli artdyrmak. Bu usulda, emele gelen sement ýokary gidrotehniki häsiýetlerini özünde jemlemek bilen bilelikde, adaty portlandsementden has arzan düşýär. Bu sementlere «belit sementleri» diýilýär we sulfata durnukly sement hökmünde öndürilýär.

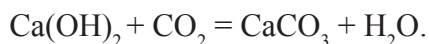
Belit sementleriniň adaty portlandsementden birnäçe artykmaçlyklary bolýar. Birinjiden, C_2S gidratlaşanda gidroliz bolmaýar diýen ýalydyr we gidrotehniki beton üçin zyýanly mineral bolan $Ca(OH)_2$ az emele gelyär.

Ikinjiden, belit sementlerine az ekzotermiýaly sementler diýilýär. Adaty portlandsementlere suw garylada köp mukdarda ýylylyk bölünip çykmagynyň sebäbi, CaO -nyň sönmegindedir. Şonuň üçin massiw beton önümlerinde, içki gatlaklary gaty gyzyp önüm jaýrylmaz ýaly, pes alitli sementler ulanylýar ýa-da ýylylyk bölünip çykar ýaly boşluklar goýulýar. Belit sementlerini islendik galyňlykdaky betonlarda, boşluklary goýman ulanmak bolýar.

Üçünjiden, sement önümçiliginde ýangyç tygşytlanýandygy sebäpli, belit sementleriniň özüne düşýän bahasy arzan bolýar. Sebäbi peçlerde belit $1200^\circ C$ -da doly emele gelyän bolsa, alitiň emele gelmegi üçin $1400-1450^\circ C$ zerurdyr.

Belit sementleriniň esasy kemçiligi—ýokary berkligini haýal alýanlygynda.

3. Betonlaryň gidrotehniki häsiýetlerini ýokarlandyrmagyň ýene-de bir usuly, taýýar beton önümlerini açyk we çygly howada 1–2 aý saklamak. Şonda betonyň ýüzündäki kalsiý gidroksidi bilen howadaky kömürturşy gazy täsirleşip, suwda eremeýän kalsiý karbonatynyň ýuka gatlagyny emele gelyär:



Kalsiý karbonatynyň (CaCO_3) suwda ereýjiligi kalsiý gidroksidiniňkiden (Ca(OH)_2) ýüzlerçe esse pesdir. Kalsiý karbonaty agresiw gurşawlara (suwa, kislotalara, aşgarlara, ýokary we pes temperaturalara) ýokary durnuklylygy ýüze çykarýar.

11.6. Betonlaryň gurluşyny polimerler bilen modifisirlemek

11.6.1. Umumy maglumatlar

Polimerleri berkidiji material hökmünde ulanmagyň taryhy, gadymy döwürden başlanýar. Birnäçe müň ýyl mundan ozal, berkidiji komponent hökmünde ýumurtga, süýt, peýnir, mallaryň galyndylary, başga tebigy polimerler we şepbikler ulanylypdyr.

Täze döwür hakynda aýdylanda bolsa, polimersementi ulanmaga ilkinji patent 1923-nji ýylda Belgiýada Kressona berlipdir. Ol patent tebigy kauçuk latekslerini sement hökmünde ulanmagy göz önüne tutupdyr. 1924-nji ýylda Lefebvre (Fransiýa) ilkinji bolup tebigy lateks kauçuklary bilen betony modifisirlemek boýunça düýpli ylmy barlaglaryny geçirýär. Ol garyndynyň dürli düzümlerini synagdan geçirip, taryhy nukdaýnazardan möhüm işleri edýär. Bu pikiri Kirpatrik ösdürip, 1925-nji ýylda öz usulyny patentleýär. Şondan soňra, bu ugurdaky işler bilen köp sanly alymlar gyzyklanyp başlaýarlar.

Organiki polimerlerden sintetik polimerlere we şepbiklere tarap düýpli öwrülişik 1932-nji ýylda, Bonda (ABŞ) «sintetik kauçugyň latekslerini betonlary modifisirlemek üçin ulanmak» hakynda patent alanda bolup geçýär. 1933-nji ýylda Rodwell (ABŞ) ilkinji bolup poliwinilasetat we beýleki sintetik lateksleri betonda ulanmak boýunça patent alýar. 1940-njy ýyllardan başlap, sintetik polimerleri gurluşyk işlerinde (şol sanda betonlarda) ulanmak boýunça köp ylmy barlaglar geçirilen hem bolsa, şol döwürň tehnologiýalarynda öndürilýän polimerleriň özüne düşýän bahasy örän gymmat bolany sebäpli, bu pudagyň ösüşi ýokary bolmaýar. Tehnologiýalaryň ösmegi bilen, polimer materiallary elýeter bolup başlaýar. 1980-nji ýyllarda betonlary

polimerler bilen modifisirläp, ýörite häsiýetli betonlaryň köp mukdar-da öndürilmegi başlanýar.

Innowasion tehnologiýalary ulanmak arkaly betonyň düzümine goşulmaly modifikatorlar talaba laýyk ulanylanda, gymmatly portlandsement 20–25 % tygşytlanýar we umumy betonyň bahasy arzan düşýär. Bu görkezijiler, ýokary hilli beton önümlerini, modifikasiya arkaly almagyň tehnologik prosesiniň doly ýola goýulýandygy sebäpli mümkin bolýar.

11.6.2. Betony modifisirlemegiň görnüşleri

Polimersement betonlarynda, sementiň düzümine 1–20 % aralykda ýokary molekulýar polimerler goşulýar (mysal üçin, poliwinilasetat, lateksler, suwda ereýän epoksid şepbikleri we başgalar).

Polimerler bilen betonyň göwrüminiň kemeliş mukdaryny sazlamak bolýar. Bu betonlar doňaklygyň 200–300 siklini ýeňillik bilen geçirýärler. Olar suw geçirmeýändigini sebäpli, deňiz suwunyň, aşgarly suwlaryň, sulfatly suwlaryň we beýleki agressiw suwlaryň täsirine durumlydyr. Bu betonlar ýaglarda, kerosinde, aşgarlarda, kislotalaryň köpüsünde we beýleki gurşawlarda öz häsiýetlerini saklaýarlar. Polimersement betonlarynyň iýilmäge durnuklylygy, adaty sement betonlaryndan 15–20 esse ýokary.

Betonpolimerler bu gatandan soňra polimer siňdirilen betonlardyr. Adaty betonlarda ownuk jaýryklar, oýuklar, boşluklar bolýar. Bu köp sanly ownuk defektler, gidrotehniki desgalaryň betonlarynda, konstruksiýalaryň ýumrulmagyna getirip biljek şikeslerdir. Ol boşluklar üstüň meýdanynyň ortaça 8–10 % töweregini eýeleýär. Şeýle betonlaryň üstüne polimerler siňdirilende, suw geçmeýän gatlak emele gelip, gidrotehniki desga üçin hiç hili howply ýagdaý emele gelmeýär.

Siňdirmek üçin, esasan, suwuk monomerler (metilmetakrilat ýa-da stiro), polimerler (epoksid, poliefir şepbikleri) we dürli garyndylar ulanylýar. Betonyň düzümünde siňdirilýän polimerler köp boldugyça, materialyň berkligi artyp, agressiw gurşawlara garşy dur-

nuklylygy ýokarlanýar. Häzirki döwürde, demirbeton konstruksiýalarynda polimerleri siňdirmek boýunça suwuk metilmetakrilat monomerini ulanmagyň birnäçe oňaly usullary işlenilip düzüldi.

Polimer dolduryjyly betonlarda (fibrobetonlaryň bir görnüşi), dolduryjy hökmünde polimer süýümleri (meselem, polietilen), mineral dolduryjylar bilen bilelikde ýa-da bir özi ulanylýar. Bu usulda, süýümleriň beton bilen baglanyşygy mehaniki häsiýetlidir. Polimer süýümleriň suw itekleýji häsiýeti sebäpli, betonda fiziki-himiki baglanyşyklar gowşak bolýar. Polimer süýümler bilen armirlenen betonlaryň jaýrylmaga we urga durnuklylygy ýokary bolýar.

Polimer örtükli betonlar, ýüzi polimer gorag gatlagy bilen örtülen betonlardyr. Beton we demirbeton konstruksiýalarynyň göwrüminiň içine basyşly suwuklyklar we gazlar syzylyp girip bilýärler. Şeýle hem betonlar himiki agressiw gurşawlaryň köpüsine durnukly däl-dirler, ýokary suw siňdirijiligi bolýar we üsti бүдүр-сүдүрdir. Bu kemçilikleriň ählisini, betonyň ýüzüne polimer gatlagyny örtüp aradan aýyrmak bolýar.

Bu goraglyk materiallara indiki talaplar bildirilýär:

- betonyň üsti bilen özara ýokary adgeziýa görkezijileri (ýelmeşmek);
- ýokary berklik, süýgeşiklik we jaýrylmaga durnuklylyk;
- agressiw gurşawlaryň elementlerini siňdirmezlik;
- uzak möhletlilik we amatlylyk.

Bu betonlarda polimerleriň birnäçe görnüşleri ulanylýar we gidrotehniki desgalarda wajyp wezipäni ýerine ýetirýändigini üçin, bu materiallaryň sany ýyl-ýyldan köpeliýär.

11.6.3. Betonda polimerleri ulanmagyň tehnologiýasy

Häzirki döwürde sement we beton önümçiliginde 1000-e golaý modifikatorlar (esasan, polimerler) goşundy hökmünde ulanylýar. Olaryň bir bölegi plastifikatorlar we superplastifikatorlar bolsa, beýlekileri betonlaryň mikrogurluşyna täsir edip, onuň hilini ýokarlandyryýarlar.

Plastifikatorlar betonlaryň hereketlenişini ýokarlandyran goşundylar. Olar betonyň hereketlenişini ýokarlandyryp, suw/sement gatnaşygyny peseltmäge mümkinçilik berýärler; sementiň düzümindäki gidratlaryň arabaglanyşygyny güýçlendirýärler; kalsiý gidroksidini baglaýarlar; beton garylandaky adsorbsiýa suwlaryny azaldýarlar; beton elementiniň süýnmä, egrelmä garşylygyny artdyýarlar we ş.m.

Betonpolimer kompozisiýalarynyň emele gelmeginiň mehanizmi örän çylşyrymly bolup, häzirkî döwre çenli doly öwrenilen däldir. Suw emulsiýalarynda termoplastlaryň we termoreaktiwleriň ulanylmagy, mineral baglanyşdyryjy maddalaryň gurluş emele getirmeginiň haýallamagyna alyp barýandygy anyklanyldy. Şol sebäpden termoplastlar (çyzykly we tekizlik boýunça ýaýran polimerler) we termoreaktiwler (giňişlik boýunça ýaýran polimerler) ulanylanda, betonyň esasy görkezijisi, berkidiji materiallaryň gidratlaşmak derejesi bolman, polimerleriň ýokary berkidijiligi bilen kesgitlenýär.

Portlandsemente polimerler goşulanda alynýan netijeler, nazary işler bilen gabat gelmän, garaşylmadyk netijeleri görkezýär. Adaty portlandsementiň dispersligi $6000 \text{ sm}^2/\text{g}$ -dan ýokary bolanda, gidratlaryň arabaglanyşygy gowşap, betonyň berkligi peselýär. Polimerler (2–3% möçberinde) ulanylanda bolsa, sement ownuk boldugyça ($6000\text{--}8000 \text{ sm}^2/\text{g}$) betonyň berkligi ýokarlanýar ($120\text{--}140 \text{ MPa}$). Şondan soňra **aşa berk betonlaryň** tehnologiýasy diýen düşünje peýda bolýar. Bu tehnologiýa, ýörite talaplar boýunça ulanylmaga niýetlenilen, ýörite betonlaryň düzümini we taýýarlamagyň usulyny işläp düzýär. Soňky döwürde, aş berk betonlaryň tehnologiýasynda uly üstünlikler gazanyldy. Käbir obýektlerde gysylmaga $200\text{--}250 \text{ MPa}$, süýnmäge $50\text{--}60 \text{ MPa}$ garşylyk görkezýän betonlar ulanyldy. Tejribelik nusgalar, gysylmaga $350\text{--}400 \text{ MPa}$ berklige ýetýärler we ol san ýyl-ýyldan artýar.

Aşa berk betonyň tehnologiýasynda, esasan, iki ugra üns berilýär:

Birinjisi, betonyň gurluşyndaky boşluklary mümkin boldugyça azaltmak. Boşluklary azaltmakda esasy meseleler, sementiň suw talap edijiligini azaltmak (suw/sement gatnaşygyny kiçeltmek) we betonyň dykzlygyny ýokarlandyrmak. Eger ikinji mesele, köplenç, mehaniki

usullar bilen (silkelemek, preslemek) ýerine ýetirilýän bolsa, birinji mesele, esasan, materiallaryň saýlanylyşyna we sementiň ownuklygyna bagly.

Plastifikatorlaryň we gidrofob goşundylaryň ýerlikli ulanylmagy, öňki aýdyşymyz ýaly betonyň hereketlenişini has ýokarlandyryp, az mukdardaky suw bilen betony suwlar ýaly mümkinçilik döredýär. Sementdäki himiki işjeň oksidleriň doly gidratlaşmagy üçin suw/ sement gatnaşygy 0,18 bolsa ýeterlik. Plastifikatorlar ulanylmadyk ýagdaýynda, ol san 3–4 esse uly bolýar, gidratlaşmadan artykmaç goşulýan suwlaryň ählisi betonda boşlugy emele getirip, soňra betonyň düzüminden aýrylýarlar. Polimerler ýerlikli ulanylanda bolsa, suw/sement gatnaşygyny 0,25-e çenli azaltmak bolýar.

Ikijisi, betonyň mikrogurluşynda bölejikleriň özara dartyşma güýjüni artdyrmak. Adaty portlandsement betonynda, bu dartyşma güýçleri, kalsiý oksidi bilen silikatlaryň arasynda bolýan bolsa, häzirki işlenip taýýarlanylýan betonlarda dürli materiallaryň, esasan, polimerleriň betonyň berklik häsiýetlerine edýän çylşyrymly täsirleri giňden öwrenilýär. Netijede, polimerler bilen modifisirlenen betonlar, adaty betonlaryň berkliginden birnäçe esse ýokary netijeleri görkezýärler (80–100 MPa).

Polimerleriň özüne düşýän bahasy betonyňkydan gymmat hem bolsa, olaryň ulanylmagy betonyň diňe bir hilini ýokarlandyрман, onuň özüne düşýän bahasyny hem peseldýär. 2–3% möçberinde goşulýan polimerler, betonyň hereketlenişini has ýokarlandyryp, sementiň we suwuň ulanylyşyny 15–20 % kemeldýär. Sementiň we esasan, suwuň ulanylmagynyň azalmagy betonyň mikrogurluşynda gowşak adsorbsion suwlarynyň emele getirýän, betonyň berkligine zyýan ýetirýän esasy faktor bolan «solwatlaşan bardalaryň» döremeginiň önüni alýar.

Solwatlaşan bardalar gaty we suwuk jisimleriň araçäginde, ikileýin elektrik gatlagynyň täsiri bilen döreyän, suwuň molekullaryndan ybarat çylşyrymly substansiýadyr. Bu substansiýalar berk elektrik baglanyşykly adsorbsion suwlardan we gowşak baglanyşykly diffuzlanan suwlardan ybarat. Beton gatandan soňra, elektrik baglanyşyk energiýasynyň gitdigiçe peselmegi bilen, relaksasiýa netijesinde, ilki diffuzlanan suwlar, soňra adsorbsion suwlar betonyň

düzüminden aýrylyp gidýärler. Aýrylan suwlaryň ýerinde köp sanly boşluklar emele gelip, olar minerallaryň özara ýakynlygyna bagly bolan wanderwaals güýçleriniň has peselmegine getirip, gidratlaryň arabaglanyşygynyň gowşamagyna sebäp bolýarlar. Sement gelinden solwat bardalaryny aýyrmak, örän çylşyrymly meseledir. Eger diffuzlanan suwlaryň köpüsini ýönekeý silkelemegiň kömegi bilen aýryp bolýan bolsa, adsorbsion suwlara bu usul düýbünden täsir etmeýär. Şonuň üçin solwat bardalaryna garşy göreşmegiň iň amatly usuly, olaryň döremeginiň önüni almakdyr. Polimerleriň yerlikli ulanylmagy, suw talap edýän sementiň we suwuň ulanylyşyny has azaltmak bilen, solwat bardalarynyň emele gelmegini 90 %-e çenli kemeltmäge mümkinçilik berýär. Sebäbi solwat bardalaryny diňe gidratlaşmadan artykmaç goşulýan suw emele getirýär.

Bulardan başga, polimerler portlandsementiň gidratlaşmagynda emele gelýän işjeň minerallar bolan CaO we Ca(OH)₂ bilen täsirleşip, birinjiden, gataýan betonyň aşa gyzmagynyň önüni alýarlar, ikinjiden, suwda ereýän elementleri baglaýarlar we gidrotehniki betonlar üçin has wajyp bolan wezipäni ýerine ýetirýärler.

Betonlary polimerler bilen modifisirlemegiň birnäçe görnüşleri bolýar:

- polimerleri betonyň düzümine ergin ýagdaýda ýa-da suwdaky erginini (suwda ereýän polimerleri) goşmak;
- taýýar önümiň üstüne polimer siňdirmek;
- betonyň ýüzünde polimer gatlak döretmek;
- polimer süýümleri we dolduryjylary ulanmak.

Polimerler bilen modifisirlenen betonlaryň, adaty betonlardan artykmaçlyklary:

1. Modifisirlenen betonlaryň berkligi, mehaniki agramlaryň ähli görnüşine (süýnme, gysylma, egrelme) garşy ýokarlanýar. Aýratyn hem adaty betonlaryň has gowşak tarapy bolan süýnmä we egrelmä garşy berkligi has artýar;

2. Deformatiw häsiýetleri güýçlenýär. Bu bolsa polimerleriň ýokary süýgeşiklik häsiýetlerini ýüze çykarmagy sebäpli, dinamiki täsirlere garşylygynyň artmagyna getirýär;

3. Himiki durnuklylygy has ýokarlanýar;

4. Iýilmegi kemelýär;
5. Adgeziýa häsiýetleri güýçlenýär.

Polimerler bilen modifisirlenen betonlar kompozision materiallara degişli. Bu ýerde matrisa beton, ikinji fazanyň ornuny polimer goşundy eýeleýär.

11.7. Betonlaryň we bişirilýän materiallaryň önümçiligine degişli ykdysady nazaryýet

Betonlaryň we bişirilýän materiallaryň aýratynlyklary, ulgamlardaky himiki-tehnologik prosesleri suratlandyrmak arkaly öwrenilýär. Himiki-tehnologiýa himiki reaksiýalaryň netijesinde emele gelýän özgermeleri, köpçülikleýin önümçilikde tehniki taýdan maksadalaýyk we ykdysady taýdan amatly usullar bilen amala aşyrmagy öwrenýär. Her dürli himiki-tehnologik prosesleriň esasy elementleri çig mal, energiýa we enjamlar. Bu elementler bilen bilelikde, ykdysadyýetiň üýtgeýän şertleri, ylmyň we tehnikanyň gazananlary göz önünde tutulyp, berk baglanyşykda garalýar.

Himiki tehnologiýanyň ösmeginde, barlaghana gözlegleriniň uly ähmiýeti bardyr. Bu gözlegler, köplenç, önümçilik şertlerinden aýratynlykda alnyp barylýar we kärhanalardaky netijeler bilen hemişe gabat gelip durmaýar. Ýöne olaryň berýän nusgalyk materiallary, gelejekde täze tehnologiýalary ele almaga mümkinçilik berýär. Barlaghanalarda «ideal şertler» döredilip, keseki täsirleri aýyrmaga mümkinçilikler bolýar. Önümçiligiň masştablary täze faktorlary ýüze çykarýar. Bu ýagdaýlar başga tehniki-ykdysady görkezijilere eltýär, käte bolsa, başga himiki we fiziki-tehniki netijelere we täze önümiň döremegine getirip bilýär. Şol sebäpli, barlaghanalarda gazanylýan netijeler önümçilik şertlerinde hökman synagdan geçirilmelidir.

Tehnologik prosesiň tehniki-ykdysady görkezijilerini häsiýetlendirýän *esasy görkezijiler*:

- önüm birligine çig malyň we energiýanyň harçlanylyşy;
- önümiň çykyşy, hili we durkyny saklaýşy;

gelistirilýän görkezijiler:

- zähmetiň we enjamlaryň öndürilijiligi;

- prosesleriň intensiwligi;
- önümçilige sarp edilýän düýpli çykdajylar;
- önümiň özüne düşýän gymmaty.

Eger esasy görkezijiler effektiv bolup, gelip çykýan görkezijiler ýaramaz bolsa, onda munuň sebäbini, ilkinji nobatda, enjamlaryň ornaşdyrylyşynda, umumy önümçiligiň gurnalýşyndaky kemçiliklerden gözlemeli. Ýöne esasy görkezijiler effektiv däl bolsa, onda bular ýaly önümçiligiň, has dogrusy bular ýaly tehnologiýanyň mundan beýläk gerekligi hakynda sorag goýulmalydyr.

Önümiň ykdysady tygşytlylygy diňe bir tehnologik proses bilen kesgitlenmän, ýurtdaky we aýry-aýry etraplardaky konýunktura prosesleri bilen hem kesgitlenýär. Şu ugurda ýangyjyň, elektrik energiýasynyň, buguň, çig mallaryň, ulag şertleriniň ýerinde özüne düşýän bahasy, taýýar önümiň özüne düşýän gymmaty we düýpli çykdajylar kesgitlenýär.

Häzirki himiýa tehnologiýasynyň esasy wezipelerini şeýle kesgitlemek bolar:

- tebigy baýlyklaryndan aňrybaş tygşytly peýdalanmak;
- çig mallardan himiki öwrülişikleriň netijesinde maddalary sintezlemek;
- täze maddany ahyrky köpçülikleýin önüme öwürmek;
- zähmetkeşler üçin we töwerekde ýaşayan ilat üçin, ýokary tehniki-ykdysady görkezijiler bilen bilelikde, zerur bolan sanitar-gigiýena şertlerini üpjün edýän enjamlary işläp düzmek.

Bu prosesde başlangyç mineral çig mallar, köpçülikleýin önüme öwürülýär.

Himiki önümçiligiň tehnologik shemasy (shemada ulag işleri göz önünde tutulmady).

Çig maly almak: ätiýaçlyk gurlarynyň barlagy; durnuklylyk ýagdaýyna baha bermek; işleriň dogry usulyny saýlap almak.

Çig mallary taýýarlamak: baýlaşdyrmak, owratmak, guratmak ýa-da çyglyandyrmak, şeýle hem çig mallary tehnologik proses üçin zerur bolan ýagdaýa getirmek üçin ýerine ýetirilýän beýleki işler.

Garyndyny taýýarlamak: düzümiň hasabyny (asyl komponentleriň gatnaşygyny kesgitlemek) we garmagyň prosesini saýlamak (çig mal garyndysyny taýýarlamagyň çygly ýa-da gurak usuly we ş.m.).

Betonlarda – önümi taýýar görnüşe getirmek: betony galyplara ýerleşdirmek we soňraky idegi amala aşyrmak.

Keramiki we silikat materiallarda – reaktora taýýarlamak (görnüş bermek): önümi takyk ölçegler boýunça görnüşe getirmek, çyglylygyny sazlamak we ş.m.

Reaktorda işläp bejermek: keramiki we silikat önümçiliginde esasy himiki reaksiýalar reaktorda, ýagny peçde we awtoklawda bolup geçýär.

Çykarmak we saýlamak: peçden we awtoklawdan taýýar önümi aýyrmak we hili boýunça ýerleşdirmek.

Halk hojalygynnda organiki däl maddalaryň tehnologiýasy, esasan, metallurgiýa we silikat materiallary boýunça has ösendir. Metallurgiýa pudagynda esasy meseleleriň biri, metallary dürli garyndylardan (şol sanda kremniý we kisloroddan) arassalap, mümkin boldugyça sap metallary almakdyr. Silikat daşlarynyň önümçiligi, dürli garyndylaryň emele gelmeginde bolup, olaryň tehniki häsiýetlerini, esasan, kremnili we kislorodly garyndylar kesgitleýär. Bu garyndylar köpdürli okislerden we çylşyrymly kompleksleýin birleşmelerden ybarat. Giňişlikde bu birleşmeleriň ýerleşmegi, her dürli fiziki-himiki şertlere we asyl çig mal komponentleriniň häsiýetlerine bagly.

Betonlaryň tehnologiýasy, okisleriň özara täsirini kesgitleýän örän köp prosesleri öwrenýär, bu ýagdaý ylmy klassifikasiýany işläp çykarmagyň esasy bolmalydyr.

Organiki berkidijileriň esasynda taýýarlanylýan emeli gurluşyk konglomeratlary

Organiki berkidijileriň esasyndaky gurluşyk konglomeratlary, organiki däl berkidijileriň esasyndakylar ýaly bişirilmeýänlere degişlidirler. Sebäbi olaryň gatamagy adaty temperaturalarda ýa-da 180-220°C-dan ýokary bolmadyk temperaturalarda bolup geçýär.

Bu materiallara polimer berkidijileriň esasyndaky konglomeratlar, bitum ýa-da dýegot baglaşdyryjy maddalarynyň esasynda taýýarlanýan iri däneli betonlar we ownuk däneli (çägeli) erginler degişli. Bu konglomeratlaryň öndürilişiniň we ulanylyşynyň tehnologik döwründe, olar umumy kanunalaýyklyklar we ylmy prinsipler boýunça häsiýetlendirilýär. Organiki däl esasy garyndylar ýaly, organiki berkidijileriň esasyndaky garyndylaryň hem dolduryjy komponentleri bolýar, matrisanyň funksiýasyny bolsa, berkidijiler ýerine ýetirýärler. Bu garyndylarda hem beýleki emeli konglomeratlarda bolşy ýaly, kapillýar-öýjükli göwrüm we degişýän bölümleri bolýar, ýöne düzüm, ölçeg, san görkezijileri boýunça tapawutlanýarlar.

Berkidiji bölek, geterogen ulgam bolup, organiki baglaşdyryjylardan ybarat bolan suwuk fazadan we dag jynslaryndan taýýarlanýan külke komponentden ybarat.

Organiki baglaşdyryjy maddalar tebigy we emeli görnüşlerde emele gelýän gaty, süýgeşik hem suwuk görnüşlerdäki, ýanmaga ukyply, molekulasynyň düzümünde uglerod bolan himiki birleşmeler. Ýöne düzümi uglerodly, ýanmaga ukyply himiki birleşmeler örän köpdür. Mälim bolan ýedi million himiki birleşmeleriň arasynda diňe üç yüz müň töwereginde bu atom ýokdur. Şonuň üçin organiki baglaşdyryjylar babatda kesgitli çäkler goýulýar. Olar berkidiji (sementleýji) häsiýetli bolýarlar we organiki eredijilerde (benzolda, toluolda, kerosinde, ligroinde we başg.) ereýärler (kábiri eremän çişýär), bulardan başga-da, olar gidrofob häsiýetli bolup, mineral maddalara ýeterlik adgeziýa ýüze çykarýarlar.

Gurluşykda esasy ulanylýan organiki baglaşdyryjy maddalara polimerler, bitumlar, dýegotlar we pekler degişli. Dýegotlar we pekler gaty ýangyçlar işlenende emele gelýärler we biziň ýurdumyzda öndürilmeýär diýen ýalydyr. Şonuň üçin biz, bitumlar, has uly depginler bilen ösýän polimer baglaşdyryjylaryň tebigaty we tehnologiýasy babatda durup geçeliň.

12.1. Umumy maglumatlar

Bitumlar (sanskritde «gwitumen» *şepbik* diýen manyny aňladýar) gara ýa-da goýy-goňur reňkli organiki maddalar bolup, ýokary molekulýar uglewodorodlaryň kükürt, azot we kislorod bilen birleşmelerinden ybaratdyr. Otag temperaturasynda bitumlar gaty, şepbeşik, şepbeşikplastik we suwuk halda bolýarlar. Olar benzolda, toluolda, ksilolda, hloroformda, kükürtli uglerodda we käbir beýleki organiki eredijilerde doly ereýärler. Gyzdrylanda ýeňil hereketlenýän suwuklyga öwrülýärler, sowadylanda ýene-de goýalýarlar. Olaryň hakyky dykzlygy $1g/sm^3$ töweregidir.

12.2. Bitumlaryň görnüşleri, düzümi we häsiýetleri

Emele gelşi boýunça bitумыň tebigy we emeli gönüşleri bolýar. **Tebigy bitumlar** uzak wagtyň dowamynda nebit ýataklaryna klimatyň we geologik faktorlaryň täsirinde okislenme prosesleri, uglewodorodlaryň polimerleşmegi, ýeňil nebit fraksiýalarynyň bu-garmagy ýaly prosesleriň netijesinde emele gelýärler. Tebigy bitumlar Ýer gabygynyň ýokarky gatlalarynda ýatýarlar ýa-da ýüzleý köller görnüşinde üýşýärler.

Gatlaklardaky bitum ýataklary hekdaşlaryna, dolomitlere we beýleki öýjükli dag jynslaryna siňip, olaryň öýjüklerinde ýerleşýärler. Bu dag jynslarynda bitумыň mukdary 5–20% aralygynda bolýar. Jynslarda bitумыň mukdary 10%-den ýokary bolanda, ony saýlap almagy ýola goýmak amatly bolýar. Dag jynslaryndan bitum almagyň esasy usullary suwda gaýnadyp almak we organiki eredijiler bilen ekstrahirlemek. Birinji usul, tygşytly bolýar, ýöne bitумыň belli bir bölegi ýitirilýär. Ikinji usulda, bitумыň ählisi diýen ýaly saýlanyp alynýar.

Jynslarda bitumyň mukdary az bolsa, ol külke ýagdaýa çenli owradylp, asfaltbetonlara, mastikalara we beýleki garyndylara goşulýar.

Nebit bitumlary nebitden alynýar. Gyzdyrmak arkaly nebitden suwuk ýangyç komponentleri – benzin, ligroin, kerosin saýlanlyýar. Soňra, 300–400°C-da wakuum bilen çalgy ýaglary aýrylýar. Nebitden ýanyjy we ýaglaýjy minerallar aýrylandan soňra, gapda goýy şepbeşik galyndy – gudron galýar. Gudron suwuk bitum bolup, goýy we ýarymgoýy bitumlaryň çig malydyr. Agyr nebitler işlenende 7–8%, ýeňil nebitlerde 1 % töweregi gudron galýar.

Alnyş usulyňa görä, nebit bitumlarynyň bölünişi: **okislenen bitum** gudrony howa bilen üfläp okislemek usulynda alynýar; **galyndy bitum** – gudrondan ýaglary alnansoň galýan bitum; **kreking bitumy** nebit krekiniň galyndylaryny okislendirilip alynýan bitum; **asfaltsyzlanan bitum** gudronyň asfalten-şepbikli bölegini propan bilen çökmek usulynda alynýar; **kislotaly bitumlar** turşy gudronlary täzeden işlemek arkaly alynýar.

Bitumlaryň himiki düzümi (massasy boýunça %-de): uglerod 70–87, wodorod 8–12, kükürt 0,5–7, kislorod 0,2–12 we azot 0–2. Bu elenentler dürli molekulýar massaly (400-den 5000-e çenli), dürli hatardaky predel uglewodorodlaryny, ýagny parafinleri (C_nH_{2n+2}), naftenleri (C_nH_{2n}) we aromatik uglewodorodlary (C_nH_{2n-6}) emele getirýärler. Kislorod, kükürt, azot ýaly elementler ON, N_2H , SH, COOH ýaly işjeň funksional toparlaryň düzümine girýärler. Bitum molekulalarynyň esasy bölegi uglerod bolup, olaryň sany, köplenç, 25–150 aralykda bolýar. Molekulalardaky atomlaryň sanyna we olaryň özara ýerleşişine baglylykda, maddanyň häsiýetleri üýtgeýär. Mysal üçin, birleşmäniň molekulýar massasy näçe uly boldugyça, şonça-da molekulalaryň özara täsiri güýçli bolýar. Aromatik uglewodorodlar ýylylygyň, kislorodyň we ultramelewşe şöhleleriň täsirine durnukly bolýar, olaryň okislenmegi şepbikleriň emele gelmegine getirýär. Metan uglewodorodlary köp gezek gäytalanýan CH_2 we CH_3 böleklerden ybarat göni zynjyrlar bolup, pes temperaturalarda kristallaşyp, bitumyň hilini peseldýärler. Naften uglewodorodlary okislenende, olaryň bir bölegi şepbiklere öwrülýär.

Bitumlaryň himiki düzümi çylşyrymly bolandygy sebäpli, olar düzüminiň konsistensiýasy boýunça toparlara bölünýärler. Bitumlary häsiýetlendirýän esasy toparlar aşakda görkezilýär.

Ýaglar bitumyň ýeňil (molekulýar massasy 300–600 aralygy) we suwuk bölegi olaryň reňki açyk-sary, hakyky dykzlygy $0,6–1 \text{ g/sm}^3$ aralykda bolýar. Bitumlaryň massasy boýunça 35–60%-i ýaglardan ybarat. C:H gatnaşygy ýaglar üçin 0,55–0,60 bolup, organiki mineralyň aromatikliginiň derejesini aňladýar.

Şepbikler siklli we geterosiklli gurluşly uglewodorodlardan ybarat bolup, olaryň molekulýar massasy 600–1000 aralykda, goýy goňur reňkli, hakyky dykzlygy 1 g/sm^3 töweregi bolýar. Şepbikleriň düzüminde uglewodorodlaryň kükürtli, azotly we kislorodly polýar birleşmeleri has köp bolup, olar bitumyň üst işjeňligini ýokarlandyrýarlar we daş materiallary bilen adgeziýasyny güýçlendirýärler. C:H gatnaşygy 0,6–0,8-e deň. Şepbikler benzolda gowy ereýärler. Olar şepbeşikplastik maddalar bolup, bitumlaryň süýgeşikligini we suwa durnuklylygyny ýokarlandyrýarlar hem-de onuň ortaça 20–40% düzümini tutýarlar.

Asfaltenler gaty, eremesi kyn maddalar bolup, dykzlygy 1 g/sm^3 -den biraz ýokary, molekulýar massasy 1000–5000 aralykda bolýar. Olar hloroformda, gyzgyn benzolda dörthlorly uglerodda ereýärler, ýöne ýeňil benzinde eremeýärler. Asfaltenleriň C:H atom gatnaşygy 0,8–1 töweregi bolýar. Olar bitumlaryň temperatura durnuklylygyny, şepbeşikligini, gatylygyny ýokarlandyrýarlar we bitumlaryň berkligini üpjün edýärler. Asfaltenler bitumlaryň düzüminde 10–40% möçberinde bolýarlar

Karbenler we karboidler kislorodly we kükürtli polisiklli birleşmeler bolup, bu gaty maddalar bitumlaryň şepbeşikligini, portlugyny artdyrýarlar. Olar hloroformda, gyzgyn benzolda we dörthlorly uglerodda eremän, diňe kükürtli uglerodda ereýärler. Adatça, karbenler we karboidler bitumyň düzüminde az mukdarda bolup, onuň häsiýetlerine kän bir täsir etmeýärler. Kreking bitumlarynda, olaryň mukdary 1–3%-e ýetip bilýär.

Asfaltogen kislotalary etil spirtinde gowy ereýärler. Bu kislotalar polýar häsiýetli bolup, üst-işjeň maddalaryň funksiýasyny ýe-

rine ýetirýärler. Asfaltogen kislotalarynyň anhidridleri hem şu topara degişlidirler. Asfaltogen kislotalarynyň we olaryň anhidridleriniň umumy mukdary 3 %-e çenli bolsa-da, olar bitумыň daş materiallaryna bolan ýokary adgeziýa häsiýetlerine ýardam edýärler.

Parafinler gaty metan uglewodorodlaryna degişli bolup, bitумыň häsiýetlerini peseldýärler. Has hem iri kristally parafinler bitумыň süýgeşikligini peseldip, portlugyny artdyrýarlar. Bitumda parafiniň mukdary 6–8%-e ýetip bilýär.

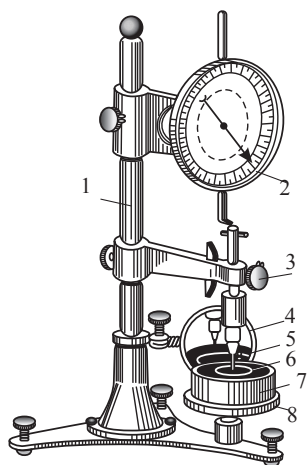
Bitумыň häsiýetleri bu komponentleriň mukdar gatnaşygyna baglydyr.

Içki gurluşy boýunça bitумыň dispersion fazasy şepbikleriň ýaglardaky ergini, dispers fazasy bolsa, gurşawda 18–20 *mkm* ölçegli makromolekulalara çenli kolloid-eredilen, asfaltenler, karbenler we karboidlerdir. Fazalaryň araçäginde asfaltenleriň makromolekulalarynda asfaltogen kislotalary adsorbirlenýärler.

Gün radiasiýasynyň, ýokary temperaturalaryň, howadaky kislorodyň täsiri bilen ýaglaryň şepbiklere, şepbikleriň asfaltenlere himiki öwürülmegi netijesinde, bitumlaryň topar düzümi hem üýtgeýär. Temperaturasyna baglylykda, bitумыň gurluşy käte, pes şepbeşikli zol tipinde, käte hem, ýokary şepbeşikli gel tipinde bolup bilýär. Gyzdrylanda bitумыň şepbeşikligi birden peselýär.

Gaty (gel görnüşli) bitumlaryň, esasan, penetrasiýasy, süýgeşikligi (duktilligi) we ýumşayan temperaturasy kesgitlenilýär.

Bitumlaryň penetrasiýasy 25°C-da, 100 g yük täsir edýän standart inňäniň 5 sekundyň dowamynda ýa-da 0°C-da, 200 g yük bilen, 60 sekundyň dowamynda inňäniň girmeginiň çuňlugy boýunça kesgitlenilýär. Ol şepbeşiklige ters bolan ululygy, ýagny akyjylygy görkezýär we penetrometrde graduslarda aňladylyr (81-nji surat). Her bir gradusda, inňe bitu-



81-nji surat. Penotrometr:

- 1–şatiw; 2–siferblatly disk; 3–gysyjy enjam;
4–aýna; 5–inňe; 6–bitum;
7–suwly gap; 8–stoljuk

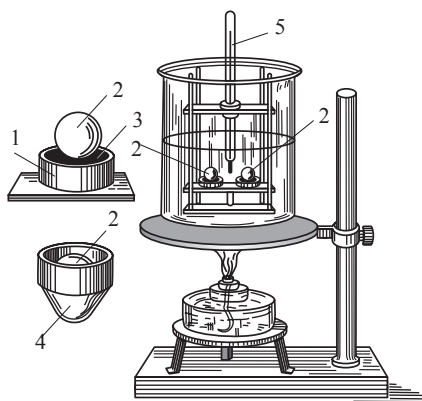
ma 0,1 mm aralaşýar. 25°C-da şepbeşik we gaty bitumlaryň penetrasıyasy $P_{25} = 5 - 300$ aralygynda bolýar.

Suwuk bitumlaryň (zol tipli) şertli şepbeşikligi bitумыň kesgitli mukdarynyň (50 sm^3) wiskozimetriň deşiginden bir-iki standart temperaturalarda (C_{25}^5 we C_{60}^5) akýan wagty boýunça kesgitlenilýär. Bu ýerde ýokarky indeks standart deşigiň diametri, aşaky synag temperaturasyny aňladýar.

Şepbeşik we gaty bitumlaryň ýumşayan temperaturasy «Halka we şar» usuly bilen kesgitlenilýär (82-nji surat). Bu usulda, bitумыň gaty ýa-da şepbeşik-plastik haldan suwuk hala geçýän temperaturasy kesgitlenilýär. Bitумыň ýumşamak we portlanmak temperaturalarynyň tapawudyna süýgeşiklik interwaly diýilýär. Bu interwal uly bolduğça bitумыň hili ýokary hasaplanýar.

Şepbeşik we gaty bitumlaryň süýgeşikligi sekizlik nusgalar bilen duktilmetrde 25 we 0°C-da kesgitlenilýär. Nusga synagyň başynda inçe sapak görnüşinde süýnmäge başlaýar. Şol sapagyň üzülýän pursadyndaky sapagyň uzynlygy abzal tarapyndan santimetrlerde hasaba alynýar we bitумыň duktilliginiň ölçegi bolýar.

Bitumlaryň esasy aýratynlyklarynyň biri olaryň ýokary adgeziýasydyr. Adgeziýany kesgitlemek üçin birnäçe usullar işlenip düzüldi. Synlamak arkaly bitумыň daş materialyna ýelmeşmegi, baş ballyk şkala bilen bahalanýar. Bu usulda, 140–160°C gyzgynlykda 1 sagat saklanan çagyl, 140–160°C gyzgynlykdaky bituma 15 sekundyň dowamynda batyrylýar we 1 sagat sapakdan asylyp saklanýar. Eger distillirlenen suwda 30 minut gaýnadylandan soňra, çagylyň daşyndaky bitum perdesi doly saklanyp galsa, onda bitумыň adgeziýasyna 5 bal berilýär; eger bitum perdesi mineral dänelerden doly aýryl-



82-nji surat. «Halka we şar» enjamy (bitумыň ýumşamaklyk temperaturasyny anyklamaklyk üçin enjam):
1 – halka; 2 – şar; 3 – bitum; 4 – halkadan gysylyp çykarylýan bitum; 5 – termometr

ýan bolsa, ýelmeşmek örän ýaramaz hasaplanýar we 1 bal bilen bahalanýar.

Esasy häsiýetlerine baglylykda, şepbeşik (gaty) bitumlar markalara bölünýärler. Nebit bitumlary (NB) dört markada goýberilär: NB 60/90, NB 90/130, NB 130/200, NB 200/300. Drobdaky sanlar berlen markadaky bitum üçin 25°C-da ýol berilýän penetrasiónyň çäklerini aňladýar. Ýol nebit bitumlary baş sany markada goýberilýär: ÝNB 40/60, ÝNB 60/90, ÝNB 90/130, ÝNB 130/200 we ÝNB 200/300 (*10-njy tablisa*). ÝNB markaly bitumlar daş materiallary bilen gowy sepleşigi bilen tapawutlanýarlar, şeýle hem olaryň pes temperatura-larda ýokary süýgeşikligi we klimatyň täsirlerine durnuklylygy bolmalydyr.

Örtüklük we suw geçirmeýän materiallar üçin ÖNB 45/180 (siňdirilýän), ÖNB 90/40 we ÖNB 90/30 (örtüklük) markaly bitumlar ulanylýar (*11-nji tablisa*). Drobuň sanawjysy ýumşayan temperaturasynyň ortaça derejesini, maýdalawjy 25°C-da penetrasióna görkezijileriniň ortaça derejesini aňladýar.

Bulardan başga, nebit bitumlary turbageçirijileri korroziýadan goramak üçin (INB), gurluşyk maksatlary üçin (NB markaly), suw gecirmeýän we ýokary termodurnukly laklaryň önümçiliginde (ýörite himiki işlemek arkaly alynýan gowulanan bitumlar we ş.m.) ulanylýar.

10-njy tablisa

**Ýol nebit we gurluşyk nebit bitumlarynyň häsietnamasy
(TDS boýunça)**

Bitumlaryň markalary	Iňňäniň aralaşýan çuňlugy, mm, azyndan		«Halka we şar» boýunça ýumşayan temperaturasy, °C, pesinden	Süýnmekligi, sm, azyndan	
	25°C	0°C		25°C	0°C
ÝNB 200/300	201-300	45	35	–	20
ÝNB 130/200	131-200	35	39	65	6
ÝNB 90/130	91-130	28	43	60	4,2
ÝNB 60/90	61-90	20	47	50	3,5
ÝNB 40/60	40-60	13	51	40	–
NB 50/50	41-60	–	50	40	–
NB 70/30	21-40	–	70	3	–
NB 90/10	5-20	–	90	1	–

Örtüklük nebit bitumlarynyň (ÖNB) häsietnamasy (TDS boýunça)

Örtüklük bitumlaryň markalary	Iňňäniň aralaşýan çuňlugy, <i>mm</i> 25°C-da	«Halka we şar» boýunça ýumşaýan temperaturasy, °C	Tutaşmak temperaturasy, °C, pesinden
ÖNB 45/180	140-300	35-45	240
ÖNB 90/40	35-45	85-95	240
ÖNB 90/30	25-5	85-95	240

Şepbeşik (gaty) bitumlardan başga, gurluşykda 100°C-a çenli gyzdyrylyp ýa-da sowuklygyna (15–20°C temperaturada), suwuk bitumlar hem ulanylýar. Wagtyň geçmegi bilen uçujy fraksiýalaryň bugarmagy, okislenmek we beýleki prosesleriň netijesinde, suwuk bitumlar goýalýarlar. Suwuk bitumlaryň möhüm häsiýetlerine şepbeşikligi, goýalmagynyň tizligi, uçujy fraksiýalar bugarandan soňra, galyndynyň häsiýetleri, adgeziýasy, tutaşýan temperaturasy we howada durnuklylygy degişli.

Suwuk bitumlar goýalmagynyň tizligi boýunça ortaça goýalýanlara we haýal goýalýanlara bölünýärler. Kerosin, benzin, ligroin we ş.m. önümler bilen suwuklandyrylan bitumlar ortaça goýalýarlar. Haýal goýalýan bitumlar ýagly nebit önümleri, tebigy şepbikli nebitler, mazut we ş.m. önümler bilen suwuklandyrylýar.

Şepbeşik bitumlar, ýeňil suwuklandyryjylar, ulanylanda 80–90°C, agyr suwuklandyryjylar, ulanylanda 130–140°C çenli gyzdyrylýar. Agyr suwuklandyryjylar, aýry gapda gyzdyrylyp, soňra suwuklandyrylýan bituma goşulyp garylýar. Gurluşykda suwuk bitum hökmünde ýokary şepbikli agyr nebitler hem ulanylýar.

12.3. Bituma garylýan mineral dispers dolduryjylar

Bituma garylýan mineral külkeler, berkligi 20 MPa-dan pes bolmadyk hekdaşlaryny, dolomitleri, asfalt jynsly hek daşyny we dolomit daşlaryny owratmak arkaly alynýar. Kulkäniň esasy hil häsiýetnamalarynyň biri ownuk üwelmegidir. Kulkede 0,071 mm-den ownuk bölejikleriň 70%-den az bolmazlygy zerurdyr. Elegiň 1,25 mm-lik gözünden kulkäniň hemmesi, 0,315 mm-lik gözünden 90%-den az bolmadyk bölegi geçmeli.

Külkäniň gidrofillik koeffisiýenti binar dispers ulgamynyň suwa durnuklylygyna, aýaza durnuklylygyna we beýleki häsiýetlerine täsir edýän möhüm görkezijileriniň biridir. Ol şu formula boýunça kesgitlenýär:

$$K = V_s / V_k,$$

bu ýerde V_s we V_k —suwda we kerosinde 3 gün çyg çekip çişen mineral külkesiniň göwrümi. K -nyň ululygy 1-den uly bolmaly däl. Gidrofilligiň ölçenilişiniň başga usullary hem bar.

Zawod şertlerinde mineral külkeler çyg çekmekden we ýelmeşmekden goralýan şetlerde saklanmaly, sebäbi olar gury görnüşinde ulanylýar. Toýunsow bölejikleriň mukdary 1,5% bilen çäklendirilýär.

Mineral külkeler hökmünde, düzüminde toýun garyndysy bolmadyk beýleki dag jynslaryny hem ulanmak bolýar.

12.4. Asfalt berkidijisiniň emele gelmeği

Bitumlaryň kalsit, dolomit ýaly ýokary položitel potensialy we Ca^{2+} , Mg^{2+} ýaly adsorbsion merkezli mineral külkeler bilen özara täsirinde, bitумыň göwrüm halyndan diffuz-solwatlanan halyna depginli geçýär. Şu gurluşda, bitумыň ýuka gatlagyny (perdesini) külkeleriň bölejjekleriniň üstünde saklaýan «ankerli», berk himiki we hemosorbsion baglanyşyklary emele gelýär. Şol sebäpli, asfalt betonlarynda ýokary işjeňlikli bitum ulanmak maksadalaýyk bolýar.

Bitum kislorod ionlary O^{2-} görnüşindäki otrisatel belgili, ýokary potensialy kwars, kaolinit, kremniý, granit we ş.m. mineralar bilen özara täsirleşende, bitum-mineral ulgamynda fazalaryň polýarlygynyň iň az peselmesi bolýar. Bu toparyň külkeleri bitum bilen degşenlerinde, otrisatel adsorbsiýany ýüze çykarýarlar. Olaryň wezipesi bitумыň giňişlikdäki torunyň mikroboşluklaryny doldurmak bilen çäklenýär. Bitum perdesi bölejikleriň üstünde iki-ýeke ankerler bilen örän gowşak saklanýar.

Grafit, meýdan şpatlary, slýudalar ýaly neýtral we gowşak otrisatel zarýadly üstleri bolan külkeler işjeňligi boýunça aralyk häsiýetlere eýedirler.

12.5. Asfalt betonynyň dispers däl dolduryjylary

Asfalt betonynyň önümçiliginde iri we ownuk däneli dolduryjylar, ýagny çagyl we çäge ulanylýar.

Çagyl berk we aýaza durnukly dag jynslaryndan taýýarlanylýar. Bu maksatlar üçin, köplenç, granitler, gabbro, diabaz, bazalt, andezitler, gneýs, trahitler, hekdaşy hem-de dolomit ulanylýar. Çagylyň düzümünde toýunly we tozanly fraksiýalaryň mukdary 2%-den geçmeli däl.

Çagylylyk magmatik we metamorfik dag jynslarynyň gysylmaga berkligi suwdan doýgun ýagdaýynda 100 *MPa*-dan, çökündi jynslaryňky 80 *MPa*-dan pes bolmaly däl. Ýol örtgüleriniň aşaky gatklary üçin bu talaplar 20–25% peselýär. Ýokary gatlak üçin, plastina we iňne şekilli daşlaryň mukdary 15%-den, aşaky gatlaklar üçin 25%-den geçmeli däl. Çagyl mümkin boldugyça kub şekiline ýakynrak bolmaly. Ýokary gatlak üçin niýetlenilen çagyl aýaza durnuklylyk sikleriniň 50-sine, aşaky gatklaryň çagyly 25-isine döz gelmelidir. Çagylyň iriligi 3–5 *mm*-den 40 *mm* aralygynda bolýar. Ýokary gatlak üçin fraksiýalaryň interwaly dar çäklenilýär.

Tebigy çagyllar ulanylanda, onuň 50%-den az bolmadyk bölegini emeli döwmek kabul edilendir. Onuň düzümünde kremnili bölejikler 25%-den, gowşak jynslar bolsa 10%-den geçmeli däl.

Çagyllar şu fraksiýalara bölünýär: 20–40; 10–20; 5(3)–10 *mm*.

Çägäniň tebigy we emeli görnüşleri ulanylýar. Olar iri we ownuk görnüşlere bölünýärler. Çäge bölünende, araçäk fraksiýa hökmünde 1,25 *mm* ýa-da 0,63 *mm* ulanylýar. Çägeleriň däneleriniň ölçegleri: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,30; 0,14 *mm*.

Elegiň 0,14-lik gözünden çägäniň 15%-den köp bölegi geçmeli däl. Tozanly, toýunsowly we gyrmançaly garyndylar tebigy çägede 3%-den, döwlen çägede 5%-den geçmeli däl.

12.6. Asfalt betonlary

Asfalt betony (asfaltbeton) asfalt berkidijiden we dolduryjy komponentlerden ybarat gurluşyk materialydyr. Garyndyda iri dolduryjy (çagyl) ýok bolsa, onda alynýan gurluşyk konglomeratyna çäge asfalty ýa-da asfalt ergini diýilýär. Asfalt betonlary we erginle-

ri ýollarda, aerodromlarda, dürli örtüklerde, gidrotehniki desgalarda, başga-da şuna meňzeş ýerlerde ulanylýar. Düşelýän temperaturasyna baglylykda gyzgyn, ýyly we sowuk asfaltbetonlar tapawutlandyrylýar. Değişlilikde, gyzgyn asfaltbetonda şepbeşik bitumlar, oňa görä ýumşagrak bitumlar ýyly betonda, hereketli bitumlar we bitum emulsiýalary sowuk asfaltbetonda ulanylýar. Zawodlaryň esasy önümçiligi 150–180°C-da goýberilýän gyzgyn asfaltbetonlar.



83-nji surat. Asfalt örtügini dykzlandyryýan aram agyrylykdaky katok

Asfaltbeton massasynyň düşelýän prosesindäki alamatlary we dykzlandyrylyşy boýunça asfaltbetonlar we erginler gaty, süýgeşik hem-de guýma görnüşlerde bolýarlar. Gaty we süýgeşik massalar agyr hem-de aram katoklar (83-nji surat) bilen, guýulýan asfaltbeton massasy ýörite walkalar bilen dykzlandyrylýar. Asfaltbeton massasy düýpli we wagtlaýyn zawodlarda taýýarlanylýar.

Asfaltbeton örtüginin häsiýetleriniň daşky şertlere görä üýt-gäp durýandygy göz önünde tutulmaly. 20–25°C-da asfaltbetonyň maýyşgakşepbeşik we elastikşepbeşik häsiýetleri ýüze çykse-da, ol ýokary temperaturalarda şepbeşikplastik jisime, pes temperaturalarda bolsa, maýyşgakport jisime öwrülýär.

Asfaltbetonyň mehaniki berkligi—diametri 50,5×50,5, beýikligi 71,4×71,4 mm-lik silindr görnüşli standart nusgalarda, ýük

goýulmanyň bellenen tizliginde (3 mm/s), 20, 50 we 0°C temperaturalarda kesgitlenýär.

20°C-da asfaltbetonyň gysylmaga berklik çägi 2,5 MPa töweregi bolsa-da, süýnmäge garşylygy bu görkezijiden 6–8 esse pes bolýar. Temperaturanyň peselmegi bilen gysylmaga berklik çägi artýar (-15°C-da 15–20 MPa çenli), ýokarlanmagy bilen peselýär (+50°C-da 1,0–1,2 MPa).

Beýleki tehniki häsiýetnamalaryndan iýilmäge we suwa durnuklylygyny bellemek bolar.

12.7. Asfalt betonynyň görnüşleri

Gyzgyn asfaltbetondan başga, ýyly, sowuk we guýma asfaltbetonlar goýberilýär.

Ýyly asfaltbeton, köplenç, dürli örtükleriň aşaky gatklary üçin ulanylýar. Olarda ÝNB 130/200, ÝNB 200/300 we suwuk bitumlar ulanylýar. Ýyly asfaltbeton garyjydan bitumyň asyl şepbeşikligine baglylykda, 90–130°C-da goýberilýär we örtüklerde 50–100°C aralygynda, taslama galyňlygyndan 15–20% galyň (tekizlenende sazlamak üçin) düşelýär.

Sowuk asfaltbetonda suwuk bitum, suwuklandyrylan şepbeşik bitum ýa-da bitum emulsiýalary ulanylýar.

Sowuk asfaltlar suwuk we suwuklandyrylan bitumlaryň esasynda gyzgynlygyna, bitum emulsiýasynyň esasynda sowuklygyna taýýarlanylýar. Çygly howada düşelende, bitum emulsiýasynda taýýarlanylýan sowuk asfalt ulanylýar.

Guýma asfalt betonyny sowuk howalarda (-10°C-a çenli) hem düşemek bolýar. Öň belläp geçişimiz ýaly, olary agyr katoklar bilen dykzlandyrmak hem gerek däl. Olaryň başga artykmaçlyklaryndan uzak ömürliligini, iýilmäge durnuklylygyny we бүдүр-сүдүрлигинi bellemek bolar. Onuň esasy kemçilikleri, ýokary temperaturalarda süýşme deformasiýalaryna sezewar bolýanlygy we sowukda jaýrylanlygydyr. Guýma asfaltbeton düşelenden soňra, atmosfera temperaturasyna çenli sowandan, ulanmaga ýaramlydyr.

Sökülen asfalty täzeden ulanmak köp mukdarda bitumy we beýleki çig mallary tygşytlamaga mümkinçilik berýän tehnolo-

giýadyr (84-nji surat). Asfaltbeton zawodlary gurlanda, bu usula uýgunlaşdyrylan bolmaly ýa-da olar gaýtadan enjamlaşdyrylmaly. Sebäbi zawodlarda bitum we çagyllar üçin önümçilik liniýasy bolup, köne asfalt üçin liniýa göz öňünde tutulmadyk bolsa, onda ol önümçilikde köne asfalty ulanyp bolmaýar.

Asfaltbetony gaýtadan ulanmagyň tehnologiýasy köne betony owratmakdan, ony gyzdyrmakdan we esasy önüm bilen garmakdan ybaratdyr. Önümiň hilini peseltmezden, onuň düzümine aýrylan asfaltyň 20–25 %-ini goşmak bolýar.



84-nji surat. Ýörite tehnikalaryň kömegi bilen sökülän asfaltyň täzeden ulanyma taýýarlanylşy

12.8. Asfalt betonynyň düzümini modifisirlemek

Modifisirlenen bitumlaryň önümçiliginiň ýyl-ýyldan artmagynyň birnäçe düýpli sebäpleri bardyr. Olaryň esasylyry bitumlaryň tygşytlanmagy sebäpli asfaltbeton gatlagynyň ýukaldylmagy, gatnawyň depgininiň ýokarlanmagy bilen ýol materialynda mehaniki dartgynlygyň artmagy, täze tehnologiýalaryň ornaşdyrylmagy bilen organiki polimerleriň elýeter bolmagy.

Bitumyň modifikasiýasynda stiroł-butadiýen-stiroł, polibutadiýen, etilenwinilasetat, poliolefinler we başga-da köpdürli polimerler ulanylýar.

Ýol örtüğine 3–5% mukdarda stiroł-butadiýen-stiroł goşulanda, bu garyndy hereket edýän ulagyň täsiri bilen döreyän dartgynlyklary

çalt aýyrmaga ukyplylyga eýe bolýar. Şonuň üçin bu modifikator aýratyn agyr şertlerde işleýän örtüklerde (köprülerde, estakadalarda) giňden peýdalanylýar.

Ulanylýan termoelastik polimerleriň arasynda, öňdäki rol termoplastlara, elastomerlere we termoelastaplara degişlidir. Olaryň ýokary maýyşgak-elastik häsiýetleri bolany sebäpli, bitum matrisasyndaky dolanyşyksyz deformasiýalaryň önüni alýarlar.

Termoplastlar ulanylan bitumlarda, beton, deformasiýa garşy durýan, giňişleýin gaty gözenegiň döremegi arkaly modifisirlenýär. Olara polipropilen, etilenwinilasetat we başgalar degişlidir. Üznüksiz giňişleýin gözenek, bitумыň düzümünde 4 % termoplast bolanda emele gelýär. Termoplastlar asfaltbetonlaryň adgeziýa häsiýetlerini, ýylylyga durnuklylygyny, süýgeşikligini ýokarlandyrýarlar we pes temperaturalarda portlugyny peseldýärler. Termoplastlar 150–170°C-da eredilip goşulýar.

Kompozisiýanyň häsiýetiniň üýtgemeginiň esasy sebäpleriniň biri, polimerleriň molekulýar massasynyň bitумыňkydan ýokarylygy bilen düşündirilýär we goýulygyny artdyrmak bilen bilelikde, onuň gatamagyna ýol bermeýär. Polimerleriň ýokary mehaniki häsiýetleri bolsa, bitумыň we tutuş betonyň urga durnuklylygyny artdyrýar.

Modifisirlenen bitumlaryň önümçiligini çäklendirýän esasy faktor, ol hem polimerleriň bahasynyň gymmatlygydyr. Şol sebäpli, köp ýurtlarda bitumlarda galyndy polimerleri ulanmagyň mümkinçiliklerine uly üns berilýär. Hususan-da, asfaltbetonlary galyndy rezinler bilen modifisirmekde, işler ýokary depginde alnyp barylýar.

Ulanyşdan galan awtomobil we traktor şinalaryny asfaltbetonyň düzümünde ulanmak, asfalt betonlaryny modifisirmegiň ýaýran görnüşleriniň biridir.

Häzirki döwürde köne rezin önümlerini gara ýollarda ulanmaklygyň birnäçe usuly hödürilenip, önümçilige giňden ornaşdyrylýar. Bu tehnologiýalar diňe bir betonyň häsiýetlerini ýokarlandyrmak, eýsem, gurşawyň ekologiýa ýagdaýyny gowulandyrmaga hem goşant bolýar. Sebäbi häzirki döwürde bu galyndylaryň esasy bölegi täzeden işlenmän, ýakmak arkaly ulizirlenilýär. Bu bolsa atmosfera gurşawyna, örän zyýanly himiki işjeň birleşmeleriň bölünip çykmagyna getirýär.

Öñler şinalary arassalamak we owratmak işleri uýgunlaşdyrylmadyk enjamlarda, pes öndürijilik bilen ýerine ýetirilýärdi. Häzirki döwürde bu aýratyn pudaga öwrülip, onuň islegleri boýunça ýörite tehnikalar we tehnologiýalar işlenilip taýýarlanylýar (85-nji surat).



85-nji surat. Asfalt betonyna goşulýan reziniň taýýarlanylşy

Asfaltbetonlaryň düzüminde köne rezinleriň ulanylmagy, olaryň süýgeşiklik interwalynyň artmagyna, portluk temperaturasynyň peselmegine we ýumşayan temperaturasynyň ýokarlanmagyna ýardam edýär; şunuň bilen birlikde, ulaglaryň tekeri bilen betonyň arasyndaky sürtülmesini artdyryp, «togtadylýan ýoluň» gysgalmagyna getirýär.

12.9. Asfaltbeton örtükleriniň gurluşynyň bozulmagy

Asfaltbetonlarda berkidiji material hökmünde nebit bitumлары ulanylýar. Organiki baglaşdyrjy materiallar asfaltbetonlaryň esasy düzümlük bölegi bolup, olaryň ýol gurluşyk häsiýetlerini kesgitleýär.

Organiki berkidiji materiallaryň asfaltly betonlardaky wezipesi, aýratyn mineral bölejiklerden, mehaniki täsirlere we atmosfera faktorlaryna garşy durup biljek monolit emele getirmekten ybaratdyr. Şeýle hem bu materiallar ýol düşeginiň zerur bolan süýgeşikligini üpjün edýärler.

Bitum materiallarynyň uly ýetmezçiligi, olaryň baglaşdyrjy häsiýetleriniň temperatura göre üýtgeşme durmagy we şonuň bi-

len baglanyşykly mehaniki häsiýetleriniň hem durnuksyz bolmagy. Berkligi ýokary (pes penetrasiýaly) bitumlar ulanylanda, olaryň süýgeşikligi pes bolup, köp sanly ulyly-kiçili jaýryklar emele gelýär. Ýokary penetrasiýaly (süýgeşik) bitumlar ulanylanda, jaýryklaryň emele gelmegi azalýar, ýöne berkliginiň pesligi sebäpli asfaltbetonyň üstki gatlagynda tiz wagtda (has hem tomus döwri) бүдүр-сүдүрликler emele gelýär we ýol ulanmaga oňaysyz ýagdaýa gelýär.

Bitumlaryň häsiýetleri üç sany esasy görkezijiler bilen kesgitlenýär. Olar:

- şepbeşikligi (penetrasiýasy);
- ýumşayan temperaturasy;
- süýnme derejesi (duktilligi).

Bitumlarda bu üç häsiýeti bilelikde ýokarlandyryp bolmaýar. Mysal üçin, ýokary şepbeşikli bitumlaryň ýumşayan temperaturasy ýokary bolsa-da, süýnme derejesi (süýgeşikligi) pes bolýar.

Asfaltbetonyň gowşamagy diňe bir temperatura bilen bagly bolman, suw gurşawy bilen hem bagly. Suw faktory bilen gurluş bozulmalary, bitum perdesi bilen mineral bölejikleriň arasyndaky baglanyşygyň gowşamagy netijesinde bolup geçýär. Özi hem diffuziýanyň intensiwligi ýokary boldugyça, şonça-da betonyň gurluş bozulmalary çalt geçýär. Suwuň diffuziýasy (suw molekulararynyň «batyp galmagy») bitumda asfaltenleriň az bolmagy, asfalten kislotalarynyň köp bolmagy, mineral dolduryjylaryň ýokary gidrofilligi ýaly sebäpler bilen üýze çykyp, üstüň gidrofilleşmegine ýardam edýär.

Asfalt betonyň gurluşynyň bozulmagyny togtatmak üçin, beton taýýarlananda hem-de ulanylyş döwründe, onuň ýokary dykzlygyny üpjün etmek we saklamak, monolitiň deformatiwligini ýokarlandyrmak üçin komponentleri goşmak (ýol berilýän çäklerden çykmazlyk bilen), asfaltbetonyň gidrofoblygyny ýokarlandyrmak, ýüzleý gatklary wagtynda dikeltmek we olary daşky agressiw gurşawdan ygtybarly goramak, aralaşýan suwy energetiki baglaşdyrýan durnuklaşdyryjylary düzümlere girizmek ýaly dürli çäreler görülýär.

Türkmenistanda dürli bitum önümleriniň we yssy klimata durnukly asfaltbetonyň önümçiligi düýpli ýola goýulýar. Ýöne ulanylan asfaltbetony gaýtadan işlemek boýunça, entek ýerine ýetirilmeli işler bar.

13.1. Polimerler

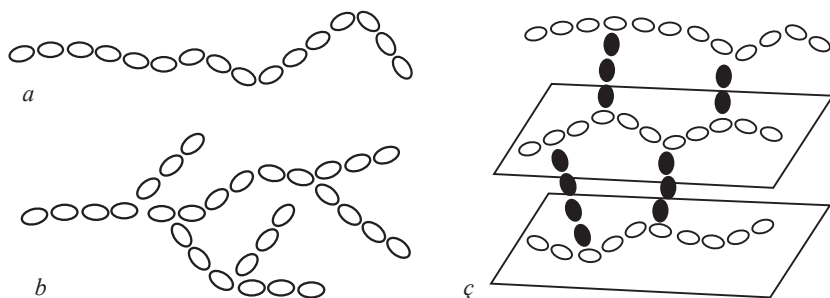
Polimerler ýokarymolekulýar maddalar bolup, olaryň molekulalary, biri-birleri bilen kowalent baglanyşyklary arkaly makromolekulalary emele getirýän ägirt köp mukdardaky gurluş bölümlerinden ybaratdyr. Makromolekulalaryň molekulýar massasy onlarça we ýüzlerçe mün birliklere barabar bolup, käbir polimerleriňki million birlikden hem aşýar.

Polimerler organiki we organiki däl görnüşlere bölünýärler. Organiki polimerleriň organiki dällerden tapawudy, makromolekulalaryň düzümünde uglerodyň bolmagydyr. Organiki polimerler tebigy we emeli görnüşlere bölünýärler. Tebigy organiki polimerleriň arasynda agaç materiallaryny bellemek bolar. Olaryň düzümindäki sellýuloza we lignin tebigy polimerleriň adaty mysallarydyr. Tebigy sellýulozadan dürli reagentleriň täsiri arkaly etilsellýuloza, metilsellýuloza, benzilsellýuloza ýaly ýönekeý we nitrosellýuloza, asetilsellýuloza ýaly çylşyrymly efirler öndürilýär. Bu materiallar dürli laklaryň we ýelimleriň önümçiliginde giňden ulanylýar. Beýleki tebigy organiki polimerler häzirki döwürde has seýrek ulanylýar. Olaryň arasynda soýulýan mallaryň galyndylaryny bellemek bolar. Olar dürli ýelimlerde we köpürjikli betonlarda ulanylýar. Şeýle hem organiki polimerlere gurluşykda ulanylýan kauçuk, pagta, deri, ýüň, gamyş we ş.m. materiallar degişli.

Gurluşyk işlerinde ulanylýan polimerleriň esasy bölegi emeli polimerlerdir. Olar monomerler diýlip atlandyrylýan pesmolekulýar maddalaryň belli bir şertlerde kowalent baglanyşykly himiki birleşmekleriniň netijesinde emele gelýärler.

Türkmenistanda sintetik polimerleriň we plastmassalaryň önümçiligi ýyl-ýyldan artýar. Olaryň arasynda Balkan welaýatynda, Gyýanlyda gurlup, ulanylmaga berlen polimer zawodyny, Bagtyýarlyk etrabyndaky turba zawodyny we başga-da birnäçe kärhanalary

tapawutlandyrmak bolar. Balkandaky polimer zawodynda, häzirkki zaman tehnologiýalaryny ulanyp, ýokary hilli polietilen, polipropilen we beýleki önümler köp mukdarda öndürilýär. Ýurdumyzyň plastmassa önümleri zawodlarynda täze polimer önümleri bilen bilelikde, ulanylan polimerleri gaýtadan işlemäge hem uly üns berilýär. Munuň özi diňe bir ykdysady tygşytlýlyga getirmän, ekologiýanyň arassalygyny goramaga hem goşant bolýar.



86-njy surat. Polimerleriň gurluşynyň görnüşleri:

a) çyzykly; b) şahaly; ç) torly

Polimerleriň molekulýar massasy boýunça bölünişi:

- 1) oligomerler – $MM < 5000$;
- 2) polimerler – $5000 < MM < 500\,000$;
- 3) ýokarymolekulýar polimerler – $MM > 500\,000$.

Polimerleriň aglabasy ikinji topara degişlidir. Polimerleriň makromolekulalary çyzykly, şahaly we torly görnüşlere bölünýärler (86-njy surat). Makromolekulalaryň gurluşy, olaryň gyzdyrylandaky we sowadylandaky häsiýetlerini kesgitleýär.

Termoplast polimerleriň temperaturalara durnuklylygy makromolekulalaryň arasyndaky baglanyşyk güýçleri bilen kesgitleýär. Bu baglanyşygyň energiýasy $10-40\text{ kJ/mol}$ -a deňdir. Polimer gyzdyrylanda, makromolekulalaryň arasyndaky baglanyşyk bozulýar, sowadylanda bolsa täzeden döreýär. Makromolekulanyň zynjyryndaky kowalent baglanyşygynyň energiýasy $200-460\text{ kJ/mol}$ -a ýetýär. Termoplast ereme temperaturasyna çenli gyzdyrylanda, kowalent baglanyşyklaryň bozulmaýandygy sebäpli, makromolekulalaryň himiki gurluşy saklanyp galýar. Ergin sowadylanda, polimer öňki hä-

siýetlerine eýe bolýar. Termoplastlaryň bu häsiýetleri, ulanylan polimer galyndylaryny täzedan ulanmaga mümkinçilik berýär.

Termoreaktiv polimerler keseligine kowalent baglanyşykly makromolekulalardan ybarat bolup, torly gurluşa eýedirler. Termoreaktivleriň gyzdrylmany, materialyň eremegine däl-de, giňişlikdäki torunyň bozulmagyna getirýär. Şol sebäpli reaktoplast polimerlerden diňe bir gezek önüm taýýarlamak mümkin.

Organiki polimerleriň, köplenç, amorf gurluşy bolýar. Ýöne käbir polimerler kristal ýa-da amorf-kristal gurluşy bilen häsiýetlendirilýär.

Alnyşy boýunça polimerler iki topara bölünýärler: polimerizasiýa (esasan, termoplastlar) we polikondensasiýa (köpüsi termoreaktivler) usullary. Polimerizasion polimerler, monomerleriň elementar böleklerini uzyn zynjyrlara birleşdirmek arkaly alynýar. Bu usulda, monomerleriň atomlary bozulmaýar we reaksiýada goşmaça önümler emele gelmeýär, monomeriň we polimeriň himiki düzümi bolsa birmeňzeş bolýar. Polimerleşmek prosesine iki ýa-da birnäçe monomer gatnaşyp bilýär, şonda bu prosese polimerdeşlik, emele gelýän önüme bolsa polimerdeş diýilýär.

Polikondensasion polimerler iki ýa-da birnäçe pesmolekulýar maddalaryň birleşmeginde (polikondensasiýasynda) emele gelýär. Bu usulda, esasy önümden başga-da goşmaça birleşmeler suw, spirt we ş.m. maddalaryň emele gelýändigini sebäpli, polimeriň himiki düzümi asyl çig mallardan tapawutlanýar.

Bu iki usulda hem ulanylýan monomerler, tebigy we nebit gazyny, daş kömrünü, ammiagy, kömürturşy gazyny, beýleki maddalary täzedan işlemek arkaly alynýar. Polimerizasiýa we polikondensasiýa prosesleriniň bolup geçmegi bilen, makromolekulalarda atomlaryň sany we emele gelýän polimerleriň molekulýar massasy artýar. Molekulýar massasynyň artmagy bilen, polimeriň eremegi we süýgeşikligi peselýär, esasy häsiýetleriniň biri bolan berkligi bolsa, molekulýarara güýçleriniň artýan effekti boýunça ýokarlanýar. Polimeriň häsiýetlerine baglanyşygyň wodorod görnüşiniň (has hem wodorod kislorod ýa-da azot bilen baglanyşykda bolanda) täsiriniň hem uludygyny bellemek gerek. Wodorod baglanyşygy, kowalent baglanyşykdan gowşak bolsa-da, molekulýarara baglanyşykdan has güýçlüdir.

Polimerleriň köp sanly artykmaçlyklary (dykzlygynyň we ýylylyk geçirijiliginiň pesligi, himiki durnuklylygy, berkligi we ş.m.) bilen birlikde, birnäçe kemçilikleri hem bardyr. Olar gyzgynlyga durnuklylygynyň, üst gatylygynyň, maýyşgaklyk modulynyň pesligi, könelegenligi we bahasynyň gymmatlygydyr. Bu kemçilikleri dolduryjlary we goşundylary ulanmak arkaly azaltmak mümkin.

13.2. Polimerizasion polimerler (termoplastlar)

Termoplast polimerleriň alnyş shemasy: $nM \rightarrow (M)_n$, bu ýerde M – asyl monomeriň molekulasy; $\rightarrow(M)_n$ – n sany monomer düzüljilerden ybarat, himiki sintezden soňky makromolekula; n – polimerleşme derejesi.

Senagatda polimerizasiýanyň blokda, erginde we emulsiýada (suspenziýada) öndürilişi ýaly üç usuly ulanylýar.

Blokly polimerleşme gaýtalanýan ýa-da üznüksiz usulda, erdijisiz ýerine ýetirilýär. Birinji usulda, reaksiýa geçýän gabyň görnüşini alýan polimeriň blogy ulanylýar; ikinji usulda, polimer ergininiň reaktordan üznüksiz akdyrylmagy bolup geçýär.

Ergindäki polimerleşme «lakly» usulda we polimeri eretmeýän suwuklykda ýerine ýetirilýär. Ereýjide taýýarlanylýan polimer göni lak görnüşinde ulanylýar ýa-da eredijiden çökmek, ýa-da bugartmak arkaly saýlanýar. Ikinji usulda, diňe monomeri eredýän suwuklyk ulanylýar. Polimer çöküni görnüşinde öz-özünden saýlanýar.

Emulsion ýa-da suspenszion polimerleşmek köp polimerleri öndürmekde has ýaýran usuldyr. Bu usulda, dispersion gurşaw hökmünde emulgatorly suw ulanylýar.

Esasy polimerizasion polimerlere polietilen, polipropilen, poliizobutilen, poliwinilhlorid, polistiro, poliakrilatlar we başgalar degişlidir.

Polietilen $[-CH_2-CH_2-]_n$ etileniň polimerleşmeginiň önümi. Ol 3–4 mm ölçegli däneler we ak külke görnüşinde goýberilýär.

Bu polimeriň asyl çig maly etilen gazy $CH_2 = CH_2$ bolup, esasan, nebiti gaýtadan işlemekde alynýar. Polietilen ýokary basyşda (300 MPa-çenli), aram basyşda (3,5–7 MPa) we pes basyşda (0,5–3 MPa) öndürilýär.

Polietileniň molekulýar massasy, pes basyşda öndürilende 10 000–50 000, ýokary basyşda öndürilende 80 000–400 000 aralygynda bolýar. Üzümäge garşylyk çägi, molekulýar massasyna baglylykda 18–25,5 *MPa* aralaykda, ereme temperaturasy 110–125°C, maýyşgaklyk moduly 150–180 *MPa* aralygynda. Pes basyşda öndürilýän polietileniň kristallaşyandygy sebäpli, süýgeşikligi pes, gatylygy ýokary bolýar.

Polietilen turbalaryň, perdeleriň, suw geçirmeýän materiallaryň, gaplaryň, santehniki enjamlaryň önümçiliginde ulanylýar.

Polipropilen $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$ propileniň eredijilerde (benzin, propan we başg.) polimerleşmeginiň önümi. Polipropileniň çig maly, nebitiň krekisinde bölünip çykýan yssyz gaz propilen. Polipropileniň polimerleşmegi, adatça, 4 *MPa* basyşda, 70°C-da geçirilýär. Polimeriň molekulýar massasy 35 000–150 000 aralykda bolýar. Polipropilen organiki eredijilere durnuklydyr. Onuň esasy kemçiligi, Gün şöhleleriniň täsiri astynda gurluşynyň bozulmagyna sezewar bolýanlygy. Polipropilenden turbalar, perdeler, süýgeşik merdiwanlar we beýleki konstruksiýalar taýýarlanylýar.

Polistirol $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$ stirolýň polimerleşmeginiň önümi. Bu material dury listler, däneler we ak külke görnüşinde öndürilýär. Bu polimeriň çig maly stirol $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ daşkömür şepbiginden, benzoldan we etilenden alynýan reňksiz suwuklyk. Stirol Gün ýagtysynyň we ýylylygyň täsirinde aňsatlyk bilen polimerleşýär. Önümçilik şertlerinde 80°C-da, perekis birleşmeleriniň täsiri bilen polimerleşýär.

Polistirolýň ýokary mehaniki häsiýetlerine ($R_s=35-60$ *MPa*, $R_g=80-110$ *MPa*) we suwa durnuklylyga eýedir. Onuň molekulýar massasy 50 000–300 000 aralykda, ýylylyk geçirijiligi 0,10–0,15 *Wt/(mK)*; kislotalaryň we aşgarlaryň täsirine ýokary durnuklylyk görkezýär. Polistirol port bolýar we onuň ýylylyga durnuklylygy pes bolýar.

Polistiroidan suw geçirmeýän perdeler, ýüze örülýän plitalar, suwgeçiriji turbalar, ýylylyk geçirmeýän materiallar we başga önümler öndürilýär.

Poliwinilhlorid $[-\text{CH}-\text{CH Cl}-]_n$ hlorly winiliň polimerleşmeginiň önümi. Ol 0,01–0,1 mm ölçegdäki külke görnüşinde goýberilýär.

Poliwinilhloridiň çig maly hlorly winil $\text{CH}_2-\text{CH Cl}$ atmosfera basyşynda efir ysly gazdyr. Ol asetilenden ýa-da dihloretandan alynýar.

Poliwinilhloridiň ýokary urga durnuklylygy, üzülmäge ýokary garşylygy (60 MPa çenli), aşgar we kislota erginleriniň täsirlerine durnuklylygy, dielektrik häsiýetleri bolýar. Ýylylyk geçirijiligi 0,16 Wt/(mK), gatylygy HB 16.

Poliwinilhloridiň kemçiligi ýumşayan temperaturasynyň ýokary dældigi (70°C). Bu polimer 140–150°C çenli gyzdyrylanda, onuň hlorly wodorod bölüp çykarmak arkaly dargamagy başlanýar.

Poliwinilhloridiň esasynda sintetik linoleumlar, pollar üçin plitajyklar, turbalar, penjireler üçin profiller, gapylar we başga-da köp önümler öndürilýär.

Poliizobutilen $[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-]_n$ izobutileniň polimerleşmeginiň önümi bolan reňksiz we yssyz material. Poliizobutileniň önümçiligi pes temperaturalarda alnyp barylýar. Onuň çig maly, nebit gäytadan işlenilende emele gelýän izobutilen.

Poliizobutileniň molekulýar massasy 50 000 birlikden pes bolanda, ol şepbeşik suwuklyk görnüşinde bolýar. Tehnikada bu polimer uly molekulýar massaly (300 000) görnüşde peýdalanylýar. Şonda poliizobutilen kauçuga çalymdaş häsiýetlere eýe bolup, otnositel uzalmasy 1000–2000 %-e ýetýär. Poliizobutilen plitalar we listler görnüşinde, suw geçirmeýän material hökmünde ulanylýar. Kauçukdan tapawutlylykda, poliizobutilen wulkanizasiýa ukyply däl.

Poliwinilasetat winilasetat bilen uksus kislotasynyň ýa-da winil spirtiniň efiriniň zynjyrly polimerleşmeginiň önümidir. Bu polimer reňkleýji materiallarda we beýleki önümlerde ulanylýar. Poliwinilasetatyň elastikligi, ýagtylyga durnuklylygy we dürli üstlere ýelimlenmek häsiýetleri bolýar.

Inden-kumaron polimerleri inden-kumaronyň we olaryň gomologlarynyň polimerleşmeginiň önümi. Olaryň çig mallary çig benzoldan ýa-da daş kömür şepbiginiň fenol fraksiýasyndan alynýar. Bu polimerler, pollar üçin plitalary, içerki diwar üçin reňkleri we laklary taýýarlamak üçin ulanylýar.

Polimetilmetakrilat (organiki aýna) metakril kislotasynyň metil efiriniň polimerleşmeginiň önümi. Ol listler, bloklar we preslenýän külkeler görnüşlerindäki örän dury material.

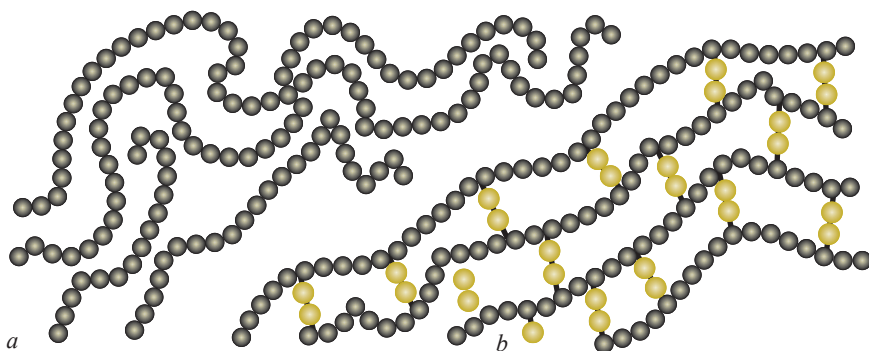
Organiki aýnanyň çig maly, çylşyrymly usul bilen asetondan sintezlenýän metilmetakrilatdyr. Polimetilmetakrilatyň polimerizasiýasy 200 000-den ýokary molekulýar massany almak üçin blokly usulda, 4000 – 100 000 aralykda almak üçin emulsiýaly usulda alnyp barylýar.

Organiki aýnadan taýýarlanylýan önümleriň gysylmaga berkligi 160 *MPa*, süýnmäge berkligi 100 *MPa* çenli bolup, ýokary urga durnuklylygy bolýar. Bu material mehaniki işläp bejermek üçin oňaýly bolýar we sowuk temperaturalarda mahsus häsiýetlerini saklaýar. Polimetilmetakrilat örän dury bolany sebäpli, ultramelewşe şöhleleriniň 74%-e çenlisini geçirmäge ukyply. Ýöne bu polimer aggressiw täsirlere durnuksyz bolýar, organiki eredijilerde (aseton, uksus kislotasy we başg.) aňsatlyk bilen ereýär, şeýle hem ot degende, derrew tutaşyp ýanýar. Polimetilmetakrilatyň bahasynyň gymmatlygy we iýilmäge durnuklylygynyň pesligi, onuň gurluşykda ulanylyşyny çäklendirýär.

Polimetilmetakrilat ýörite maksatly binalary aýnalamak üçin, ýagny dükanlaryň witrinalarynda, ýyladyşhanalarda, keselhanalarda we ş.m. ýerlerde ulanylýar. Bu material reňkli, dury we dury däl görnüşlerde öndürilýär.

Sintetik kauçuklar izopren, diwinil (butadiýen), hloropren we ş.m., uglewodorod monomerleriniň zynjyrlý polimerleşmeginiň elastik önümleri (*87-nji surat*). Izopren –35°C-da suwuklyga öwrülýän gaz bolup, senagat möçberlerinde izobutilen bilen formaldegidiň täsirleşmeginde alynýar. Diwinil izopren ýaly reňksiz gaz bolup, spirtde, butandan we asetaldegidde alynýar hem-de sintetik kauçuklaryň önümçiliginde has köp ulanylýar. Hloropren reňksiz suwuklyk bolup, asetilenden we hlorly wodoroddan sintezlenýär.

Asyl monomerine baglylykda, polimerleşme prosesinde sintetik kauçuklaryň izoprenli, butadiýenli, butadiýen-stirolly, hloroprenli we beýleki görnüşleri alynýar.



87-nji surat. Kauçugyň (a) we reziniň (b) gurluşy

Asyl monomerine baglylykda, polimerleşme prosesinde sintetik kauçuklaryň izoprenli, butadiýenli, butadiýen-stirolly, hloroprenli we beýleki görnüşleri alynýar.

Izopren kauçuklarynyň toparynda butilkauçugy bellemek zerurdyr. ol izobutileniň az mukdardaky (1–5%) izopren bilen polimerleşmeginiň önümi bolup, sintetik kauçuklaryň iň möhümidir. Butilkauçuk elastik häsiýetli bolup, aýaza, suwa, kislorodyň we kislotalaryň täsirine durnukly. Soňky döwürde, poliizopren kauçuklarynyň ähmiýeti ýokarlanýar. Bu kauçuklaryň himiki düzümi we gurluşy, tebigy kauçuklara örän ýakyn bolany sebäpli, häsiýetleri hem olara çalymdaş. Poliizopren kauçuklarynyň ýokary berklik häsiýetleri, gyzgynlyga we okislenmäge durnuklylygy bolýar.

Butadiýen kauçuklarynyň toparyndan poliwinil kauçugyny tapawutlandyrmak bolar. Ol dünýäde ilkinji sintezlenen kauçukdyr. Häzirki döwürde bu topara degişli polidiwinil, butadiýen-stirol, butadiýen-nitril we başga kauçuklar öndürilýär. Elastikligi boýunça bu kauçuklar tebigy kauçuga ýakyn bolup, ýylylyga we iýilmäge durnuklylygy boýunça has artykmaç häsiýetleri ýüze çykarýarlar.

Hloropren kauçuklary, hloropreniň emulsion polimerleşmeginde alynýar. Bu kauçuklaryň ýelimlik häsiýeti, kislorodyň, ýagtylygyň, kislotalaryň we aşgarlaryň täsirine durnuklylygy bolýar. Ýöne bu polimerler ottag temperaturasynda kristallaşagan bolýarlar we olaryň aýaza durnuklylygy pes bolýar.

Gurluşyk işlerinde sintetik kauçuklar ýelimleriň we mastikalaryň önümçiliginde, dürli ýslary jebislemek üçin, dürli rezinleri öndürmek üçin, dürli polimerleri modifisirlemek üçin, dürli lateksleri öndürmek üçin we beýleki maksatlar üçin ulanylýar.

13.3. Polikondensasion polimerler

Polikondensasion polimerler polikondensasiýa reaksiýasynyň üsti bilen alynýar. Bu reaksiýalar, adatyça, gyzdymak arkaly ýa-da katalizatorlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Reaksiýanyň netijesinde, polimerden başga suw, hlorly wodorod, spirtler we ş.m. pesmolekulýar önümler bölünip çykýarlar. Asyl çig mallaryň düzümine baglylykda, polimerlere termoplastik häsiýetleri berýän çyzykly zynjyrlar ýa-da termoreaktiv häsiýetleri ýüze çykarýan giňişlikdäki gurluş emele gelýär.

Gurluşykda esasy ulanylýan polikondensasion polimerlere fenolformaldegid, karbamid, poliefir, epoksid, poliamid we käbir beýleki polimerler degişlidir.

Fenolformaldegid polimerleri ($C_6H_5CH_2OH$)_n fenolyň (C_6H_5OH)_n we formaliniň (CH_2O) polikondensasiýasynda alynýar. Asyl komponentleriň gatnaşygyna we katalizatorlara baglylykda, fenolformaldegid polimerleriniň dürli görnüşleri öndürilýär. Reaksiýa aşgar gurşawda geçirilende we formaldegidiň agdyklyk etmeginde tor şekilli (üç ölçegli) gurluşly rezol (termoreaktiv) makromolekulalar emele gelýärler. Rezol polimerleriniň polikondensasiýa prosesinde rezollary (*A*), rezistollary (*B*) we rezitleri (*C*) bellemek bolar.

A stadiýadaky polimer spirtde, asetonda we beýleki organiki eredijilerde ereýär we temperatura görä dürli tizlik bilen eremeýän hala geçýär (gataýar). *B* stadiýadaky polimer gyzdymakda eremeýär, organiki eredijileriň täsirinde diňe çişýär. *C* stadiýadaky polimerler gyzygynlygyň we eredijileriň täsiri astynda eremeýändigini bilen häsiýetlendirilýär.

Fenolformaldegid polimerleri ýokary üst gatylygy we portlugy bolan aýna şekilli materiallardyr. Bu polimerler agaja, nah matalara, kagyza görä ýokary adgeziýasy bilen tapawutlanýarlar. Olar

ýelimleriň, agaçýonuşgaly, agaçsüýümlü we gatlakly plitalaryň, başga köpdürli önümleriň önümçiliginde giňden ulanylýar.

Krezolformaldegid polimerlerinde $C_6H_4CH_3OH$ fenolyň ýerine krezol ulanylýar. Bu polimerler suwa we kislotalara durnuklylygy bilen tapawutlanýarlar. Olar guýma önümlerde, matanyň we kagyzyň esasyndaky gatlakly plastmassalarda ulanylýar.

Fenolfurfurol polimerleri $C_6H_4O_2$ fenolyň we furfurolyň polikondensasiýasynda emele gelýärler. Bu polimerleriň artykmaçlyklary çylşyrymly profilli önümler preslenende has ýüze çykýar.

Rezorsinformatdegid polimerleri $C_6H_4(OH)_2$ rezorsiniň we formaldegidiň kondensasiýasynda emele gelýärler. Bu polimerler ýylylyga durnuklylygy we gatylygy bilen tapawutlanýarlar. Olar ýelimleri, suw dispersiýalaryny we beýleki önümleri taýýarlamakda ulanylýarlar.

Karbamid (moçewinaformatdegid) polimerleri moçewinanyň formatdegid bilen polikondensasiýa reaksiýasynyň önümi.

Moçewina $[CO-(NH_2)_2]$ suwda we hloroformda ereýän reňksiz we yssyz kristal; ol ammiagyň we kömürturşy gazynyň garyndysyny basyş bilen gyzdyrmak arkaly alynýar.

Bu polimerler termoplast we termoreaktiv häsiýetli emele gelip bilýärler. Fenolformatdegid polimerleri bilen deňeşdirilende, olaryň bahasy arzan, ýöne suwa we himiki täsirlere durnuklylygy pes bolýar.

Bu polimerleriň esasyndaky önümler ýagtylyga durnukly bolýarlar we islendik reňklere gowy reňklenýärler.

Melaminformatdegid polimerleri melaminiň we formatdegidiň polikondensasiýasynyň önümi. Melamin (sianur kislotasynyň amidi) karbamiddan alynýan suwda ereýän kristal.

Bu polimerler moçewinaformatdegid polimerlerine çalyndaş bolup, berkligi, gatylygy we ýylylyga durnuklylygy ondan ýokary bolýar. Suwda ereýänligi sebäpli, bu materialyň gurluşykda ulanylyşy çäklidir.

Poliuretan diizosianatlar bilen köpatomly spirtleriň özara täsirleşmeginde alynýar.

Poliuretanlar, köplenç, çyzykly mikrokristal gurluşly polimerlerdir. Ýöne polireaktivligi ikiden ýokary bolan maddalar (triizosio-

natlar ýa-da üç atomly spirtler) ulanylanda, termoreaktiw görnüşleriň emele gelmegi mümkin.

Poliuretanlar süýümleriň, suw geçirmeýän perdeleriň, laklaryň we reňkleriň önümçiliginde ulanylýar.

Poliefir polimerleri köpesasly kislotalaryň spirtler bilen täsirleşmeginde emele gelýär. Bu polimerlerden has giňden ulanylýany gliserin $C_3H_5(OH)_3$ bilen ftal kislotasynyň anhidritiniň $(C_6H_4CO)_2 \cdot O$ täsirleşmeginde alynýan gliftal polimerleri.

Bu polimerler laklaryň, emallaryň we içki örtükleriň asyl suwa-gynda ulanylýar.

Malein anhidridi bilen etilenglikollaryň täsirleşmeginde alynýan polimerlere poliefirmaleinatlar diýilýär.

Poliefirleriň çig mal bazasynyň ösendigi we bahasynyň deňşdirerlik arzan bolandygy sebäpli, olar berk hem-de ýylylyga durnukly laklaýjy, reňkleýji örtgülerde giňden ulanylýar.

Epoksid polimerleri (poliepoksidler) epihlorgidriň fenollar, spirtler we aminler bilen täsirleşmesinde emele gelýärler.

Epoksid polimerleri ähli materiallara, şol sanda metallara, betonlara, agaja, aýnasüýimine, nah matalaryna örän ýokary adgeziýa häsiýetlerini ýüze çykarýarlar. Olaryň ýokary himiki durnuklylygy we deňşdirme ýokary ýylylyga (140–150°C-a çenli) durnuklylygy bardyr.

Poliamid polimerleri ikesasly kislotalar bilen, diaminleriň polikondensasiýa reaksiýasynyň önümi. Gurluşy we alnyşy boýunça, olar poliefirlere çalymdaşdyrlar. Bu polimerler termoreaktiw häsiýetli, eremesi kyn, ýokary gatylykly, mikrokristal gurluşly materiallardyr. Poliamid polimerleri beton işlerinde çyglylyk geçirmeýän perdeleri taýýarlamakda ulanylýar.

Kremniý organiki polimerler (poliorgansiloksanlar) makromolekulalarynyň esasy zynjyrlary kremniniň we kislorodyň gezekleşýän atomlaryndan ybarat, uglerod bolsa esasy zynjyryň daşyndaky topar-da ýerleşen polimerler.

Bu polimerler silikat materiallaryna mahsus bolan berkligi, gatylygy, ýylylyga durnuklylygy we organiki materiallara mahsus bolan elastikligi, gidrofoblygy, aýaza durnuklylygy ýüze çykarýarlar. Asyl

monomerleriň gurluşyna baglylykda, kremniorganiki polimerleriň çyzykly we giňişlikdäki gurluşy bolup bilýär.

Kremniý organiki polimerleriň esasynda laklaryň, emalaryň we plastmassalaryň köp görnüşleri öndürilýär. Bu materiallar organiki polimerlerden tapawutlylykda 400–500°C-a çenli temperaturalara durnuklydyr.

13.4. Plastmassalaryň dolduryjylary

Dolduryjylar polimer konglomeratlarynyň mehaniki berkliginiň, ýylylyga we oda durnuklylygynyň, elektrik hem-de ýylylyk geçirijiliginiň artmagyna getirýär. Dolduryjylar gymmat bahaly polimerleriň harçlanylyşyny azaldyp, önümiň bahasyny arzanlatmaga mümkinçilik berýärler. Dolduryjylar tebigy we emeli görnüşlerde bolýarlar. Tebigy dolduryjylardan kwars çägesi, hek, asbest, gips, barit, dolomit, kaolin, magnezit, owradylan slýuda, grafit we beýleki çig mallar ulanylýar. Emeli dolduryjylara tehniki uglerod, portlandsement, alýuminiý külkesi, polimerleriň külkeleri, çöýnuň, poladyň, nikeliň külkeleri, aýnanyň, farforyň uny, owradylan aýnasüýümi, agajyň uny we beýleki birnäçe materiallar degişli.

Süýümlü dolduryjylara asbest süýümleri, agaç süýümleri, aýnasüýümleri, daş (mineral) süýümleri, sintetik (neýlon, wiskoza we başg.) süýümler, pagta süýümleri, sellýuloza we beýleki süýümler degişli.

Listli dolduryjylara kagyz, matalar (aýna, polimer, nah we beýleki süýümlerden), adaty we asbest kartony, agaç listleri, metal listleri, torlar we beýleki dolduryjylar degişli.

Gatadyjylar monomerleriň we oligomerleriň gatamagyna ýardam edýän himiki maddalar. Olara katalizatorlar (kislotalar, aşgar duzlary), inisiatorlar (organiki we organiki däl perekisler), tizlendirijiler (mysal üçin, kauçuklaryň wulkanizasiýasyny tizlendirijiler) degişli.

Plastifikatorlar ulgamyň şepbeşikligini we aýnalaşmak temperaturasyny peseltmek, elastikligini we aýaza durnuklylygyny ýokarlandyrmak, dolduryjy goşmagy hem-de görnüş almagy aňsatlaşdyrmak üçin goşulýan maddalar.

Durnuklaşdyryjyklar konstruksiýalaryň we önümleriň ulanylyş döwründe gurluşyň bozulmagynyň önüni almak üçin goşulýan maddalar. Bu goşundylara aminler, fosfatlar, fosfitler, tioefirler we ş.m. degişli. Adatça, durnuklaşdyryjyklar polimeriň massasynyň 2–3%-inden köp goşulmaýar.

Ingibitorlar we haýalladyjyklar polimerizasiýa prosesini doly togtadyan ýa-da onuň tizligini peseldýän maddalar. Bu maksatlar üçin gidrohinon, kükürt, aromatik aminler urotropin we beýleki maddalar ulanylýar.

Reňkleýji maddalar önüme zerur bolan *koler* bilen üpjün etmek üçin ulanylýar. Plastmassalaryň önümçiliginde organiki däl pigmentler ohra, mumiýa, surik, umbra, ultramarin, hromuň oksidi we başg., şeýle hem organiki pigmentler nigrasin, hrizaidin ýaly materiallar ulanylýar. Litopon, titan dioksidi, sink oksidi we ş.m. ak pigmentleri goşmak bilen, plastmassalara ýagty öwüşginler berilýär.

Öýjük emele getirijiler materialda öýjükli gurluş emele getirmek üçin goşulýan köpürjikleýän maddalar. Esasy öýjük emele getiriji maddalar poroforlar, gyzdyrylanda gazlary bölüp çykarmak arkaly dargayarlar. Şeýle hem benzol, izopentan ýaly suwuk öýjük emele getiriji maddalar ulanylýar. Gaz görnüşli öýjük emele getirijilere howa we inert gazlar degişli.

Modifikatorlar polimerleriň belli bir ugur boýunça häsiýetlerini üýtgedýän gaty, suwuk we gaz görnüşli maddalar.

Modifikatorlar mineral we organiki düzümde bolýarlar. Olardan has köp ulanylýanlary: hlor, dürli kislotalar, tebigy bitumlar, pesmolekulýar kauçuklar, ösümlik ýaglary, kanifol, poliefirler, poliamidler, lateksler we başgalar. Modifisirlemek prosesiniň netijesinde, polimeriň düzümi we häsiýetleri gerekli ugruna üýtgedilýär.

Eredijiler polimerleri we plastmassanyň käbir beýleki komponentlerini ergin hala geçirmäge ukyply maddalar. Eredijiler laklaryň, reňkleriň, ýelimleriň, mastikalaryň, polimerbetonlaryň, polimererginleriň önümçiliginde has hem köp ulanylýar. Ereýjilik, köplenç, temperaturanyň ýokarlanmagy we amorfly bölejikleriň köpelmegi bilen artýar. Plastmassa önümçiliginde benzin, kerosin, uaýt-spirit, benzol, toluol, skipidar, metilhlorid, dihloretan, hlorbenzol, spirtler (metil, etil, butil, izopropil), çylşyrymly efirler (me-

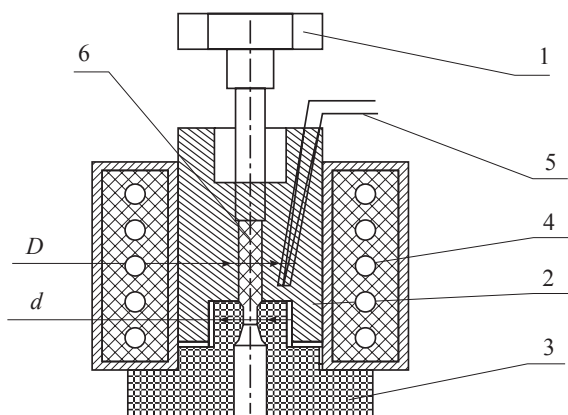
tilasetat, etilasetat, butilasetat, izoamilasetat) giňden ulanylýar. Ähli eredijiler ýangyn howply, köpüsiniň bolsa awuly bolany sebäpli, ulanylanda we saklananda olara aýratyn üns berilmek talap edilýär.

13.5. Plastmassalaryň önümçiligi

Gurluşyk plastmassalarynyň önümçiliginde, ähli gurluşyk materiallaryna mahsus bolan tehnologik amallar ýerine ýetirilýär. Olara düzümini işjeňleşdirmek boýunça taýýarlyk işleri, komponentleri dozalamak we garmak, dürli usullar (kalandrlarda walslamak, gyzygyn preslemek, basyşly guýmak, ekstruziýa (88-nji surat) we ş.m. usullar) arkaly görnüş bermek degişlidir.

Walslamak usulynda, ýumşadylan garynda, kalandrlaryň aýlanýan walkalarynyň arasyndaky yşda görnüş berlip, emele gelýän önümiň lentasynyň galyňlygyny we giňligini sazlamaga mümkinçilik bolýar. Bu tehnologiýa rulon materiallary, perdeler we beýleki önümler taýýarlanylanda ulanylýar.

Bu usuldan başga, rulon materiallarynyň önümçiliginde çalmak usuly hem ulanylýar. Önümleri çalmak usuly bilen taýýarlamagyň esasy tehnologik amallary, linoleum massasyny matanyň ýüzüne çalmak, termoişlemek, dykzlandyrmak we taýýar linoleum lentasyny sowatmakdan ybarat.



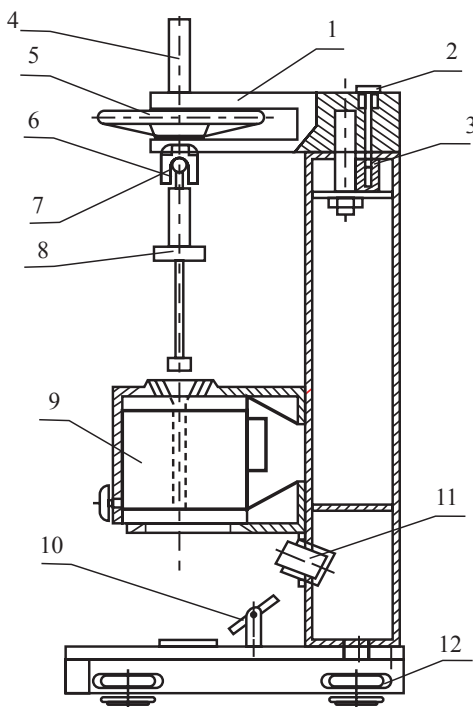
88-nji surat. Plastmassalara ekstruziýa usuly bilen görnüş berlişi:

1 – puanson; 2 – matrisa; 3 – filýera; 4 – gyzdýryjy; 5 – termopara enjamy;
6 – termoplast çig maly

Preslemek önümleri metal pres-galyplarda taýýarlamakdyr. Bu usulda, galypdaky külke, ýylylygyň we basyşyň täsiri astynda bellenen konfigurasiýadaky taýýar önüme öwrülýär. Preslemegiň iki görnüşi ulanylýar:

– göni preslemek usulynda taýýar garyndyny gyzdrylan pres-galyba ýüklemek, preslemek, materialy basyş astynda saklamak, önümi galypdan çykarmak göz önünde tutulýar;

– guýma preslemek usulynda (basyş bilen guýmak) tehnologik amallar şu yzygiderlikde ýerine ýetirilýär: pres-galyby ýapmak, galyba gyzgyn materially (bir sikl üçin) guýujy kamerany birikdirmek, gyzgyn materially kameranyň porşeninde basyş döredip, pres-galyby şepbeşik-akyjy materialdan doldurmak, guýujy kamerany aýyrmak we pres-galyby söküp, taýýar önümi çykarmak.



89-njy surat. Polimer ergininiň akýjylygyny kesgitleýän enjam:

- 1 – kronşteýn; 2 – düwme; 3 – kronşteýni berkidiji; 4 – ýöreyän wint; 5 – şturwal;
6 – wtulka; 7 – şarjagaz; 8 – ýük saklaýjy; 9 – termostat; 10 – sökülýän aýna;
11 – ýagtyldyjy; 12 – dereje sazlaýjy

Ekstruziýa – bu ýumşadylan plastmassalara ekstruzion depejik arkaly önümleriň bellenen profili berilýän proses. Şular ýaly şekli ýa-da plunžerli ekstruzion maşynlaryň kömegi bilen turbalar, lino-leumlar, perdeler we ş.m. önümler taýýarlanylýar.

Plastmassalaryň önümçiliginde, termoreaktiw polimerler, esasan, preslemek usuly bilen işlenýär. Termoplast polimeri işlemegiň usuly saýlananda, esasy ugur alynýan görkeziji, erginiň akyjylyk görkezijisidir (EAG). EAG polimeriň ereme temperaturasyndan ýokarda himiki düzümini we häsiýetlerini saklamaga ukyply wagtynyň dowamlylygyny kesgitleýär. EAG-niň kesgitlenişi TDS tarapyndan standartlanandyr. Onuň ululygy ýörite enjamlarda hasaplanýar (89-njy surat). Bu enjamyň görkezijisi boýunça, has termodurnukly polimerler (2g/10 min-den ýokary bolsa) basyşly guýmak arkaly, oňa görä pesräk durnukly (2g/10 min) polimer ekstruziýa usuly bilen, durnuklylygy pes bolan termoplastlara (2g/10 min-den pes) bolsa, preslemek arkaly görnüş berilýär.

13.6. Polimer esasly gurluşyk materiallarynyň we önümleriniň görnüşleri

13.6.1. Polimerbetonlar we polimererginler

Polimerbetonlar ýük göteriji we ýük götermeýän, monolit hem-de ýygnama himiki durnukly konstruksiýalar ýa-da önümler üçin niýetlenýär. Polimerbetonlarda esasan, furfurolaseton, furan-epoksid, poliefir, karbamid, metilmetakrilat we ş.m polimerler ulanylýar. Gatydyjy komponentler hökmünde benzolsulfokislota, polietilenpoliamid, izopropilbenzol we başgalar ulanylýar. $1m^3$ betonda 10–200 kg aralygynda polimer ulanylýar.

Polimerbetonyň 0,15 mm-den kiçi ölçegdäki dolduryjylary hökmünde kwarsyň, andezitiň we dioritiň uny, marşallit, grafit külkesi hem-de başga materiallar ulanylýar. Olaryň udel üsti $2500-3000sm^2/g$ -dan az bolmaly däl. Dolduryjylaryň owradylmagyny, modifikatorlary goşmak arkaly üst işjeňliginiň ýokarlandyrylmagy bilen utgaşdyrmak hem bolýar, ýöne dolduryjy uzak wagt saklanýlanda, reagentleriň daşky gurşawdan adsorbsiýasy netijesinde,

onuň işjeňliginiň peselmeği mümkin. Dispers dolduryjylaryň mukdary 10%-e çenli bolanda, adatça, polimer materialynyň berkliginiň saklanmagyna ýa-da ýokarlanmagyna getirýär, 10%-den köp bolanda bolsa, kompozitiň fiziki-mehaniki häsiýetleri peselýär.

Polimer we ownuk dolduryjy, polimerbetonyň matrisa bölegini, iri we ownuk däneli materiallar bolsa, onuň dolduryjy bölegini düzýär. Iri dolduryjy hökmünde çagyly, keramzit, agloporit, şungizit ýaly materiallar ulanylýar. Çagylyň ölçegleri 50 mm-e çenli, çägäniňki 5 mm-e çenli, külke dolduryjynyň ölçegleri bolsa 0,15 mm-e çenli bolmaly.

Polimereriginlerde polimerbetonlardan tapawutlylykda, iri dolduryjy bolmaýar, matrisa çäge bilen garylýp, gatandan soňra dykyz we berk monolite öwrülýär.

Polimerbetonlary we polimereriginleri ýük göterýän konstruksiýalarda ulanmak üçin olar polat, aýnasüýümlü ýa-da aýnaplastik armaturalar bilen armirlenýär.

Polimerbetonlaryň we polimereriginleriň agressiw gurşawlarda işlemäge niýetlenilýän önümlerde, ýokary bezeg häsiýetleri bolan plitajyklary öndürmekde, dürli binalaryň, desgalaryň örtgülerinde hem-de başga önümlerde ulanylyşy ýyl-ýyldan artýar.

Polimerbetonlaryň we polimereriginleriň ýokary berkligi, himiki durnuklylygy, reňk alyjylygy, suw geçirmezligi ýaly artykmaçlyklary bilen birlikde uly kemçilikleri hem bar. Bu materiallaryň gymmatlygyndan beýleki birnäçe esasy kemçilikleri, ýylylyga durnuklylygynyň pesligi (100–180°C) we uly kontraksiýasy (göwrüm girmesi).

13.6.2. Rulon materiallary

Rulon materiallary ýylylyk we ses geçirmeýän, esasy we esas-syz görnüşlerde öndürilýär. Olaryň esasy görnüşleri: poliwinilhlorid, alkid (gliftal), kolloksilin (nitrosellýuloza), rezin linoleumlary. Bularyň arasynda çalmak usulynda, wals-kalandr usulynda we ekstruzion usulda taýýarlanylýan poliwinilhlorid linoleumlary has köp ulanylýar.

Çalmak usuly bilen poliwinilhlorid linoleumlary taýýarlanylýanda, baglaşdyryjy madda hökmünde dibutilftalat, diok-tilftalat ýaly

plastifikatorlar goşulan emulsion poliwinilhlorid ulanylýar. Bu pasta görnüşli baglaşdyryjy owradylan hek, hekdaşy, talk ýaly dolduryjylar bilen garylýar. Reňkleýji hökmünde organiki (ftalosianin) ýa-da mineral (surik, mumiýa, hrom oksidi, litopon we başg.) pigmentler ulanylýar. Esaslyk hökmünde matalaryň we keçeleriň dürli görnüşleri ýazylyar.

Bu önümçiligiň tehnologiýasy çig maly taýýarlamakdan, pigment pastasyny taýýarlamakdan, esasa çalynýan massany garmakdan, linoleum pastasyny hereket edýän esaslyga çalmakdan, pastany ýylylyk bilen işläp, gel görnüşini emele getirmekden, kesmekden, sortlamakdan, gaplamakdan ybarat. Mata esasly çalnan linoleumlar uzynlygy 12 m, ini 1,4–1,6 m, galyňlygy 2–2,5 mm ölçeglerde goýberilýar. Keçe esasly linoleumlar uzynlygy 6–12 m, galyňlygy 4,5–5,5 mm ölçeglerde ýa-da kebşirlenýän halylar görnüşinde öndürilýar. Halylaryň taraplary ýörite kebşirleýji gural bilen kebşirlenýar.

Wals-kalandr usulynda önümler esassyz birgatyly, esassyz köpgatyly we esasly (keçeli) görnüşlerde goýberilýar. Esassyz birgatyly linoleumyň taýýarlanylşy: dozalanany komponentleri 60–80°C-da garmak, 140–150°C-da komponentleri ikilenç garmak we plastifisirlemek, massany 120–140°C gyzdyrylan walslarda täzeden işläp plastifisirlemek, dört sany walkaly kalandrlarda düşege görnüş bermek, taýýar önümi sowadyjy barabanda sowatmak.

Esassyz köpgatyly linoleumyň tehnologiýasy: ýüzüniň perdesini taýýarlamak, aşaky gatklary taýýarlamak, gatklary ýelimlemek. Gatklary taýýarlamak üçin, suspenszion poliwinilhlorid, dolduryjylar, pigmentler, plastifikatorlar we durnuklaşdyryjylar ulanylýar.

Ekstruziýa usulynda öndürilýän linoleumyň tehnologiýasy çig mallary taýýarlamakdan, ýokary we aşaky gatlaklar üçin garyndylary taýýarlamakdan, garyndyny ekstrudirläp ikigatyly düşek almakdan ybaratdyr. Bellenen gatnaşykda ýüz tarapy 2–2,5 minut, aşaky gatlagy 5–5,5 minutlap iki basgançakly garyjyda depginli garylan ak polimer külkesi we hekli dolduryjy, 40–80°C-da plastifikator bilen birleşdirilýar (adatça, dioktilftalat bilen). Başga komponentler goşulanda (durnuklaşdyryjy, pigment), 120°C-da umumy garyndynyň ýüz gatlagy 4–5 minutyň, aşaky gatlagy 6–7 minutyň dowamynda garylýar, soňra massa garyjynyň ikinji basgançagyna geçirilýar we

sowadylýar. Soňra ýene-de, massanyň ýüz gatlagy 7 minutlap, aşaky gatlagy 10–11 minutlap garylýar.

Taýýarlanylýan garyndy pnevmotransport bilen ekstruderiniň ýokarysyndaky gaplara eltilýär. Ekstruderlerde garyndy endigan gyzdrylýar we ikigat linoleum taýýarlamak üçin tenler bilen gyzdrylan müşdüge barýar. Jemleýji amal–düşegi (polotnony) 130°C-da ýylylyk bilen işläp, dartgynlyklary relaksasiýa sezewar etmek.

Kolloksilin ýa-da nitrosellýuloza linoleumy. Bu önümleriň esasy komponenti kolloksilin, düzüminde 10,7–12,5% azot bolan pagta sellýulozasynyň nitratynyň bir görnüşidir. Önümiň çig malyny arzanlatmak üçin 30%-e çenli aňaç nitrosellýulozasyny goşmak bolýar. Dolduryjylar hökmünde gips, toýun we asbest (bularyň arasynda asbestiň häsiýetleri has ýokary bolsa-da, ol materiala sanitar-gigiýena tarapyndan soraglaryň ýüze çykmagy mümkin), plastifikator hökmünde bolsa L dibutilftalat, trikrezilftalat ýa-da beýleki görnüşleri ulanylýar. Bulardan başga-da durnuklaşdyryjy, reňkleýji we antipiren goşulýar.

Tehnologik çäreler, çig mal komponentlerini dozalamakdan we linoleum massasyny taýýarlamakdan ybaratdyr. Şunlukda, kolloksiliniň çyglylygy 25–45% aralykda bolup, ol diňe bir partlamaga däl-de ýangyna hem howpsuz bolýar.

Glifal (alkid) linoleumyny mata esasynda, tebigy ösümlik ýaglaryny çig mal hökmünde 22–23% mukdarynda ulanmak arkaly taýýarlanylýar. Häzirki döwürde ösümlik ýaglaryny çalyşýan maddalar işlenilip taýýarlanylýdy. Polimerleşen ýaglardan başga, gliserin, ftal anhidridi, sikkatiwler, pigmentler we köp mukdarda dolduryjylar (45%-e çenli) ulanylýar. Dolduryjy hökmünde, esasan, agajyň uny ulanylýar.

Walkalarda we garyjylarda işlenilenden soňra, çig mal massasynyň zerur bolan süýgeşikligi we birmeňzeşligi emele gelýär. Kalandrlarda 85°C-da, massa bellenen galyňlykda matanyň ýüzüne çalynýar we sowadyjy barabanda sowadylýar. Taýýar linoleum guradyjy kamera ugradylýar. Baş gije-gündiziň dowamynda, linoleumyň zerur bolan maýyşgaklygy we iýilmäge durnuklylygy emele gelýär.

Glifal linoleumlary ini 180–200 *sm*, galyňlygy 2,5–5 *mm*, uzynlygy 20 *m*-e çenli bolan rulonlarda goýberilýär.

Rezin linoleumlary (relin) ýokarky gatlagy sintetik kauçuklardan, dolduryjylardan, reňklerden we dürli maksatly goşmaça maddalardan, aşaky gatlagy bolsa owradylan köne rezinden hem bitumdan ybarat ikgat rulon materiallar. Rezin garyndylaryny wulkanlaşdyrmak üçin kükürt külkesi we reaksiýany tizlendirijiler tiuram ýa-da difenilguanidin ulanylýar. Sink oksidiniň goşulmagy katalizatorlaryň täsirini güýçlendirýär.

Reliniň ýokarky we aşaky gatlaklary aýratynlykda taýýarlanylýar, soňra wulkanizasiýa arkaly birleşdirilýär. Mälim bolşy ýaly, wulkanizasiýa kauçugyň we ýag bilen ýumşadylan köne reziniň berkligini, gatylygyny, elastikligini, ýylylyga we aýaza durnuklylygyny ýokarlandyrmak, ereýjiligi peseltmek üçin zerurdyr.

Reliniň önümçiligi ýokarky, aşaky gatlaklaryny taýýarlamakdan, gatlaklary ýelimlemekden (dublirlemekden), wulkanizasiýadan, soňra bolsa, kesmekden, sortlamakdan we gaplamakdan ybaratdyr. Relin uzynlygy 12 *m*, ini 1,4-1,6 *m*, galyňlygy 3-5 *mm* ölçeglerde goýberilýär.

Linoleumdan başga, pol üçin rulon önümlerine haly materiallary hem degişlidir. Olar ýokarlandyrylan klasly otaglarda linoleumyň ýerine ýazylyar. Halynyň ýylylyk we ses geçirmeýän esasy hökmünde poliwinilhlorid, poliuretan ýa-da köpürjikli lateks ulanylýar. Halynyň ýokarsyna sintetik süýümler ulanylýar. Bu süýümlerden 4–8 *mm* beýiklikde, 2–8 *mm* galyňlykda, esasa ýelmenýän üpürjikler (worslar) taýýarlanylýar. Halylaryň arasynda köp ulanylýan görnüşleri worsolin we köpürjik-lateksli materiallar.

13.6.3. Plita materiallary

Plita materiallary polimerleriň esasyndaky dolduryjylar, plastifikatorlar we reňkleýjiler bilen taýýarlanylýp, gurluşyk işlerinde giňden ulanylýar. Olaryň rulon materiallary bilen deňeşdirilende birnäçe artrykmaçlyklary bardyr. Olar inedördül, gönüburç we figuraly görnüşlerde bolýarlar. Plitajyklaryň görnüşleriniň we reňkleriniň köpdürlüligi, pollaryň çeperçilik bezeginde giň mümkinçilikleri açýar. Plitajyklaryň kemçiligi hökmünde, sepleriň köplügi sebäpli gigiyena we durnuklylyk görkezijileriniň peselýänligini görkezmek bolar.

Pollar üçin plitalyk polimer materiallaryna poliwinilhlorid, kumaronpoliwinilhlorid, kumaron-bitum, fenolit, rezin, agaçýonuşga we beýlekiler degişli.

Poliwinilhlorid plitajyklary polotnodan metal şamp bilen çapylýar. Olar binagärlik bezegi talap edilýän ýaşayyş, önümçilik we jemgyýetçilik jaýlarynda ulanylýar.

Kumaronpoliwinilhlorid we kumaron plitajyklary poliwinilhlorid hem-de kumaron polimerleriniň esasynda taýýarlanylýar. Häsiýetleri we ulanylyşy boýunça olar poliwinilhlorid plitajyklaryndan kän bir tapawutlanmaýarlar. Pollaryň örtüginin gigiýena häsiýetleri, himiki täsirlere we suwa durnuklylygy ýokary bolany sebäpli, çygly binalarda giňden ulanylýar.

Fenolit plitajyklary fenolformaldegid polimeriniň esasynda, dürli dolduryjylar bilen taýýarlanylýar. Bu plitajyklaryň ýokary mehaniki berkligi we ýylylyga durnuklylygy bolýar. Olar pollarda we diwarlaryň bezeginde ulanylýar.

Rezin plitajyklary kauçuklaryň we rezin owuntygynyň garyndysyny preslemek arkaly taýýarlanylýar. Bu plitajyklar önümçilik jaýlarynyň pollaryny örtmek üçin niýetlenilýär.

Agaçýonuşga plitalary gyzgyn pres bilen işlenen, sintetik polimerler bilen örtülen organiki dolduryjylardan (agaç ýonuşgasyndan) ybarat list materiallary. Baglaşdyryjy polimer hökmünde karbamidler ýa-da fenollar ulanylýar. Fenol polimerleri has suwa durnukly bolýarlar, ýöne olaryň bahasynyň gymmat we ekologiýa babatda ygtybarlylygy pes bolany sebäpli, plitalarda karbamid polimerleri köp ulanylýar. Pollar üçin uzynlygy 2,44; 2,75; 3,50; 3,66 we 5,50 *m*, ini 1,22–2,44 *m* aralygynda, galyňlygy 10–24 *mm* aralygyndaky üçgatly plitalar ulanylýar.

Agaçsüýümlü has gaty plitalar polimerler we guraýan ýaglar bilen işlenen, owradylan agaç massasyny preslemek arkaly taýýarlanylýar. Bu plitalarda, esasan, fenolformaldegid polimerleri ulanylýar. Goýberilýän ölçegleri: uzynlygy 1,2 *m*; ini 1,0 *m*; galyňlygy 5–6 *mm*. Bu plitalar ýaşayyş jaýlarynyň we jemgyýetçilik jaýlarynyň interýeriniň pollarynda ulanylýar.

13.6.4. Sanitar-tehniki enjamlar we turbalar üçin materiallar

Plastmassalardan taýýarlanylýan sanitar-tehniki önümler, metallar bilen deňeşdirilende arzan we ýeňil bolýar. Plastmassalaryň deňeşdirme pes ortaça dykzlygynda, olaryň ýokary mehaniki berkligi we korroziýa durnuklylyk häsiýetleri bolýar.

Sanitar-tehniki enjamlar üçin, esasan, poliwinilhlorid, polietilen, karbamid we beýleki polimerler ulanylýar.

Plastmassalardan wannalar, sanitar kabinalary, wentilýasiýa gözenekleri we beýleki örän köpdürli ownuk önümler taýýarlanylýar.

Plastik massalardan taýýarlanylýan turbalaryň birnäçe artykmaçlyklary bardygy sebäpli, olar gurluşykda giňden ulanylýar. Olar suwgeçirijilerde, lagym torlarynda, suwaryş ulgamynda we ş.m. ýerlerde ulanylýar. Ýokary elastikligi sebäpli, bu turbalar urgularda we suwuklyk doňanda döwürmeýärler. Polietilenden, polipropilenden, poliwinilhloridden we aýnaplastikadan taýýarlanylýan turbalar has giňden ulanylýar.

Poliwinilhlorid turbalary (90-njy, a surat) poliwinilhloridden, has dogrusy **winiplastdan** taýýarlanylýar. Poliwinilhlorid gyzdýrylanda bölünýän hlorly wodorody baglamak üçin, durnuklaşdyryjy we plastifikator goşulandan soňra, oňa winiplast diýilýär.



a



b

90-njy surat. Plastmassa turbalary: a – poliwinilhlorid; b – polietilen

Winiplast turbalarynyň diametri 6–160 mm aralykda, diwarynyň galyňlygy 2–8 mm bolup, 0,6 MPa çenli işçi basyşa hasaplanylýar. Turbalaryň uzynlygy 1,5–3 m. Olary flanesler we gaýkalar bilen ýa-da gyzgyn howada kebşirmek arkaly seplemek bolýar, ýöne ýelim bilen seplemek has ygtybarlydyr.

Winiplast turbalary agressiw suwuklyklaryň, gazlaryň geçirijilerinde, şeýle hem suwgeçiriji we lagym torlarynda giňden ulanylýar. Pes temperaturalarda bu turbalaryň häsiýetleri örän peselýär.

Polietilen turbalary ýokary we pes basyşly polietilenden ekstruziýa usuly bilen taýýarlanylýar (90-njy b surat). Olar kislotalaryň, aşgarlaryň, ýaglaryň we köp eredijileriň täsirine durnukly bolýarlar.

Polietileniň süýgeşik häsiýetleri uzyn turbalary (300 m çenli) taýýarlap, ýörite barabanlara saramaga mümkinçilik berýär. Bu turbalaryň diametri 13–150 mm aralykda bolup, 1,2 MPa çenli işçi basyşa hasaplanylýar. Polietilen gyzgyn howanyň kömegi bilen aňsat kebşirilenilýär, ýöne olara ýelim ýelmeşmeýär diýen ýalydyr.

Aýnaplastik turbalar aýnasüýümlü dolduryjyly poliefir şepbiklerinden taýýarlanylýar. Aýnaplastik turbalar, plastmassalardan taýýarlanylýan beýleki turbalardan ýokary korrozion durnuklylygy we mehaniki berkligi bilen tapawutlanýarlar. Poliwinilhlorid turbalary 60°C-a çenli, polietilen turbalary 90°C-a çenli durnukly bolsa, aýnaplastik turbalar 150°C-a çenli gyzgyna durnukly bolýarlar.

13.6.5. Bezeglik we örtgülik polimer materiallary we önümleri

Polimerlerden taýýarlanylýan örtgülik önümlerini diwarlary we potoloklary örtmek üçin materiallara, pogonaž binagärlik-gurluşyk önümlerine, konstruksion-bezeg materiallaryna, kömekçi materiallara (ýelimler, mastikalar we ş.m.) bölmek bolýar.

Diwarlary we potoloklary örtmek üçin rulonlar, plitalar, plitajyklar, listler öndürilýär. Rulon örtgi önümlerine linkrust, çyglylyga durnukly oboýlar, dekoratiw perdeler we başgalar degişli. List we plita önümlerine dekoratiw kagyz-gatlakly plastmassa, agaçýonuşgaly hem agaçsüýümlü plitalar, gaty poliwinilhloridinden, organiki aýnadan taýýarlanylýan listler, akustiki plitalar we ş.m. degişli.

Pogonaž binagärlik-gurluşyk önümleri dürli profilli, reňkli, uzyn ölçegli elementler bolup, doly taýynlykda goýberilýär. Bu önümlere plintuslar, merdiwanlaryň, balkonlaryň, beýleki aýmaňalaryň germeçleriniň tutawaçlary, gorag ýa-da dekoratiw goýmalar üçin, list materiallaryny berkitmek üçin, ýslary ýapmak we ş.m. üçin niýetlenen önümler degişli.

Fiziki-mehaniki görkezijileri boýunça bu materiallar ýumşak, ýarymgaty we gaty bolup bilýärler. Olar ýalpydyly we öçügsi öwüşginli dürli reňklerde goýberilýär. Ekstruziýa usuly bilen suspension poliwinilhloridiň esasynda taýýarlanylýan profilli pogonaž önümleriniň iri jaý gurluşygynda has uly ähmiýeti bardyr. Olaryň dolduryjysy hökmünde hek ýa-da başga öýjüklü jynslar ulanylýar. Ýokary basyşda alynýan polietilen hem baglaşdyryjy hökmünde ulanylýar.

Plintuslar pol bilen diwaryň arasyndaky yşy ýapmak üçin ulanylýan elementler. Poliwinilhloridiň esasyndaky plintuslaryň ýumşak we ýarymgaty, bütewi profilli ýa-da gowşak tokly elektrik simleri üçin kanallar goýlan görnüşleri goýberilýär.

Poliwinilhloridiň esasyndaky plintuslaryň agaç plintuslaryndan birnäçe artykmaçlyklary bardyr. Olar reňklemegi talap etmeýärler, gi-giýena häsiýetleri ýokary bolýar, ýörite ýelimler we mastikalar bilen pola, diwarlara berkidilýärler.

Tutawaçlar agaç tutawaçlarynyň ýerine ulanylýar. Poliwinilhlorid tutawaçlary islendik reňkde we profilde bolup bilýärler. Ekstruderden çykarylandan soňra, olar 12 *m* uzynlykdaky kültemlere (buhtalara) saralýar.

Poliwinilhlorid tutawaçlary ýaşaýyş we senagat jaýlarynyň merdiwanlarynda ulanylýar. Merdiwanyň germeçlerindäki polat lentanyň üstüne çekdirilmezden öň, tutawaç kültemi söklenip, 70–80°C-a çenli gyzdyrylýar. Şu temperaturada tutawaç ýumşaýar we aňsatlyk bilen germeçlerdäki guşaga geýdirilýär.

Merdiwan basgançaklary üçin goýmalar (nakladkalar) merdiwanyň beton basgançaklarynyň iýilmeginiň we gyalalarynyň şikeslenmeginiň önüni almak üçin niýetlenýän poliwinilhlorid önümleri. Goýmalar zolakly ýa-da ugolokly görnüşde bolup, çünkleri we ernekleri goramak üçin niýetlenip goýberilýär. Goýmalar dürli ýelimler bilen berkidilýär.

Konstruksion-bezeg materiallaryna aýnaplastikalar, agaç-gatlakly plastikalar, agaçsüýimli we agaçýonuşgaly plitalar degişlidir.

Aýnaplastikalar dolduryjysy aýna süýümi bolan polimer materiallarynyň topary. Aýnaplastikalaryň baglaşdyryjy komponentleri hökmünde, aýnasüýümine görä ýokary adgeziýasy bolan doýmadyk poliefirler, epoksidler, kremniorganiki we fenolformaldegid polimerleri degişli.

Aýnaplastikalar gönükdirilen süýümlü, çapylan süýümlü we aýnamatanyň esasyndaky list materiallary görnüşlerinde goýberilýär.

Aýnaşpon listlerinden gyzgyn preslemek arkaly taýýarlanylýan, gönükdirilen süýümlü aýnaplastikalaryň (ASAM–aýnasüýümlü anizotrop material) has uly ähmiýeti bardyr.

Aýnaşpon karbamidiň, fenolyň ýa-da epoksid polimerleriniň spirtleri bilen ýelimlenen, bir ugra gönükdirilen aýna sapaklaryndan ybarat. Aýna süýümleri, aýna gaýnadylýan pejiň filýerasyndan çykarylan dessine ýelimlenýär. Polimer, aýna süýümleriniň daşyny gurşap, olaryň ilkişadaky ýokary mehaniki häsiýetleriniň saklanyp galmagyna ýardam edýär.

ASAM-nyň tapawutly aýratynlygy baglaşdyryjynyň görnüşine, mukdaryna, süýümleriň galyňlygyna we ýerleşişine bagly bolan ýokary mehaniki berkligidir.

Süýümleri bir ugra gönükdirilen, diametri 14–16 mm bolan ASAM-laryň berkligi has ýokary. Süýümleri şunuň ýaly ýerleşende, ASAM-nyň süýnmäge berkligi 950 MPa ýetýär, ortaça dykzlygy 1800–2000 kg/m³ bolýar.

Aýnaplastikalar dury, ýarymdury we dury däl görnüşlerde bolup bilýärler.

Agaç gatlakly plastikalar polimer siňdirilen şpony (ýuka gatlagy) gyzgyn preslemek arkaly alynýan list ýa-da plita materiallary. 0,3–1,5 mm galyňlygyndaky şponlar önünden bugda ýumşadylan berýoza, buk, olha we beýleki agaçlaryň kesindilerini arassalamak arkaly alynýar.

Agaçsüýümlü we agaçýonuşgaly plitalar diňe bir pollary örtmek üçin däl-de, konstruksion-bezeg materialy hökmünde hem ulanylýar. Agaçsüýümlü plitalar düzüminiň 93 %-i agaç (ýonuşganyň süýümleri), 7 %-i sintetik şepbiklerden ybarat massany gyzgyn pres-

lemek arkaly alynýar. Agaçýonuşgaly plitalar agaç işlenilendäki galyndylary we kagyz makulaturasyny polimer bilen baglanyşdyryp öndürilýär. Bu materiallar ýylylyk geçirmezlik häsiýetlerine hem eýe-dirler.

13.6.6. Polimer esasly suw geçirmeýän we germetik materiallar

Suw geçirmeýän materiallar ýerasty desgalarda, senagat we ýaşaýyş jaýlarynyň tekiz örtüklerinde, beýleki suw izolýasiýa işlerinde ulanylýar (91-nji surat).

Poliizobutilen perdesi poliizobutilen kauçugyndan, gaz gurumyndan we grafitden taýýarlanylýan rulonly suw geçirmeýän material. Poliizobutilen örtükleri suw geçirmezlik häsiýetleri, jaýrylmaga durnuklylygy we esaslara gowy adgeziýasy bilen tapawutlanýarlar.

Germetik materiallar (germetikler) gurnama konstruksiýalarynyň panelleriniň we bloklarynyň seplerinde, turbageçirijileriň seplerinde we ş.m. ýerlerde ulanylýar (12-nji tablisa). Häzirki döwürde bu mak-satlar üçin polisulfid kauçuklarynyň (tiokollaryň), rezinbitum baglaşdyryjylaryň, başga polimerleriň esasynda taýýarlanylýan germetik mastikalar we elastik prokladkalar ulanylýar.

Polisulfid (tiokol) germetikleri tiokolly germetikleýji we wulkanlaşdyryjy pastalardan ybarat ikikomponentli garyndy görnüşinde goýberilýär. Bu germetikler, wulkanizasiýany tizleşdirijini hem-de suwuklandyryjyny goşup, tiokol we wulkanlaýjy pastalary iş ýerinde garmak arkaly taýýarlanylýar. Wulkanizasiýa netijesinde, garyndy gatap, sepleri gowy bitirýän, rezin şekilli elastik germetik emele getirýär.

Izol mastikasy rezin owuntygyndan, bitumdan, kumaron polimerinden, dolduryjydan (asbest süýüminden) we antrasen ýagyndan



91-nji surat. Polietilen lentasy

(antiseptikden) ybarat garyndy. Bu mastika 80–100°C-a çenli gyzdyrylyp ýa-da suwuklandyryjylar (benzin, ligroin we ş.m.) goşulylyp, sowuk ýagdaýynda ulanylýar.

Gatamaýan mastika, poliizobutileniň esasynda külkedispers mineral dolduryjy we ýumşadyjy goşulylyp taýýarlanylýan germetikleşýji material. Bu mastika iri jaý gurluşygynda panelleriň arasyndaky sepleri doldurmak üçin ýörite şprisler arkaly ulanylýar.

Mastikalardan başga, sepleri germetiklemek üçin öýjükli we dykyz žgutlar görnüşindäki elastik prokladkalar ulanylýar.

Ýelimleýän sintetik mastikalarynyň ýokary adgezion häsiýetlerinden başga, biodurnuklylygy we suwa durnuklylygy bolýar. Bu mastikalar hloropren kauçugynyň, inden-kumaron polimeriniň, perhlorwinil polimeriniň, sintetik lateksiň we beýleki polimerleriň esasynda, dolduryjylary, eredijileri, plastifikatorlary ulanmak arkaly taýýarlanylýar. Ýelimleýän mastikalar bilen linoleumlar, plitalar, germetik prokladkalar we beýleki elementler esaslara ýelmenýär.

Rezin kauçugyň dolduryjylar, ýumşadyjylar we beýleki komponentler bilen wulkanlaşmagynyň önümidir. Wulkanizasiýa 130–160°C-a çenli gyzdyrmak arkaly, esasan, kükürdiň kömegi bilen kauçugyň rezine öwrülme prosesi. Häzirki döwürde, işjeňleşdirijileri (wulkanizasiýany tizleşdirijileri) girizmek arkaly, birnäçe minutyň dowamynda talap edilýän häsiýetli wulkanizaty almak bolýar.

Kauçugyň kükürt bilen wulkanlaşmagyndan soňra, onuň häsiýetleri düýbünden üýtgeýär. Kauçugyň elastikligi, süýnmä berkligi, könelmäge durnuklylygy ýokarlanýar, ol eredijilerde eremän, diňe çişýär. Wulkanizasiýada kauçugyň häsiýetleriniň üýtgemegi, wulkanizatyň giňişlikdäki çylşyrymly torly gurluşynyň emele gelmegi bilen baglanyşyklydyr. Gyzdyrylmagyň, kükürdiň we beýleki maddalaryň täsiri bilen wulkanizatyň molekulýar gurluşynyň çylşyrymlaşmagy bolup geçýär, ýagny molekulalaryň arasynda keseligine himiki baglanyşyklar (tikinler) emele gelýär.

Reziniň möhüm häsiýetleri: ýolunmada uly uzalmasy, elastik modulynyň kiçiligi, ýolunmadaky peýdaly maýyşgaklygy we ş.m. Kauçugyň we rezinleriň maýyşgaklygynyň kinetik nazaryýetine laýyklykda, bu materiallar süýndürilende makromolekulalaryň gönelmegi, olaryň zynjyrlarynyň ýakynlaşmagy bolup geçýär. Ýöne

molekulalaryň içki ýylylyk hereketi bu üýtgeşmelere garşylyk görkezýär, şol sebäpli süýndüriji güýçleriň täsiri aýrylandan soňra, nusga ýene-de öňki ýagdaýyna dolanyp gelýär. Köplenç, rezinleriň süýnmäge berklik çägi 5–30 MPa barabardyr.

12-nji tablisa

Gurluşkda ulanylýan germetik materiallar

Önümiň görnüşi	Germetik materiallar	Niýetlenilişi
Şepbeşik akyjy garyndylar	Akril mastika düzümleri	Beton plitalaryndaky sepleri we jaýryklary ýapmak
	Silikon düzümleri	Aýnapaketleriň, metal konstruksiýalarynyň, sanitar-tehniki otaglarynyň seplerini we yşlaryny germetiklemek
	Poliuretan kompozisiýalary	Metal, agaç, kerpiç, beton, plastmassa önümleriniň arasyndaky sepleri ýapmak
Rulon materiallary	Metal ýa-da sintetik esasly we esassyz elastik dykyzlandyryjy lenta germetikleri	Daşky diwar panelleriniň, dürli şifer örtükleriniň seplerini ýapmak

13.6.7. Polimer materiallarynyň könelmegi we gurluşynyň bozulmagy

Çylşyrymly ulanylyş şertlerinde, polimer materiallarynyň esasynda taýýarlanylýan önümler we konstruksiýalar gaz görnüşli hem-de suwuk agressiw gurşawlaryň täsirine sezewar bolýarlar. Polimerleriň gurluşynyň bozulmagynyň hem-de könelmeginiň tizleşmegi, daşarky işjeň faktorlaryň we materialdaky mehaniki dartgynlygyň (has hem süýnme dartgynlygynyň) utgaşmagynda bolup geçýär.

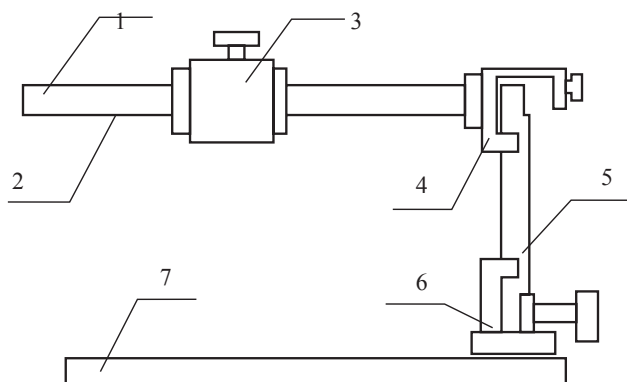
Dürli işjeň faktorlaryň täsirinde we berlen material üçin ýokary temperaturada, polimerde makromolekulalaryň zynjyryň uzynlygy boýunça üzülmegi, aýratyn atomlaryň ýa-da olaryň toparynyň bölümlerden aýrylmagy ýaly prosesleriň ýaýbaňlanmagy mümkin. Gurluş

bozulmagynyň reaksiýalarynda polimerleriň molekulýar massasynyň peselmegi we uçujy önümleriň (hlorly wodorod, uglerodyň oksidi we dioksidi we ş.m.) bölünip çykmagy häsiýetlidir. Molekulalaryň has gowşak bölekleri ikili baglanyşyklar we himiki taýdan işjeň bolan radikallardyr. Polimerleriň ýükli ýagdaýynda ýylylyga durnuklylygyny barlamak üçin birnäçe usullar bar (92-nji surat).

Köplenç, polimer materiallarynyň gurluşynyň üýtgemegi howanyň ýeterlik bolmagyndaky ýagtylyk şöhlesiniň, has hem ultramelewşe şöhleleriniň, ýokary temperaturalaryň we süýndürýän güýçleriň täsirindäki uzak wagtlaýyn mehaniki darytgylygynyň täsiri bilen baglanyşyklydyr.

Birnäçe polimerlerde bolup geçýän gurluşynyň bozulma hadysalaryna we könelme proseslerine garap geçeliň.

Ýokary we pes basyşda alynýan polietilen, umuman 60°C-a çenli temperaturalarda ýokary durnuklylygy bilen häsiýetlendirilýär, ýöne ol ýokary temperaturalarda okislendirijileriň täsirine durnukly däl. Polietileniň (polimerleriň aglabasy ýaly) Günüň radiýasiýasyna durnuklylygy pesdir.



92-nji surat. Martensiň usuly bilen polimerleriň ýylylyga durnuklylygyny kesgitlemek üçin abzalyň shemasy:

1 – deformasiýa görkezijiniň oky; 2 – ryçag; 3 – ýük; 4 – ýokarky gysyjy depejik; 5 – nusga; 6 – aşaky gysyjy depejik; 7 – direg plitasy

Poliizobutilen mineral kislotalaryň we iýji aşgarlaryň täsirine durnukly. Ýöne aromatik we hlorly uglewodorodlaryň täsirinde aňsatlyk bilen ereýär we asylyk fiziki-mehaniki häsiýetlerini ýitirýär.

14.1. Ýylylyk geçirmeýän materiallar

Ýylylyk geçirmeýän materiallaryň ýylylyk geçirijiligi pes bolup, gurluşyk konstruksiýalarynyň, önümçilik serişdeleriniň we agregatlarynyň (senagat peçleriniň, turbinalaryň, turbageçirijileriň, sowadyjylaryň kameralarynyň we ş.m.) ýylylyk izolýasiýasy üçin niýetlenýän materiallar. Bu materiallaryň ortaça dykzlygy 600 kg/m^3 -den ýokary bolmaýar.

Gurluşykda ýylylyk geçirmeýän materiallar, diwarlaryň galyňlygyny kiçeltmäge, konstruksiýalary ýeňletmäge we arzanlatmaga, şeýle hem ulanylyş döwründe energiýany tygşytlamaga mümkinçilik berýärler. Bu materiallar ýylylyk geçirijiligi boýunça, *A* az ýylylyk geçirijilikli, *B* aram ýylylyk geçirijilikli we *Ç* ýokary ýylylyk geçirijilikli materiallara bölünýärler. 25°C -da *A* klasyň materiallarynyň ýylylyk geçirijiligi $0,06 \text{ Wt/(mK)}$ -e çenli, *B* klasyň materiallary $0,06-0,115 \text{ Wt/(mK)}$, *Ç* klasyň materiallary $0,115-0,175 \text{ Wt/(mK)}$ aralygynda ýylylyk geçirijilik görkezýärler. Aglaba materiallarda temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ýylylyk geçirijilik ýokarlanýar. Oda durnukly magnezitlerde, metallarda temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ýylylyk geçirijilik peselýär.

Ýylylyk geçirmeýän materiallar ortaça dykzlygy boýunça üç topara bölünýärler: has ýeňiller, gury halyndaky ortaça dykzlygy boýunça markalary D 15, 25, 35, 50, 75, 100; ýeňiller D 125, 150, 175, 200, 225, 300, 350; agyrlar D 400, 450, 500, 600. Materiallaryň ortaça dykzlygy markalaryň aralygynda bolsa, ol ýokarsyndaky marka degişli edilýär. Ortaça dykzlygy $500-700 \text{ kg/m}^3$ bolan materiallar konstruksion-ýylylyk geçirmeýän hasaplanýarlar.

Öýjüklerdäki howanyň ýylylyk geçirijiligi örän pes bolsa-da ($0,023 \text{ Wt/(mK)}$), munuň özi, ondan ýylylyk geçirijiligi has pes bolan araminert gazlary we wakuuny ulanmagy, beýleki mümkinçilikleri gözlemekligi aradan aýyrmaýar.

Ýylylyk geçirmeýän materiallar çyglananda, olaryň ýylylyk geçirijiligi birden artýar, sebäbi suwuň ýylylyk geçirijiligi $0,58 \text{ Wt/(mK)}$ bolup, howanyňkydan 25 esse uly. Bu çyg çeken material doňanda, onuň ýylylyk geçirijiligi has artýar, sebäbi buzuň ýylylyk geçirijiligi $2,32 \text{ Wt/(mK)}$ bolup, ol howanyňkydan 100 esse uly. Diýmek, ýylylyk gorajýy gatlagy çyg çekmekden, has hem doňmaktan goramak zerurdyr.

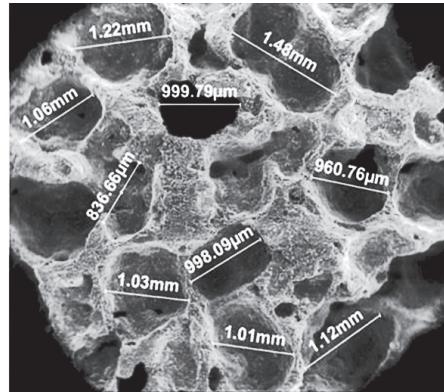
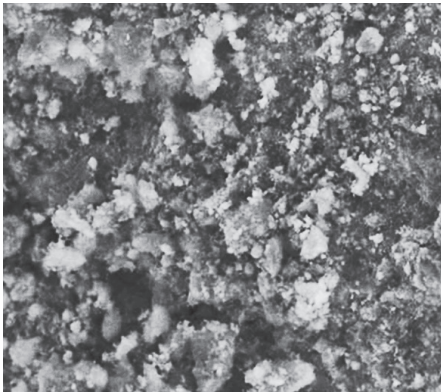
Ýylylyk geçirmeýän materiallar asylky çig mallary boýunça organiki däl we organiki görnüşlere bölünýärler. Organiki dällere mineral we aýna pamyklar, çişirilen perlit, wermikulit, öýjükli betonlar, keramzit hem-de başga materiallar; organikilere agaçsüýümlü, agaçyonyşgaly plitalar, plastmassalaryň görnüşleri we ş.m. degişli.

Materiallardaky öýjükleriň ýylylyk geçirijiligi öýjüklerdäki gazyň ýylylyk geçirijiliginden, ýylylygyň konwektiv geçirilmeginden we gazyň ýylylyk şöhlenmesinden jemlenýär. Ýokarda belleýşimiz ýaly, atmosfera basyşynda we 25°C -da howanyň ýylylyk geçirijiligi $0,023$, 100°C -da $0,031$, 1000°C -da $0,079 \text{ Wt/(mK)}$ -e deň bolýar. Bu görkezijiler degişli gurşawda işleýän materiallar üçin göz önünde tutulýar.

Öýjükleriň ýylylyk geçirijiliginiň ikinji goşulyjysy bolan konweksiýa, 5 mm -den kiçi bolan öýjüklerde örän pes bolany sebäpli göz önünde tutulmaýar. Ýöne öýjükleriň ölçegleri uly bolanda ýa-da olar habarlaşýan bolsalar konweksiýa hem güýçlenýär.

Ýylylyk geçirilmeginiň üçünji additiv goşulyjysy öýjükleriň diwarlarynyň garalygyna, görnüşine, ölçeglerine we temperaturasyna bagly. Öýjükleriň ýylylyk geçirijiliginiň ähmiýeti uly bolup, ýokary temperaturalarda ol has hem artýar. Materiallary öýjüklendirmegiň esasy usullaryna gaz emele getirmek (*93-nji surat*), köpürjik emele getirmek, artykmaç suw bilen baglamak, çişirmek, tüýtmek we keramiki önümlere ýanýan goşundylary goşmak usullary degişlidir.

Ýylylyk geçirmeýän materiallar organiki däl, organiki we polimer görnüşlere bölünýärler. organiki däl ýylylyk geçirmeýänlere mineral pamygy, aýna pamygy, öýjükli aýna, keramzit, çişirilen perlit we wermikulit, iri öýjükli betonlar, asbestli önümler degişlidir. Bu materiallaryň ýeterlik oda durnuklylygy, pes çyg çekijiligi we çyýremeklige durnuklylyk häsiýetleri bolýar.



93-nji surat. D 400 awtoklaw gazbetony:
a) 50 esse; b) 2000 esse ulaldylan görnüşde

Organiki ýylylyk geçirmeýän materiallara dürli agaç galyndylary, torf, gamyş we beýleki ösümlükler, mallaryň ýüňleri degişli.

Polimer ýylylyk geçirmeýän materiallar, organiki ýylylyk geçirmeýän materiallaryň möhüm bölegidir. Bu materiallar ýeňilligi we ýeterlik derejedäki mehaniki berkligi bilen tapawutlanýarlar we esasan, fenolformaldegid, polistirol, poliwinilhlorid, poliuretan ýaly polimerleriň esasynda köpürjklendirilip taýýarlanylýar.

14.2. Suw geçirmeýän materiallar

14.2.1. Umumy maglumatlar

Suw geçirmeýän materiallar binalaryň, desgalaryň gurluşyk konstruksiýalaryny daşky agressiw täsirlerden, esasan hem, suwuň we çygly howanyň täsirinden goramak üçin niýetlenilýär. Şol sebäpli bu toparyň materiallary suw geçirmeli däldirler we berkligi, deformatiwligi, himiki durnuklylygy, suwa durnuklylygy, uzak ömürliligi boýunça bildirilýän talaplary kanagatlandyrmalydyrlar. Olar ýerasty desgalaryň içki hem daşky goragynda, suw howdanlaryny, dürli bas-seýnleri izolirlemekde, köprüleriň goragynda, irrigasion gurluşygynda kanallaryň düýpleriniň, gyralarynyň örtüklerinde, binalaryň örtgülerinde, iri panelli gurluşyklardaky sepleri, temperatura seplerini gernetiklemekde, turbalar goýlanda we ş.m. işlerde ulanylýar.

Ulanylýan baglaşdyryjy materialyň görnüşine görä, suw geçirmeyän materiallar bitumly, bitum-polimerli, polimerli, dýegotly we başga suwda eremeyän organiki maddalaryň esasynda taýýarlanylýar. Bulardan başga, dartgynlyk dörediji sementleriň we giňelýän sementleriň esasynda öndürilýän gidrofil, organiki däl suw geçirmeyän matertiallarynyň topary bar.

Suw geçirmeyän materiallar ulanylýan döwründäki haly boýunça suwuk, plastik-şepbeşik, maýyşgak-şepbeşik we gaty görnüşlere bölünýärler (*13-nji tablisa*). Öz gezeginde suwuk materiallar gyzgyn, ýyly we sowuk ýagdaýynda ulanylyşy boýunça siňdirilýän, inýeksiýalyk, perde emele getirmek üçin hem-de suwaglar üçin niýetlenýän görnüşlere bölünýärler. Plastik-şepbeşik materiallar çalmak üçin, çalyp-dykyzlandyrmak üçin, ýelimlemek üçin we suwag işleri üçin niýetlenilip, bular hem gyzgyn, ýyly we sowuk görnüşlerinde ulanylýar. Çalynýan materiallar mastikalar we pastalar görnüşinde, çalyp-dykyzlandyrylýan materiallar gurluşyk erginleri hem-de betonlar görnüşinde, ýelimleýän materiallar ýelimler, ýelim mastikalary görnüşinde ulanylýar. Maýyşgak-gaty we gaty materiallar rulonly, perde, tákleyin hem-de ürgün görnüşlerinde bolýarlar.

14.2.2. Suwuk suw geçirmeyän materiallar

Siňdirilýän suwuk maddalar konstruksiýany ýa-da onuň aýratyn elementini ýeňillik bilen öllendirmäge we öýjükleri, defektleri dolduryp, zerur çuňluga aralaşmaga ukyplydyrlar. Siňdirilýän maddanyň gatlagy konstruksiýany suwuň geçmeginden ygtybarly goraýar.

Siňdirilýän maddalar hökmünde bitumlar, dýegotlar, stirol, metilmetakrilat, pesmolekulýar polietilen we başga materiallar ulanylýar.

Häzirki döwürde siňdirilýän elementleriň arasynda bitum has köp ulanylýar. Ol sowuk, gyzdyrylan (şepbeşik bitumlar) we emulsiýa görnüşlerinde ulanylýar. Bitum emulsiýalary polimerler bilen modifisirlenip hem ulanylýar. Emulsiýalarda bitumyň mukdary 50%-den az bolmaýar, emulgatorlar 1–3%-e çenli bolýar.

Bitumdan başga konstruksiýalara siňdirmek üçin kremniorganiki suwuklyklar, epoksid şepbikleri, stirol-monomerler ulanylýar.

Inýeksiýa edilýän maddalar öýjükleri we kapillýarlary basyş bilen dolduryp, konstruksiýanyň elementine intensiw aralaşýan ma-

teriallardyr. Mejbury basyş, erkin siňdirilen bilen deňeşdirilende, has ýokary gorag üpjün edýär. Bu usulda, siňdirilýän materiallara görä, has şepbeşik maddalary ulanmak mümkin. Esasy ulanylýan inýeksiýa materiallary bitum, bitum-lateks kompaundy we epoksidniň, karbamiđniň, formaldegidiň şepbikleri.

Perde emele getiriji materiallar konstruksiýanyň elementiniň üstüne ýazylandan soňra ýuka we berk suw geçirmeýän perdäni emele getirýän materiallardyr. Perdäniň emele gelmegi, eredijiniň uçmagy bilen ýa-da ýazylyan materialyň okislenmegi we polimerleşmegi bilen baglydyr. Bu materiallardan has köp ulanylýanlary bitumlar we bitum emulsiýalary, dürli laklar hem emallardyr. Laklaryň arasynda bitumlaryň dürli eredijilerdäki erginleri has köp ulanylýar. Sintetik esasy laklardan perhlorwiniliň we epoksid şepbikleriniň esasyndaky laklar ulanylýar.

14.2.3. Plastik-şepbeşik suw geçirmeýän materiallar

Plastik-şepbeşik maddalar berkidiji (esaslyk suwag) we te-kizleýji gatlaklaryň üstünden ýazylýar. Olaryň güýçli tiksotropiki häsiýetleriniň alamatlary we mehaniki häsiýetleriniň pesräk bolmagy, bu maddalaryň koagulyasion gurluşy bilen düşündirilýär. Olar, esasan, pastalar we mastikalar görnüşinde bolup, sowuk, ýyly hem-de gyzgyn görnüşlerinde ulanylýar.

Pastalar bitumyň ýa-da dýegotyň esasynda, toýun we hekdaşy ýaly gaty emulgatorlary ulanylyp alynýan goýy konsistensiýaly maddalar. Pastanyň mehaniki häsiýetlerini ýokarlandyrmak üçin onuň düzümine mineral külkeler garylýar, perdäniň çygly şertlerde durnuklylygyny artdyrmak üçin portlandsement goşulýar. Pastalar suwuň gysga wagtyly täsirindäki konstruksiýalarda ulanylýar. Suwuň uzak wagtyly täsirinde, pastadaky bitumyň reemulgasiýasy (gidrofoblygynyň peselmegi) bolmagy mümkin, dýegotda reemulgasiýa bolmaýar diýen ýalydyr. Pastalar mastikalary taýýarlamakda hem ulanylýar.

Mastikalar organiki berkidijiler bilen mineral dolduryjylaryny garyp, dürli goşundylary ulanylyp taýýarlanylýan süýgeşik materiallardyr. Olaryň bitumly, bitum-polimerli, bitum-rezinli, dýegotly

we polimerli görnüşleri bolýar. Olar berkidijisine baglylykda dürli temperaturalarda ulanylýar. Mineral dolduryjylary süýümlü we külke görnüşlerde bolýarlar (6-njy, 7-nji soprotdaky asbest, üwelen hekdaşy we başga minerallar). Süýümlü dolduryjynyň bölejikleri dolulygyna elegeň № 02 gözünden geçýärler, külke dolduryjylar bolsa № 009 gözünde massasynyň 10%-den köp bolmadyk bölegini galdyrmak bilen, № 02 gözünden bitewi geçýärler. Bu dolduryjylar mastikalaryň berkligini we ýylylyga durnuklylygyny artdyryp, pes temperaturalardaky portlugyny azaldýarlar. Mastikalar dolduryjysyz hem bolup bilýärler.

Gyzgyn mastikalardan has köp ulanylýan görnüşi örtüklük bitumlar. Olar göni atmosfera täsiri bolmadyk konstruksiýalary suwdan goramakda ulanylýar. Olar ýylylyga durnuklylygy boýunça markalara bölünýärler.

Mastikalaryň germetikleýji görnüşleri temperatura seplerini, diwar panelleriniň we beýleki gurnama elementleriniň seplerini ýapmak üçin ulanylýar. Olar rezin-bitumyň, rezin-bitum-polimerleriň, reziniň, polimerleriň esasynda taýýarlanylýar.

14.2.4. Maýyşgak-şepbeşik we gaty örtüklük suw geçirmeýän materiallar

Maýyşgak-şepbeşik hem gaty maddalar esasy hem-de esassyz rulonlulara, örtüklü, örtüksiz materiallara, listli we täkleyin görnüşlere bölünýärler.

Rulonly örtüklük materiallar karton esasy we esassyz görnüşlerde öndürilýär. Esasy rulon materiallary örtüklü we örtüksiz görnüşlerde öndürilýär. Örtüklü rulon materiallarynyň (ruberoidleriň) önümçiliginde, ilki kartona ýumşak bitumlar siňdirilip, soňra onuň bir ýa-da iki tarapy mineral dolduryjyly şepbeşik bitum bilen örtülýär. Karton esasy örtüksiz rulon materiallary diňe suwuk bitum siňdirilen kartondan ybarat.

Ruberoid örtüklük suw geçirmeýän material bolup, kartona suwuk bitumlar siňdirilip, soňra bir ýa-da iki tarapyndan, eremesi kyn bitum bilen örtülýär. Ruberoidiň hilini ýokarlandyrmak üçin, örtülýän bitumyň düzümine dürli külkedispers minerallar goşulýar.

Ruberoidleriň kartonyň düzümi nah we kendir galyndylaryndan, kagyz makulaturasyndan hem sellýulozadan ybarat garyndylar. Bu kartonlar organiki berkidijileri gowy siňdirýärler we olaryň üzülmäge ýeterlik garşylygy bolýar. Kartonlaryň markalary $1m^2$ kartonyň massasyna görä bölünýär.

Niýetlenilişine görä, ruberoidleriň örtüklük we düşmek üçin görnüşleri bolýar. Ýüzünde ulanylýan sepgä görä, iri däneli, ownuk däneli we tozan görnüşindäki sepgili ruberoidler bar. Ruberoidleriň ini kartonyň inine görä, 1000, 1025 we 1050 mm bolup, rulonyň meýdany $10,0 + 0,5$ we $20,0 m^2$ ululygynda göýberilýär. Ruberoid önümçiligi siňdirilýän we örtülýän bitum massasyny taýýarlamagy, sepilýän materiallary taýýarlamagy, kartona ýeňil bitumlary siňdirmegi, eremesi kyn ýa-da dolduryjyly bitumy çalmagy, sowatmagy, kesmegi hem-de rulonlara dolamagy öz içine alýar.

Çaýylyan örtüklük ruberoidlerde, adaty ruberoidden tapawutlylykda, aşaky tarapynda galyň örtük massasy bolýar. Adaty ruberoidde örtük massasynyň mukdary $200-300 g/m^2$ bolsa, çaýylyan ruberoidde $1000-2000 g/m^2$ töweregi we ondan hem gowrak bolýar.

Çaýylyan ruberoidler guýma we çümdürme usullary bilen öndürilýär. Iki usulda hem polotnonyň $1 m^2$ -ne mastikanyň ýokarsyna 600g, aşagyna 600–2000 g mukdary sarp bolýar. Aşaky gatlagy galyň boldugyça, ruberoid suw geçirmeýän hökmünde ygtybarly işleýär, ýöne önümiň bahasy hem ýokarlanýar.

Perforirlenen ruberoidler biri-birinden 100 mm aralykda, 20mm diametrli deşikler goýlan materiallardyr. Bu örtüklerde çişmeler emele gelmeýär we esasyň deformasiýasynda örtük halysy ýyrtylmaýar.

Aýnaruberoid aýnasüýümlü esasyň iki tarapyna bitum çalmak arkaly taýýarlanylýar. Adaty ruberoid bilen deňeşdirilende bu materiallaryň ýokary berkligi, durnuklylygy, çüýremezligi we ýokary çyglylyk şertlerinde weýran bolmaga garşylygy bolýar. Şeýle hem aýnanyň esasynda öndürilýän örtüklük we suw geçirmeýän materiallara gidroaýnaizol, aýnaizol, başga-da birnäçe materiallary degişli etmek bolýar.

Pergamin rulonly örtüksiz material bolup, kartona ýumşak bitumlary siňdirmek arkaly alynýar. Gurluşy boýunça ol ruberoid-

lere meñzeşdir. Onuň ruberoidden esasy tapawudy üstünde örtük gatlagynyň we sepgisiniň ýoklugy. Pergamin, esasan, ruberoidiň aşagyna düşmek üçin ulanylýar. Onuň ýaramaz häsiýetleri ýanýanlygy we biodurnuklylygynyň pes bolmagy.

Örtüklük bitum listleri dykyz karton esasa bitum siňdirilip, eremesi kyn bitumdan we dolduryjydan ybarat örtük gatlagyny çalmak arkaly öndürilýär.

13-nji tablisa

Suw geçirmeýän materiallar

Agressiw täsir	Suw geçirmeýäniň görnüşi	Ulanlyan materiallar
Suwuň, duzlaryň, kislotalaryň, aşgarlaryň erginleri, pH > 7	Ýelimlenýän	Izol, gidroizol, bitum mastikasynyndaky ruberoid
40 %-e çenli konsentrasıyaly kislotalaryň erginleri (pH < 4)	Guýulýan (monolit) Ýelimlenýän	Gyzgyn bitum mastikalary; suwuk aýnada, dykyzlandyryjy garyndyly kislota durnukly ergin PWH-niň sintetik ýelimde armirlenen perdesi
40 %-e çenli konsentrasıyaly aşgarlaryň erginleri	Guýulýan (monolit) Ýelimlenýän	Lateks goşulan sement-çägeli ergin PWH-niň sintetik ýelimde armirlenen perdesi
Organiki eredijiler we ýaglar	Ýelimlenýän	Mastikalar ýa-da ýelimlenýän poliizobutilen

14.3. Akustiki materiallar

14.3.1. Umumy düşüňjeler

Akustiki materiallar ses tolkunynyň energiýasyny azaltmaga, daşarky we içerki sesleriň derejesini peseltmäge ukyply materiallardyr.

Ses bu adamyň gulagy tarapyndan gurşawda mejburi täsirleriň netijesinde döreyän maýyşgak mehaniki yrgyldylaryň we tolkunlaryň

kabul edilmegi. Yrgyldylaryň ýygylgy gerslerde (G_s) aňladylyp, 1 sekuntaky yrgyldylaryň sanyna görä: pes 16–500 G_s , aram 500–2000 G_s , ýokary 2000–15000 G_s we ondan hem ýokary bolup bilýär (1 G_s =1 sekuntaky 1 yrgyldy). Sesiň tolkunly tarapyndan 1 m^2 perpendikulýar meýdandan 1sekundyň dowamynda geçirilýän energiýanyň mukdaryna sesiň güýji diýilýär we 1 m^2 -däki watlarda aňladylýar (Wt/m^2). Adamyň gulagy sesi, «eşidiliş bosagasy» diýlip atlandyrylýan, kesgitli minimal ululykdan pes bolmadyk güýjünde eşidýär. Eşidiliş bosagasy pes, aram we ýokary ýygylgyklar üçin dürli-dürlüdür. Adamyň gulagy 1000–3000 G_s töweregindäki ýygylgykdaky yrgyldylara has duýgurdyr we şu ýygylgyklarda eşidiliş bosagasy $10^{-16}\text{ Wt}/\text{m}^2$ sesiň intensiwligine barabar bolýar. Gulakda agyry duýgylary, sesiň «agyry bosagasy» diýlip atlandyrylýan $10^{-2}\text{ Wt}/\text{m}^2$ derejesinde peýda bolýar. Onuň güýji eşidiliş bosagasyndan 10^{14} esse uludyr. Eşidiliş bosagasy nulluk dereje hökmünde kabul edilýär. Sesiň ululygy diýlip, berlen güýjüň nulluk derejedäki güýje gatnaşygynyň logarifmine proporsional ululyga aýdylýp, bellerde B ýa-da desibellerde dB -de aňladylýar. Mysal üçin, pyşyrdy 10 dB -e, ýuwaş gürrüň 40 dB -e, kadaly hereketli köçäniň sesi 60 dB -e, sesli köçe 70 dB -e, ýük awtomobiliniň sesi 90 dB -e, awiasion motoryň sesi 120 dB -e, adamyň gulagynyň agyry bosagasy 140 dB -e barabar.

Akustikanyň wezipesi önümçilik, okuw, ýaşayyş, medeni-durmuş we beýleki jaýlarda sesleri kadaly ýagdaýyna çenli peseltmekden ybarat, şeýle hem jemgyýetçilik ähmiýetli jaýlarda gowy hem-de dury eşidilişi, sazçylyk otaglarynda, sesleriň çykyşynyň tebigylygyny üpjün etmelidir.

Akustiki materiallaryň saýlanylyşy, olaryň ses tolkunlaryny saklap bilijiligine (siňdirijiligine) bagly. Howada sesiň tizligi 340 m/s , suwda 1450 m/s , gaty jisimlerde bolsa onuň tizligi has ýokarydyr: kerpiç örümünde 2000 m/s , betonda 4000 m/s , metalda 5000 m/s -dan ýokary.

Akustiki materiallar ses siňdiriji we ses geçirmeýän materiallara bölünýärler.

14.3.2. Ses siňdiriji materiallar

Ses siňdiriji materiallar dürli alamatlary boýunça bölünýärler: ses siňdirilişiniň görnüşi boýunça, daş görnüşi boýunça, taýýarlanlyşynyň tehnologiýasy boýunça, önümleriň üst häsiýetleri boýunça. Bu materiallar, şunuň bilen birlikde, bezeg materiallary hem bolup durýarlar, sebäbi olar otaglaryň binagärlik nuranalygyna ýardam edýärler.

Ses siňdirilişiniň aýratynlygy boýunça materiallar öýjükli, membranaly we perforirlenen görnüşlere bölünýärler. Bularyň arasynda öýjükli materiallar has köp ýaýrandyr. Bu materiallarda ses energiýasy, esasan, köp sanly we dürli diametrlerdäki açyk öýjüklerde hem-de kapillýarlarda sürtülmesiniň hasabyna siňdirilýär. Öýjükliligiň artmagy bilen ses siňdirilişi ýokarlanýar, ýöne öýjükliligiň belli bir çägi bolýar (80 % töweregi), ondan ýokarda ses siňdirijilik artmaýar, tersine, onuň peselmegine tendensiýalar başlanýar. Öýjükleriň diametriniň ölçegleri hem möhümdir. Öýjükleriň ölçegleri kiçi bolanda materialyň jümmüşine ses energiýasynyň aralaşmagy kynlaşýar we ses siňdiriliş onçakly uly bolmaýar. Öýjükleriň diametriniň laýyk ölçegini 1 mm diýip kabul etmek bolýar. Membrana görnüşli materiallarda, sesiň güýjüniň peselmegi tolkun energiýasynyň ýeterlik massiw we gaty membranalaryň mejbury yrgyldylaryna harç bolýandygy sebäplidir (plitalar, fanera listleri, dykyz karton, käbir matalar we başg.). Perforirlenen panelleriň we beýleki materiallaryň deşiklerindäki saklanýan howa, onuň üstünden sesiň geçmegine böwet bolýar.

Ses siňdiriji materiallar daş görnüşi boýunça plita, rulon we utgaşdyrylan görnüşlerde bolýarlar. Üstleri boýunça bu materiallar adaty fakturaly, öýjükli, riflenen üstli, perforirlenen üstli we başga görnüşlerde bolýarlar.

Dürli görnüşleriniň bolmagyna garamazdan, olaryň birnäçe umumy alamatlary bolýar. Olaryň ses siňdirijilik koeffisiýenti pes ýygylklarda 0,20-den, orta ýygylklarda 0,40-dan aşak düşmeli däl. Olar ýeterlik oda durnukly, çüýremäge garşy durnukly bolmaly, şeýle hem himiki maddalary we ýaramaz ysly bölüp çykarmaly dälendirler. Bu materiallaryň ortaça dykyzlygy $300-400 \text{ kg/m}^3$ -den geçmeli däl. Ses siňdiriji materiallaryň dekorativ görnüşiniň we reňkiniň ähmiýeti hem uludyr, sebäbi olar otaglaryň binagärlik bezegi bolup hem hyzmat edýärler (ýylylyk geçirmeýän materiallardan tapawutlylykda).

Materiallaryň ses siňdirmegi, onuň yrgyldylarynyň ýgylygyna bagly. Ýgylygyň artmagy bilen öýjükli materiallaryň ses siňdirmekligi artýar, pes ýgylyklarda bolsa 7–10 *sm* ölçeglerindäki tutuşlaýyn howa gatklarynyň netijeliligi ýokary bolýar.

14.3.3. Ses geçirmeyän materiallar

Ses geçirmeyän materiallar otaglary sesiň urguly geçmeginden goramak üçin ulanylýar. Ses siňdiriji materiallardan tapawutlylykda bu materiallar içerki diwarlaryň we gatara (etažara) konstruksiýalarynyň prokladka gatklary görnüşlerinde bolup, köplenç, göße ilmeýän ýerlerde ulanylýar.

Ses geçirmezlik, ses siňdirilişi ýaly materialyň diňe bir gurluşyna we häsiýetine bagly däl-de, konstruksiýanyň häsiýetine hem baglydyr. Ses geçirmezligiň ýokary netijesini, biri-birinden dykzlygy we gatylygy boýunça ep-esli tapawutlanýan birnäçe materialdan ybarat bolan gatlakly konstruksiýalar üpjün edýärler.

14-nji tablisa

Akustiki materiallaryň ulanylyşy

Akustiki materiallar	Ulanýlan materiallar
Ses siňdiriji materiallar	Gipsli, mineralpamykly, perforirlenen ikigat dekoratw üstli agaçsüýümlü plitalar. Polimer berkidijili, gipsli, mineralpamykly we aýna-pamykly plitalar. Öýjükli dolduryjylar we dekoratiw sementler ulanylýan akustiki betonlardan hem-de erginlerden taýýarlanylýan monolit örtgüler...
Ses geçirmeyän materiallar	Agaçsüýümlü ýumşak plitalar, asbest kartonlary. Mineral süýümlerinden taýýarlanylýan zolaklar. Düzümde tebigy dykylar bolan rulonlar. Köpürjikpolietilenden we köpürjikpolistiroldan taýýarlanylýan listler we rulonlar. Öýjükli sintetik rezinden taýýarlanylýan prokladkalar...

15.1. Umumy maglumatlar

Binalaryň içki we daşky bezegi üçin dürli materiallar ulanylýar. Olar gurluşyk elementleriniň estetiki we ulanylyş häsiýetlerini ýokarlandyrmaga, atmosfera hem-de beýleki täsirlere durnuklylygyny artdyrmaga niýetlenilýär. Binagärlik nuranalygynyň has ýokary derejesi reňkleýji düzümlerde giň reňk gammalarynyň ulanylmagynda gazanylýar. Bezeg işlerini amatly gurnamaga reňkleýji, laklaýjy we oboý materiallaryndan başga polimer, metal, agaç materiallary hem ýardam edýär.

Laklaýjy-reňkleýji materiallar suwuk halnda önümiň ýüzüne ýuka gatlakda ýazylyp, gurandan soňra örtgi perdesini emele getirýän materiallar. Dekorativ bezegden başga, bu materiallar ýaşaýyş we jemgyýetçilik jaýlarynyň rahatlygyny ýokarlandyrýarlar, şeýle hem gorag örtükleriniň wezipesini ýerine ýetirip, konstruksiýalaryň weýran bolmagynyň önüni alýarlar.

Laklaýjy we reňkleýji materiallara şular degişlidirler: dury däl dekorativ we gorag örtgüsi üçin niýetlenen taýýar reňkleýji maddalar (gurluşyk reňkleri); reňkleýji maddalary taýýarlamak üçin hyzmat edýän baglaşdyryjy maddalar, pigmentler we reňkleýjiler; dury örtük üçin ulanylýan laklar; emallar hem kömekçi materiallar bolan suwaglar, laklar hem-de reňkler üçin eredijiler, suwuklandyryjylar, plastifikatorlar, polimer düzümini gatadyjy maddalar, käbir ýörite goşundylar, mysal üçin, sikkatiwler.

Laklaýjy-reňkleýji örtgüleriň hili, esasan, perde emele getiriji madda bilen kesgitlenýär. Bu materiallaryň esasy komponentleri bolup, baglaşdyryjy maddalar, pigmentler we dolduryjylar hyzmat edýärler. Baglaşdyryjy maddalar pigmentiň we dolduryjynyň böleklerini birleşdirip, işlenýän üstde berk gatlagy emele getirýärler.

Baglaşdyryjylar hökmünde ýagly reňklerde olifalar, polimerli reňklerde, laklarda we emallarda polimerler, kauçukly reňklerde kau-

çuklar, ýelimli reňklerde ýelimler, sementli, hekli hem-de silikatly reňklerde organiki däl baglaşdyryjylaryň görnüşleri ulanylýar.

Häzirki döwürde sintetik laklaýjy-reňkleýji materiallaryň, emulsion reňkleriň we täze mineral reňkleýji maddalaryň ähmiýeti artýar.

15.2. Laklaýjy-reňkleýji materiallar üçin esasy baglaşdyryjy we kömekçi maddalar

Reňkler üçin organiki baglaşdyryjylar we olaryň düzüm bölekleri hökmünde olifalar, ýelimler, eredijiler, plastifikatorlar ulanylýar.

Olifalar ýagly reňkleýji maddalaryň esasy baglaşdyryjysydyr. Olar tebigy, ýarym tebigy we emeli (sintetik) görnüşlerde bolýarlar.

Tebigy olifalar guraýan ösümlük ýaglaryny (kendir, kener, tunga) 160–270°C-da gaýnadyp, polimerleşdirmek arkaly alynýar. Guramagyňy tizleşdirmek üçin, olifalar gaýnadylanda gurşunyň, marganesiň, kobaltyň oksidleriniň duzlary ýa-da başga metallaryň organiki eredijilerdäki ýagly kislotalarynyň duzlary ýaly sikkatiwler goşulýar. Bu olifalar gurandan soňra emele gelýän perde 100 % ýagdan ybarat bolup, olaryň suwa we atmosfera ýokary durnuklylygy, berkligi, elastikligi, ýalpyldysy bolýar. Çig mallarynyň gymmatlygy sebäpli, tebigy olifalar diňe metal konstruksiýalarynda, penjirelerde we ş.m. ýerlerde ulanylýar.

Ýarym tebigy olifalar günebakar, soýa, pagta ýaglary ýaly ýarymguraýan ýa-da guramaýan ýaglary, 300°C-da gaýnatmak arkaly alynýar. Bu ýaglary dykzlandyrmak üçin 150°C-a çenli gyzdyrylan howa bilen üflenilip okslendirilýär. Alnan şepbeşik polimerleşen ýaglara 45 % töweregi organiki eredijiler garylýp, suwuklandyrylýar.

Ýarym tebigy olifalar gurandan soňra, tebigy olifalardan elastikliginiň pesligi, çalt könelýändigini bilen tapawutlanýarlar.

Emeli (sintetik) olifalar iýmite degişli bolmadyk önümlerden taýýarlanylýan, perde emele getiriji maddalar. Olaryň käbiriniň düzüminde 30 %-e çenli ösümlük ýagy bolýar. Bu olifalar ýagly ýa-da alkid reňkler taýýarlanylanda hem-de goýy reňkleri suwuklandyrmak üçin ulanylýar.

Reňkler üçin we bezeg materiallary üçin ýelimleriň mallardan alynýan, ösümlüklerden alynýan, emeli hem-de polimer görnüşleri bolýar.

Mallardan alynýan ýelimler mezdradan (deri asty dokumalardan), süňkden we kazeinden (süýdüş galyndylaryndan) alynýan ýelimlerdir. Mezdra ýelimi, mallaryň hamyny suwda gaýnadyp, soňra goýaltmak arkaly alynýar. Süňk ýelimi mallaryň süňklerinden alynýar. Kazein ýeliminiň düzümi kazeinden, söndürilen hekden, käbir mineral duzларыndan we kerosinden ybaratdyr.

Ösümlük ýelimleri (dekstrinler) 150–200°C-da gyzdyrmak ýa-da krahmaly kislota bilen işlemek arkaly alynýar.

Emeli ýelimler modifisirlenen tebigy polimerleriň suwdaky ergini. Olar, esasan, karboksilmetilsellýuloza we metilsellýuloza görnüşlerinde ulanylýar.

Sintetik ýelimler ýokary adgeziýa häsiýetleri bolan sintetik polimer önümleridir. Bu ýelimler emulsiýalar görnüşinde ýa-da suwly we spirtli erginlerde ulanylýar. Bu ýelimler, taýýarlanylşy boýunça, polikondensasion polimerleriň esasynda (epoksid, fenolformaldegid, moçewinaformaldegid) we polimerizasion polimerleriň esasynda (poliwinilasetat, poliakrilat we başg.) taýýarlanylýanlara bölünýärler. Şeýle hem bu ýelimler gataýan temperaturasy boýunça 100–160°C-da gataýan gyzgyn ýelimlere, 40–90°C-da gataýan ýyly ýelimlere we 16–30°C-da gataýan sowuk ýelimlere bölünýärler. Gurluşykda çylşyrymly enjam ulanman, elementleri ýelimlemäge mümkinçilik berýän sowuk ýelimler has köp ulanylýar.

Eredijiler we suwuklandyryjylar. Eredijiler içinde ereýän madda deňölçegli paýlanan suwuk gurşawlardyr. Olar ereýän madda bilen himiki täsirleşmeýärler we ergin guranda aňsatlyk bilen bugarýarlar. Organiki eredijiler ýagly, epoksid, perhlorwinil, nitrosellýuloza laklary we reňkleri üçin, gliftal, bitum maddalary üçin niýetlenilýär. Olardan has köp ulanylýanlary skipidar, uaýt-spirit, aseton, etilasetat, daşkömür solwenti we başgalar.

Suwuklandyryjylar reňkleýji maddalary eretmän, diňe olaryň şepbeşikligini peseldýän suwuklyklar. Eredijileriňkiden tapawutlylykda, olaryň düzüminde baglaşdyryjy hem bolup bilýär. Su-

wuklandyryjylar bolup olifalar we ýagly emulsiýalar hyzmat edýärler.

15.3. Reňkleýji düzümlerdäki pigmentler

Pigmentler perde emele getiriji maddalarda we eredijilerde eremýän, ýöne olar bilen birsydyrgyn garyşýan külkedispers reňkli külkelerdir. Pigmentler organiki däl we organiki, emeli we tebigy görnüşlerde bolýarlar. Ýokary atmosfera we himiki durnuklylygy bolany üçin gurluşyk reňklerinde, esasan, organiki däl pigmentler ulanylýar.

Emeli organiki däl pigmentler çylşyrymly himiki prosesleriň netijesinde alynýar. Bu pigmentler dolulygyna diýen ýaly metallaryň oksidlerinden we duzlaryndan ybarat (belilalar, kronlar, ultramarin we başg.). Tebigy pigmentler emeli pigmentlerden ýagtylygy we doýgunlygy boýunça pesräk hem bolsalar, olaryň bahasy has arzan bolýar. Olar demir oksidiniň garyndysy bolan magdanlary we dürli toýunlary gaýtadan işlemek arkaly alynýar (demir surigi, mumiýa, ohralar we başg.).

Pigmentler himiki düzümi, dispersligi, ýapyjylygy, dykzlygy, ýag talapedijiligi, reňkleýjilik ukyby, ýagtylyga durnuklylygy, **himiki durnuklylygy**, oda durnuklylygy we korroziýa durnuklylygy bilen häsiýetlendirilýärler. Pigmentiň **himiki durnuklylygy** reňkini, korrozion, himiki we termik durnuklylygyny şertlendirýär. Pigmentiň **ýapyjylygy** $1m^2$ meýdan üst reňklenende gerek bolan pigmentiň g sanynda aňladylýar. Ozalky reňki ýapýan reňkiň gatlagy ýuka boldugyça, şonça-da pigmentiň ýapyjylygy ýokary bolýar. Reňkleýjilik ukyby (reňkiň intensiwligi) ak, gara ýa-da gök pigmentler bilen garylarda, pigmentiň öz reňkini ýüze çykaryjylyk ukybydyr. **Ýag talabedijiligi** reňkleýji pasta almak üçin gerek bolan ýagyň (olifanyň) mukdary. Pigment ýagy az talap etdigiçe, şonça-da reňk gatlagy durnukly bolýar. Dispersligi pigment bölejikleriniň üwelişiniň kükeliği, pigmentiň ýapyjylygyna we reňkleýjilik ukybyna uly täsir edýär. Bölejikleriň ölçegleri $0,2-1 \text{ mkm}$ bolanda pigmentiň iň uly ýapyjylygy gazanylýar.

Pigmentler reňkleri boýunça ak pigmentlere, gara pigmentlere, gyzyl hem-de goňur pigmentlere, sary pigmentlere, gök we ýaşyl pigmentlere bölünýärler.

Ak pigmentler emeli we tebigy görnüşlerde bolýarlar. Mineral çig mallaryny himiki täzeden işlemek arkaly alynýan ak pigmentlerden sink ZnO , gurşun belilasy $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$, titan belilasy TiO , litoponlar bolan ZnS we $BaSO_4$ (kükürtli belilalar) giňden ulanylýar. Gurşunly belilar zyýanly birleşmeleri emele getirýändigigi sebäpli, diňe daşarky diwarlarda ulanylýar. Litoponlar saralagan bolýarlar, şol sebäpli içerki diwarlarda, esasan, titanly we sinkli belilalar ulanylýar. Bu belilalaryň ýapyjylygy, degişlilikde 50–70 we 100–110 g/sm^2 . Hek, reňkleýji maddalara agardyjy pigment we dolduryjy hökmünde goşulýar. ol ýelimli we silikat reňklerinde hem ulanylýar, ýöne ýagly reňklerde ulanylmaýar, sebäbi olifa bilen garyşanda sary öwüşgin emele gelýär. Howada gataýan hek, jaýlaryň daşyny agartmak üçin ulanylýar.

Gara pigmentlere gazyň gurumy, nebit önümleriniň gurumy, marganesiň perekisi MnO_2 , külke owradylan grafit (şungit) we başgalar degişli.

Gyzyl we goňur pigmentlere emeli we tebigy mumiýa (Fe_2O_3 -iň mukdaryna görä reňki üýtgeýär), demir surigi Fe_2O_3 (75 %), gyzyl kron $Pb \cdot Cr_2O_4 \cdot Pb(OH)_2$, gurşun surigi Pb_3O_4 we başgalar degişli.

Sary pigmentlere gurşun krony $Pb(CrO_4)$, sink krony (hromturşy sink bilen hrom angidridiniň garyndysy) we ohralar degişli.

Ohralar düzüminde 25 % töweregi Fe_2O_3 bolan toýunlardan alynýan sary, gyzyl we goňur reňkdäki tebigy pigmentler. Pigmentiň reňki demir oksidleriniň mukdaryna baglylykda üýtgeýär. Bu pigmentleriň bahasy has arzan bolany sebäpli, dürli baglaşdyryjylaryň esasynda giňden ulanylýar.

Gök pigmentleriň esasyly ultramarin $Na_4Al_3Si_3S_2O_{12}$ we lazur $Fe_4[Fe(CN_6)]_3$.

Ýaşyl pigmentlere hrom oksidi Cr_2O_3 , şeýle hem sary we gök pigmentleriň mehaniki garyndylary degişli.

Metal külkeleri metallary bezemek üçin reňkleýji düzümlere goşulýar. Bu maksatlar üçin, esasan, alýuminiý külkesi ulanylýar.

Organiki pigmentleriň ýagtylyga durnuklylygy pes bolany sebäpli, olar has seýrek ulanylýar.

15.4. Reňkleýji maddalaryň esasy görnüşleri

Reňkleýji maddalar baglaşdyryjy komponentine görä ýagly reňklere; emally we emulsion reňklere; polimer, polimersement we suw garylýan reňkli maddalara bölünýärler.

Ýagly reňkleýji maddalar pigmentleriň (käte, dolduryjylar bilen) olifadaky suspenziýasydyr. Bu materiallar ýörite maşynlarda pigment bilen olifany garyşdyrmak arkaly alynýar. Ýagly reňkler ulanylmazdan öň olifa garylmagyny talap edýän goýy garylýan görnüşde we ulanylmaga taýýar görnüşde goýberilýär. Goýy garylýan reňkleriň düzümünde olifanyň mukdary 12–20 %, ulanmaga taýýar reňklerde 30–50 % olifa bolýar. Içerki bezeg işlerinde emeli olifalary ulanmak amatly bolýar. Ösümlük ýagyndan taýýarlanan olifaly reňkler, köplenç, daşarky işlerde, şeýle hem metalyň we agajyň reňklerinde ulanylýar.

Laklar perde emele getiriji maddalaryň (şepbikleriň, bitумыň we ş.m.) uçujy eredijilerdäki erginidir. Esasy iki komponentden başga, laklaryň düzümünde örtginiň hilini ýokarlandyryýan plastifikatorlar, gatadyjylar we başga goşundylar bolup bilýärler.

Perde emele getiriji maddalara, eredijilere baglylykda, laklar indiki görnüşlere bölünýärler.

Ýagly-şepbikli laklar guraýan ýaglar bilen modifisirlenen alkid we beýleki sintetik polimerleriň (şepbikleriň) erginleri bolup, agaç materiallaryny örtmekde giňden ulanylýar.

Şepbikli laklar käbir sintetik polimerleriň (şepbikleriň) organiki eredijilerdäki erginleri. Gurluşykda moçewinaformaldegid polimeriniň, perhlorwinil we poliwinilhlorid kompozisiýalarynyň esasyndaky laklar giňden ýaýrandyr.

Bitum (asfalt) laklary bitumlaryň organiki eredijilerdäki erginleri. Häsiýetlerini ýokarlandyrmak üçin, bu laklara guraýan ýaglar hem goşulýar. Bitum laklary metal konstruksiýalaryny we sanitar-tehniki enjamlaryny örtmek üçin ulanylýar.

Spirтли laklar we polituralar spirtde ýa-da spirt bilen uçujy eredijiniň garyndysynda eredilen sintetik polimerlerden ybarat. Laklardan tapawutlylykda, polituralaryň düzüminde eredijiniň mukdary has köp bolýar. Spirтли laklar we polituralar agaç, aýna, metal önümleriniň örtgüsünde ulanylýar.

Nitrosellýuloza laklary (nitrolaklar) plastifikatorly nitrosellýulozanyň organiki eredijilerdäki ergini. Bu laklar mebelleri we başga agaç önümlerini örtmek üçin ulanylýar. Nitrolaklar ýangyn howpludyrlyr we guranlarynda eredijiniň zyýanly buglaryny bölüp çykarýarlar.

Kremniorganiki silikon laklary kremniorganiki polimerleriň esasynda alynýar. Käte, olar ýokary molekulýar maddalar bilen modifisirlenilýär. Olaryň temperatura durnuklylygy örän ýokarydyr (500°C-a çenli). Olar tüsse çykýan turabalary, peçleri we beýleki ýokary temperaturada işleýän desgalary reňklemekde ulanylýar.

Rezal fenolformaldegid polimeriniň ergini (bakelit lagy) desgalary korroziýadan goramak üçin giňden ulanylýar.

Emal reňkleri (emallar) lak bilen pigmentiň pugta garylmanynda alynýan reňkleýji maddalar. Ýagly emallar ýagly laklaryň önümi, nitroemallar nitrolaklaryň, gliftal emallar gliftal laklaryň önümi we ş.m. Emallaryň ulanylyşy ony düzyän laklaryň we pigmentleriň häsiýetlerine görä kesgitlenilýär.

Gliftal esasy emallar içerki bezeg işleri üçin ulanylýar, nitrogliftal emallaryny bolsa, daşarky işlerde hem ulanmak bolýar.

Perhlorwinil laklary we emallary suwa durnukly bolýarlar. Şol sebäpli olar, esasan, daşarky reňklerde ulanylýar.

Epoksid emallary epoksid polimeriniň esasynda organiki eredijiler bilen alynýar. Ol metal konstruksiýalaryny goramak üçin ulanylýar.

Suw garylýan reňkleýji maddalara, suw-hekli hem-de suw-sementli reňkler, silikat reňkleri, suw-ýelimli reňkler we ş.m. düzümler degişlidir. Bu reňkler, adatça, iş ýerinde organiki däl maddalara suw garmak arkaly taýýarlanylýar.

15.5. Diwarlar üçin oboýlar

Gurluşyk işlerinde **kagyz** we **dupleks** oboýlary has köp ulanylýar. Olar ýylmanak ýa-da relýefli, suratly we suratsyz görnüşlerde bolýarlar, wannaly otaglar üçin ýuwulýan hem-de güýçli ýuwulýan oboýlar öndürilýär.

Winil oboýlary kagyz esasa winil gatlagy ýazylan oboýlar bolup, aşhanalar, wannaly otaglar we daşky jaýlar üçin niýetlenýärler. **Ýüpekli oboýlar** kagyz esasyň üstüne ýüpekli winil örtülen oboýlar, has ýokary rahatlykly otaglar we kabinetler üçin niýetlenýän materiallar. **Tekstil oboýlary** tebigy ýa-da ýörite süýümler bilen örtülen kagyz gatlagyndan ybarat bolup, bu materiallaryň ses we ýylylyk geçirmeýän häsiýetleri bolýar. **Aýnamata oboýlary** kagyz esasynda taýýarlanylýar we lateks ýa-da suw-emulsion reňkler bilen reňklenýär. Olar ýaşalmaýan we önümçilik binalarynda ulanylýar.

Suwuk oboýlar suwuk ýa-da külke görnüşinde goýberilýär. Olar ýaşalmaýan we önümçilik binalarynda ulanylýar.

Peýdalanylan edebiýatlar

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Bilim – bagtyýarlyk, ruhbelentlik, rowaçlyk. –A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014 .
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan. –A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan –Beýik Ýüpek ýolunyň ýüregi. I kitap. –A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2017.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan –Beýik Ýüpek ýolunyň ýüregi. II kitap. –A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2018.
5. Paýhas çeşmesi. –A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2016.
6. Iljanow G. Materiallary öwreniş. –A.: «Ýlym» neşirýaty, 2013.
7. Азизов З.К., Пьянков С.А. Определитель минералов. Ульяновск: УлГТУ, 2006.
8. Антихайн П.А. Металловедение. –М.: «Металлургия», 1982 г.
9. Ахвердов И.Х. Основы физики бетона. –М.: «Стройиздат», 1981г.
10. Балоян Б.М. и др. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. –М.: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», филиал «Угреша», 2007.
11. Баронин Г.С. и др. Переработка полимеров и композитов в твердой фазе. Тамбов. издательство ТГТУ, 2009.
12. Берлин А.А. Современные полимерные композиционные материалы. –М.: МГУ, Соросовский образовательный журнал, том 8, № 1, 1995.
13. Боженов П.И. Технология автоклавных материалов. Ленинград. «Стройиздат», 1978.
14. Виноградов Ю.Г. и др. Материаловедение. –М.: «Высшая школа», 1979.
15. Воробьев В.А., Комар А.Г. Строительные материалы. –М.: «Стройиздат», 1971.
16. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. –М.: «Стройиздат», 1986.

17. Домокеев А.Г. Строительные материалы. –М.: «Высшая школа», 1989.
18. Кафтаева М.В. и др. Теория и практика ячеистых бетонов автоклавного твердения. Белгород. Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012.
19. Киреева Ю.И., Лазаренко О.В. Строительные материалы. Новополоцк. ПГУ, 2004.
20. Лотов В.А. Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем. Томск. Изд-во ТПУ, 2006 г.
21. Матренин С.В., Овечкин Б.Б. Композиционные материалы и покрытия на полимерной основе. –Томск: Изд-во ТПУ, 2008.
22. Микульский В.Г., Горчаков Г.И., Козлов В.В., Куприянов В.Н., Ориентлихер Л.П., Рахимов Р.З., Сахаров Г.П., Хрулев В.М. Строительные материалы. –М.: ИАСВ, 2004.
23. Павлов Н.Н. Неорганическая химия. –М.: «Высшая школа». 1986.
24. Петрова Л.В. Химия вяжущих строительных материалов. Учебное пособие для студентов строительной специальности. Ульяновск. УлГТУ, 2009.
25. Прокопец В.С., Иванова Т.Л. Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения. Омск. СибАДИ, 2012.
26. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. –М.: «Высшая школа», 2004.
27. Синякова В.К., Никольский А.Ю., Фролов Н.Н.. Строительные материалы. –М.: «Стройиздат», 1986.
28. Шейкин А.Е. Строительные материалы. –М.: «Стройиздат», 1978.
29. Шестоперов С.В. Технология бетона. –М.: «Высшая школа». 1987.
30. Галдина В.Д. Модифицированные битумы. –Омск: Изд-во СибАДИ, 2007.
31. Керамика и композиционные материалы: Тезисы докладов Всероссийской конференции. Сыктывкар, 2004.
32. Online TM internet saytlary: www.kitaphana.net.com.

Mazmuny

Giriş.....	7
------------	---

I bap. Gurluşyk materiallarynyň esasy häsiýetleri

1.1. Umumy maglumatlar	10
1.2. Materiallaryň düzümi.....	11
1.3. Materiallaryň gurluşy.....	12
1.3.1. Atom kristallary	15
1.3.2. Metal kristallary	16
1.3.3. Ion kristallary	16
1.3.4. Molekulýar kristallar.....	17
1.3.5. Allotropiýa we polimorfizm.....	19
1.3.6. Amorf maddalar	19
1.4. Materiallaryň düzümini we gurluşyny öwrenmegiň fiziki-himiki usullary.....	20
1.5. Materiallaryň halynyň parametrleri	23
1.6. Materiallaryň gurluş häsiýetnamalary.....	23
1.7. Materiallaryň gidrofiziki häsiýetleri	25
1.8. Materiallaryň ýylylyk-fiziki häsiýetleri	28
1.9. Materiallaryň himiki häsiýetleri.....	30
1.10. Materiallaryň mehaniki häsiýetleri	30
1.11. Materialyň weýran bolmagynyň mehanikasy	34
1.12. Kompozision materiallar barada düşünje.....	36
1.12.1. Umumy maglumatlar	36
1.12.2. Kompozitiň düzümi we gurluşy.....	37
1.12.3. Kompozitiň häsiýetleriniň emele gelmeğinde matrisanyň we berklendirijiniň täsiri.....	40
1.12.4. Kompozitler – gurluşyk materiallary	44
1.12.5. Nanomateriallar barada düşünje	46

II bap. Agaç materiallary

2.1. Umumy maglumatlar	48
2.2. Agaçlaryň umumy häsiýetleri	50
2.3. Agajyň mehaniki häsiýetleri	51
2.4. Agaç materiallary we önümleri	51

III bap. Tebigy daş materiallary

3.1. Umumy maglumatlar	53
3.2. Çuňlukdaky magmatik dag jynslary	54
3.3. Çogan magmatik dag jynslary	56
3.4. Çöküncü dag jynslary	57
3.5. Metamorfik dag jynslary	58
3.6. Tebigy daş materiallarynyň gazylyp alnyşy we işlenilişi	60
3.7. Jyns emele getiriji esasy minerallar	62
3.7.1. Umumy maglumatlar	62
3.7.2. Silikatlar	62
3.7.3. Oksidler	65
3.7.4. Karbonatlar	67
3.7.5. Sulfatlar, sulfidler we sap minerallar	68
Bişirilýän emeli konglomeratlar	68

IV bap. Keramiki materiallar

4.1. Umumy maglumatlar	69
4.2. Keramiki önümleriň çig mallary	70
4.3. Keramikanyň tehnologiýasy barada maglumatlar	73
4.4. Keramiki materiallaryň tebigaty we gurluşy	76
4.5. Keramiki materiallar we önümler	79
4.5.1. Diwarlyk keramiki materiallar we önümler	79
4.5.2. Binalaryň ýüz tarapyna örmek üçin önümler	83
4.5.3. Sanitar-tehniki önümler we turbalar	85
4.5.4. Ýörite maksatly keramiki materiallar we önümler	86
4.5.5. Oda durnukly keramiki materiallar	87

V bap. Aýna we kristallaşan aýna

5.1. Umumy maglumatlar	88
5.2. Aýna we onuň häsiýetleri	89
5.3. Aýna önümçiliginiň esaslary	91
5.4. Aýna materiallary we önümleri	95
5.5. Daşlaryň we şaklaryň erginlerinden taýýarlanylýan materiallar	101

VI bap. Metal materiallary we önümleri

6.1. Metallar barada umumy maglumatlar	102
6.2. Metallaryň polimorfizmi	103
6.3. Çoýnuň öndürilişi.....	105
6.4. Poladyň öndürilişi	106
6.5. Metal garyndylary	109
6.5.1. Metal garyndylary barada düşüňjeler.....	109
6.6. Gurluşykda ulanylýan metallar we metal garyndylary	112
6.6.1. Demriň we uglerodyň häsiýetleri.....	112
6.6.2. Demriň uglerodly metal garyndylarynyň düzüjileri	114
6.6.3. Uglerodyň we hemişelik garyndylaryň poladyň häsiýetine täsiri	116
6.6.4. Uglerodly polatlaryň toparlara bölünişi we belgilenişi.....	118
6.6.5. Konstruksion polatlardan taýýarlanylýan önümler.....	121
6.6.6. Legirlenen polatlar we gaty metal garyndylary	123
6.6.7. Polady termik işläp bejermek.....	130
6.6.8. Gurallyk polatlar	135
6.6.9. Çoýunlar.....	136
6.6.10. Reňkli metallar.....	138

VII bap. Mineral berkidiji maddalar

7.1. Umumy maglumatlar	141
7.2. Howada berkeýän maddalar	142
7.2.1. Gurluşyk heki.....	142
7.2.2. Gipsli berkidiji maddalar	144
7.2.3. Magnezial berkidiji maddalar	145
7.2.4. Suwuk aýna.....	146
7.3. Gidrawlik berkidijiler.....	147
7.3.1. Toýunýer sementi	147
7.4. Portlandsement.....	148
7.4.1. Portlandsementiň öndürilişi	148
7.4.2. Portlandsementiň gatamagy	151
7.4.3. Sement gelinde ýüze çykýan binar dispers ulgamy barada düşüňjeler	152
7.4.4. Portlandsementiň berkligi	155
7.4.5. Sementiň külkeliginiň häsiýetlerine täsiri.....	156

7.4.6. Sement daşynyň durnuklylygy.....	157
7.4.7. Portlandsementiň görnüşleri	159

VIII bap. Beton

8.1. Betonlaryň dolduryjylary	161
8.2. Betonlaryň görnüşleri.....	163
8.3. Agyr (adaty) betonlar	164
8.3.1. Düzüm materiallary	164
8.3.2. Betonyň düzümini kesgitlemek.....	165
8.4. Ýeňil betonlar.....	166
8.5. Beton garyndysyny taýýarlamak.....	167

IX bap. Beton we gurnama demirbeton önümleri we konstruksiýalary

9.1. Umumy maglumatlar	168
9.2. Demirbetonyň asyl materiallary.....	169
9.3. Gurnama demirbeton önümlerini taýýarlamagyň tehnologik shemalary	170
9.4. Monolit demirbetonyň tehnologiýasy	174

X bap. Gurluşyk erginleri

10.1. Umumy maglumatlar	175
10.2. Kerpiç we daş örümi üçin erginler.....	176
10.3. Timarlaýyş işleri üçin erginler	177
10.4. Ýörite erginler	178

XI bap. Organiki däl berkidijileriň esasynda taýýarlanylýan materiallaryň görnüşleri

11.1. Gips we gipsbeton önümleri	180
11.2. Awtoklawda gataýan silikat materiallary	183
11.2.1. Silikat betonynyň emele gelmegi.....	183
11.2.2. Silikat betonynyň önümçiliginiň ýola goýulmagy	184
11.2.3. Silikat betonynyň düzümi	185

11.3. Asbestsement önümleri	187
11.3.1. Umumy maglumatlar	187
11.3.2. Asbestsementiň çig mallary	188
11.3.3. Asbestsementiň öndürilişi	189
11.3.4. Esasy asbestsement önümleri.....	190
11.4. Betonyň fizikasy we tehnologiýasy.....	191
11.4.1. Umumy maglumatlar	191
11.4.2. Gidrosilikatlaryň we gidroalýuminatlaryň esasy häsiýetleri.....	193
11.5. Portlandsement betonyny, agressiw täsirlere durnukly betona öwürmegiň çäreleri	196
11.6. Betonlaryň gurluşyny polimerler bilen modifisirlemek	199
11.6.1. Umumy maglumatlar	199
11.6.2. Betony modifisirlemegiň görnüşleri.....	200
11.6.3. Betonda polimerleri ulanmagyň tehnologiýasy	201
11.7. Betonlaryň we bişirilýän materiallaryň önümçiligine degişli ykdysady nazaryýet.....	205

XII bap. Bitumlar

12.1. Umumy maglumatlar	209
12.2. Bitumlaryň görnüşleri, düzümi we häsiýetleri.....	209
12.3. Bituma garylýan mineral dispers dolduryjylar	215
12.4. Asfalt berkidijisiniň emele gelmegi	216
12.5. Asfalt betonynyň dispers däl dolduryjylary	217
12.6. Asfalt betonlary	217
12.7. Asfalt betonynyň görnüşleri.....	219
12.8. Asfalt betonynyň düzümini modifisirlemek.....	220
12.9. Asfaltbeton örtükleriniň gurluşynyň bozulmagy	222

XIII bap. Polimer esasy gurluşyk materiallary we önümleri

13.1. Polimerler.....	224
13.2. Polimerizasion polimerler (termoplastlar)	227
13.3. Polikondensasion polimerler.....	232
13.4. Plastmassalaryň dolduryjylary	235
13.5. Plastmassalaryň önümçiligi	237

13.6. Polimer esasly gurluşyk materiallarynyň we önümleriniň görnüşleri	239
13.6.1. Polimerbetonlar we polimererginler	239
13.6.2. Rulon materiallary	240
13.6.3. Plita materiallary	243
13.6.4. Sanitar-tehniki enjamlar we turbalar üçin materiallar.....	245
13.6.5. Bezeglik we örtgülik polimer materiallary we önümleri	246
13.6.6. Polimer esasly suw geçirmeýän we germetik materiallar	249
13.6.7. Polimer materiallarynyň könelmegi we gurluşynyň bozulmagy.....	251

XIV bab. Ýylylyk, suw we ses geçirmeýän materiallar

14.1. Ýylylyk geçirmeýän materiallar	253
14.2. Suw geçirmeýän materiallar	255
14.2.1. Umumy maglumatlar	255
14.2.2. Suwuk suw geçirmeýän materiallar	256
14.2.3. Plastik-şepbeşik suw geçirmeýän materiallar	257
14.2.4. Maýyşgak-şepbeşik we gaty örtüklük suw geçirmeýän materiallar	258
14.3. Akustiki materiallar.....	260
14.3.1. Umumy düşüňjeler.....	260
14.3.2. Ses siňdiriji materiallar	262
14.3.3. Ses geçirmeýän materiallar	263

XV bab. Reňkleýji materiallar

15.1. Umumy maglumatlar	264
15.2. Laklaýjy-reňkleýji materiallar üçin esasy baglaşdyryjy we kömekçi maddalar.....	265
15.3. Reňkleýji düzümlerdäki pigmentler.....	267
15.4. Reňkleýji maddalaryň esasy görnüşleri	269
15.5. Diwarlar üçin oboýlar	271
Peýdalanylan edebiýatlar	272

Döwranguly Mämmedow, Aganazar Şükürow

GURLUŞYK MATERIALLARY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor	<i>D. Hallygylyjow</i>
Surat redaktory	<i>O. Çerkezowa</i>
Teh. redaktor	<i>Ş. Gurbangeldiyewa</i>
Suratçy	<i>P. Pürmyradow</i>
Kompýuter bezegi	<i>D. Piriýewa,</i> <i>B. Mämmetgurbanow</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>Ý. Orazdurdyýew</i>

Çap etmäge rugsat edildi 01.06.2021. Ölçeği 60×90^{1/16}.
Times New Roman garniturasy. Şertli çap listi 17,5.
Hasap-neşir listi 14,08. Şertli reňkli ottiski 64,0.
Çap listi 17,5. Sargyt № 3891. Sany 300.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
744000. Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 100.

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.
744015. Aşgabat, 2127-nji (G. Gulyýew) köçe, 51/1.