

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

Ý. ŞUBIN, M. NURYŞOW

MATERIAL ÖWRENİŞ

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

Ý. Şubin, M. Nuryşow, Material öwreniş.

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

GIRIŞ.

Hemmämize mälim bolşy ýaly Hormatly Prezidentimiziň ýolbaşçylygynda Türkmenistan döwletimiz täze Galkynyş zamanasynda uly ösüşler ýolyna düşdi. Täze Galkynyş zamananyň aýdyň ýoly bilen öňe barýan Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistand hormatly Prezidentimiziň parasatly ýolbaşçylygynda geljekki ösüşleriň, tutumly işleriň berk binýady tutulýar. Mähriban Prezidentimiziň başyny başlan Beýik Galkynyş zamanasynda ähli ugurlar bilen bir hatarda ylym-bilim ulgamy hem uly ösüşler we özgerişler ýoluna düşdi. Hormatly döwlet baştutanymyz özüniň belent wezipesine başlan ilkinji gününden Garaşsyz watanymyзда ylym-bilim ulgamyny ösdürmek, dünýä derejesine çykarmak, düýpli özgertmek işine başlady. Häzirki wagta çenli bu ugurda amala aşyrylýan işler sanardan juda köpdür.

Döwlet baştutanymyzyň belleýşi ýaly, döwlet tarapyndan öňe sürülýän wezipeleri üstünlikli durmuşa geçirmek üçin bilime we ylyma uly orun berilýär. Ykdysadyýetiň we jemgiýetçilik galkynyşlaryň ösmegi babatda bilimiň we ylymyň derejesiniň dünýä üňhelerine gabat gelmegi bilen baglydyr. Şonuň üçin-de ýurdumyzyň bilim ulgamynda uly özgertmeler durmuşa ornaşdyrlylýar. Hormatly Prezidentimiziň “Türkmenistanyň ylymlar akademiýasynyň işi hakynda” we “Türkmenistanda ylym ulgamyny kämilleşdirmek hakynda” “Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda” “Bilim terbiýeçilik edaralaryň işini kämilleşdirmek hakynda” gol çeken resminamalary gös-göni milli ylymy-bilimi ösdürmäge gönükdirlendir.

Bilim bilen ylym zynjyr ýaly sepleşip, biri-biriniň içinden eriş-agraç bolup geçýär we biri-biriniň üstüni doldurýar. Bilimli bolmak üçin ilki bilen sowadyň gapysyndan ätlemeli, bilim basgançagynda yhlasyňy görkezip, ylmyň çäklerine aralaşmaly. Ylmyň ösmegi syýasatyň, ykdysadyýetiň, medeniýetiň ösmegine şert döredýär. Döwletiň ösüşine öz

goşandyny goşjak ylymly nesliň kemala gelmegi üçin bilim binýadynyň berk bolmagy esasy şertdir. Hormatly Prezidentimiz bilim, ylym ulgamyna özgertmeleri girizmek bilen, bize bilim işgärlerine uly ynam bildirýär.

Elbetde, geçilen menziller ýetilen sepgitler täze üstünliklere badalga berýär. Munuň şeýledigine oňat düşünýän her bir bilim işgärleri Altyn asyr zamanasyna mynasyp kämil terbiýeli, çuňňur bilimli, Watana, halka, hormatly Prezidentimize wepaly ýaşlary kemala getirmek üçin döredijilikli zähmet çekýärler.

Howa, biziň bilşimiz ýaly, hormatly Prezidentimiziň parasatly ýolbaşçylygynda badalga berilen täze Galkynyş we beýik özgertmeler döwründe ýurdumyzyň ykdysady, syýasy ugurlary bilen birlikde, bilim ulgamynda hem düýpli özgertmeler amala aşyryldy. Bu özgertmeler häzirki wagtda hem üstünlikli döwam etdirilýär.

Halkymyzyň uly ynam bildirip saýlan hormatly Prezidentimiziň başyny başlan täze Galkynyş eýýamynyň binýadynyň bilimden başlanmagy tötänlikden däl. Sebäbi-bilim ähli üstünlikleriň gözbaşy bolup durýar. Bilim binýadynyň rowaçlanmagy üçin ähli zerur çäreleri görülýär.

Hemmämize mälim bolşy ýaly Hormatly Prezidentimiziň kabul eden Permanydyr, Kararlaryndan gelip çykýan meselelere laýyklykda ýaş nesliň turuwbaşdan döwrebap bilim almaklary üçin bilim ulgamyny hemmetaraplaýyn ösdürmäge uly üns berildi.

Ylym ulgamyna girizilen derwaýys meseleleriň wagtynda gozgalmagynyň özi Altyn asyrymyzyň hakykatdan hem ylym asyry boljakdygyna güwä geçýär. Jemgyýetiň her bir babatdaky ösüşi bilimiň, ylymyň ösüşlerine bagly. Ösüşleriň has ýokary bolmagy üçin ony üpjün edip biljek ylymly, bilimli nesliň kemala gelmegi zerur. Binanyň berkligi binýada bagly. Binýat oýlanşykly, näçe berk, giňden guýulsa gurýan binaň, ymmaratyň şonça gözəl we berk bolýar. Ýaş nesliň bilim binýadynyň berk tutulmagy ýurdumyzyň geljekki ösüşleriniň

kepidir. Durmuş bilen sazlaşykly bilimiň döwletiň ykbalyny, onuň üstünlikli öňe gitmegini kesgitleýändigini hormatly Prezidentimiz öz çykyşlarynda nygtap geçýär.

Bilim ulgamyna özgertmeler girizilmeginiň yzy süre ylma tarap hem giň ýoluň açylmagy türkmeniň milli ruhunyň ösüşine uly badalga boldy. Ata babalarymyzyň mirasynda uly manyny berýän şeýle sözler bar "ozal akan ýerden akarmyş aryk". Ynha, bu gün şeýle parasatly sözler öz hakyky manysyny görkezdi. Ylym akabasynyň ýoly açyldy. Şol ýoluň açylmagy türkmeniň ylymlar düýäsinin ümmülmez umman ýaly giňişliklerinde ýene-de agaýana ýüzmegine şert döredýär.

Ylym ulgamynda kabul edilýän Kararlar diňe ylym edaralarynyň işgärleriniň, alymlarynyň däl, bütin türkmen halkynyň uludan-kiçä hemmesiniň kalbynda uly şatlyk, buýsanç döretti. Hormatly Prezidentimiziň Kararlary düýpli ylmy işleri alyp barmaga, onuň netijelerini we ylmy tehniki-täzelikleri ýurdumyzyň ykdysadyýetine ornaşdyrmaga, ýokary hünärli hünärmentleri taýýarlamağa, ylmy seljeriş işlerini geçirmäge, ylmy-tehniki täzelikleri durmuşa ornaşdyryş işlerinde halkara hyzmatdaşlygyny çaltlandyrmaga mümkinçilik döredýär.

Islendik raýatyň öz bilimini çuňlaşdyrmagy dowam etmegi üçin ýurdumyzda aspiranturalaryň, doktoranturalaryň açylmagy, ol ýerde okaýanlaryň aglaba böleginiň ýaşlar bolmagy hem guwandýryjydyr. Ylym-bilimdäki şeýle ýagdaýlaryň özi türkmen milli ylmynyň uly ösüşlere tarap ädim ädilendigiň göze dürtülip duran güwanamasydyr.

Mähriban Prezidentimiziň tagallasy bilen türkmen ýaşlary diňe bir Türkmenistan döwletimizde däl, eýsem dünýäniň islendik künjeklerinde hem döwrebap bilim, almaga giň mümkinçilik aldylar. Türkmen ýaşlarynyň Russiýa federasiýasyna, Hytaý halk respublikasyna we dünýäniň beýleki ösen döwletlerine okuwlara iberilmegi hem bu ugurdaky ajaýyp işeriň biridir.

Nesip bolsa ýakyn geljekde türkmen ýaşlary goňşy döwletlerde dünýä derejesinde bilim alyp, ýurdumyzda täze gurulýan we durky täzelenýän desgalarda ornaşdyrylýan tehnologiýalara başarjaňlyk bilen erk edip bilerler we ýurdumyzyň has hem galkynmagyna, ýurdumyzyň ykdysady taýdan kuwwatlanmagyna öz goşantlaryny goşarlar.

Mähriban Prezidentimiziň ýolbaşçylygynda Täze Galkynyşlar we Beýik Özgertmeler döwri başdan geçirilýär. Türkmenistan döwletimiz uly gurluşyk meydançasyna öwrülip, bu gurluşyk özüniň ululygy we owadanlygy bilen halkymyzy begendirýär, buýsandyryýar. Gurluşyk işlerinde ýerli materiallary ulanmaklygyň wajyplygy ýüze çykyp dur. Mähriban Prezidentimiziň şu mümkinçilikleri ulanmaklyk üçin alyp barýan syýasatynyň içinde Ahal welaýatynyň Ruhabat etrabyndaky Owadan depede ýerleşýän Metallurgiýa zawody 2009-ýylyň 15-nji maýynda açylyp ulanmaga berildi. Metallurgiýa zawodyň kuwwatlylygy ýylda 160 müň tonna metal önümlerine barabar hem-de bu zawodda 3 sany seh bar. Metallurgiýa zawodda ýylylyk öndürijiligi bolan 135 müň tonna metal guýýan sehi bar. Bu sehde 25 tonna bolan elektrik dugaly gazan ýerleşýär. Elektrik dugaly gazan metal galyndylaryny elektrik energiýasynyň güýji bilen eretmek üçin, 5 sany kowuş gazanlary bolsa metal erginine zerur goşundylary goşup onuň himiki düzümine kada laýyk getirmek üçin niýetlenendir. Şu hadysadan soňra demir önümlerini üznüksiz guýýan enjam ergin polatdan 13,13 sm bolan taýýar demir böleklerini guýup taýýarlaýarlar. Taýýar önüm, ýagny ýasaljak metal önümleriniň hadysasy başlanmanka prokaty 1100 gradus temperaturada gyzdıryjy peçlerde gyzdıryýarlar. Gyzdırmaklyk metal maýyşgak bolar ýaly amala aşyrylýar, soňra birnäçe metrler uzalyp gidýän prokat stanynda dürli ölçeglerdäki şwellerleri, armaturlary, bueçlary ýasalýar. Täze Metallurgiýa zawody döwrebap enjamlar bilen enjamlaşdyrylandyr, ol halkara standartlarynyň talaplaryna doly laýyk gelýär. Ol ýerde

gyzgyň suw sowadyjy desga, kislorod argon stansiýasy hem-de çykýan gazlary arassalaýjy ulgam hem bar. Metallurgiýa önümçiligi biziň ýurdumyz üçin önümçiligiň täze görnüşi bolup durýar we Türkmenistanda ilkinji gurlan Metallurgiýa zawodynda metal prokadynyň önümçiligini özleşdirer.

Hormatly Prezidentimiziň ýurdumyzy ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli we nebit-gaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli baş ugry milli maksatnamasyny durmuşa ornaşdyrmakda ýokary tehnologiýa maşynlaryň we enjamlaryň orny örän uludyr.

Ykdysady strategiýa-halkyň material we medeni derejesini yzygyderli ösdürmegi göz önünde, tutulan döwürde bu maksatlara ýetmeklik sosial-ykdysady ösüşi çaltlandyrmagy, önümçiligiň netijeliligini ylmy-tehniki progressiň esasynda intensivleşdirmagy we ýokarlandyrmagy talap edýär.

Türkmenistanyň ykdysadyýetiniň geljekki ösüşi onuň maşyn gurluşyk önümlerine bolan isleginiň artmagy bilen şertlendirilendir. Şonuň bilen baglanyşyklylykda ýurduň maşyngurluşygynyň önünde içerki önümçilik gurluşy özgertmegiň, ony milli ykdysadyýete uýgunlaşdyrmagyň hem-de içerki we daşarky bazalaryň isleglerine gönükdirmegiň hasabyna öndürilýän önümleriň görnüşini giňeltmek wezipesi durýar.

Tehniki enjamlaryň köpüsiniň ornuny çalyşmaga ukyply gaty plastmassalary işläp çykarmak üçin çyg mal çykarmagy ösdürmegiň material mümkinçiliklerini giňelder, olaryň netijelilik derejesini ýokarlandyrrar.

1. Materiallaryň gurluşy we häsiýetleri. Maýýşdak we ýumşak deformasiýalar.

1.1. Materialy öwrenmeklik dersi barada umumy maglumatlar.

“Materialy öwrenmeklik” dersi metallaryň we erginleriň gurluşy, olaryň dürli gyrgyzlyk derejelerinde gurluşynyň üýtgeýşi, maşyn gurluşygynda ulanylýan metallaryň we erginleriň esasy häsiýetleri barada düşünje berýär.

“Materialy öwrenmeklik” dersiniň maksady gelejekki inžener mehanigi konstruksiýa materiallary bilen tanyşdyrmakdan we olaryň termiki işlenişini özüňden, “Ygtybarlylyk we maşynlaryň bejerilişi”, “Traktorlar we awtomobiller”, “Maşynlaryň şaýlary” we beýleki dersleri özüňden düýbünü tutmakdan ybaratdyr.

Metallaryň materiallaryny dogry saýlap almaklyk, materialy öwreniş biliminiň ösüşine, özüňden bilimine we praktikada netijeli ulanyşyna bagly. Ondan başga-da maşynlaryň agramyny hem gabarasyny azaltmak we olary ulanylanda ygtybarlylygyny hem-de uzak ömürliligini üpjün etmek, şeýlede tehnikaýyň täze ugurlaryny ösdürmek üçin gerekdir.

Her bir materialyň birnäçe häsiýeti bardyr, olar fiziki, mehaniki, himiki we tehnologiýa häsiýetleridir.

Metallaryň fiziki häsiýetlerine olaryň udel agramy, eremek temperaturasy, reňki, elektrik geçirijiligi, ýylylyk geçirijiligi, ýylylyk sygymy, gyrgyzylanda giňelmegi, magnit häsiýetleri we başga-da birnäçeleri girýär.

Işin şertlerine ýa-da detalyň ulanyşyna baglylykda bu häsiýetlerden birnäçesi möhüm ähmiýete eýedir hem-de olar detallar ýasalanda we peýdalanylanda materialary saýlap almak üçin esas bolup hyzmat edýär.

Mysal üçin, udel agram we pugtalygy-samolýot gurluşygyndaky material üçin möhümdir, çünki bu ýerde ýeňil we berk detallar gerekdir. Eremek temperaturasynyň ýokary temperaturalarda işleýän detallar üçin uly ähmiýeti bardyr, mysal üçin elektrik lampalaryndaky nakal sapaklary, magdan eredilýän peçleriň iç ýüzünden oda çydamly kerpiç örmeklik we ş.m şonuň üçin hem samolýotyň detallaryny alýuminiýniň we magniýniň splawlaryndan ýasaýarlar, nakal sapaklaryny ýasamak üçin bolsa wolfram ulanylýar we ş.m.

Metallaryň himiki häsiýetlerinden esasan korroziýa durnuklylygy, şeýle hem okislenijiligi we ereýjiligi möhümdir.

Maşynlaryň we mehanizmleriň detallary üçin material hökmünde metalyň ýaramlylygyny kesgitlemekde onuň mehaniki häsiýetleri örän möhüm orny eýeleýär.

Metallaryň mehaniki häsiýetlerine pugtalyk, plastiklik, çeýelik we portluk degişlidir.

Pugtalyk - materialyň weýran bolman hem-de öz formasyny üýtgetmän daşarky güýçleriň täsirine garşylyk görkezmek ukybydyr.

Polat pugta materiala mysal bolup biler. Polat önümleri kynlyk bilen weýran bolýarlar we kynlyk bilen hem formasyny üýtgedýärler. Poladyň tersine simabyň häsiýeti ýokdur. Simap adadaky temperaturada suwuk halýnda bolýar we formasyny saklamaýar.

Gatylyk - materialyň öz içine başga bir has gaty jisimiň çümmegine garşylyk görkezmek ukybydyr. Bize belli bolan maddalaryň in gatysy almazdyr. Poladyň dürli sortlary we gaty splawlar diýilýänleri hem has gatydyr. Gatylyk-kesiji instrumentler ýasalýan materiallaryň in esasy häsiýetidir.

Maýyşgaklyk - jisimiň formasynyň üýtgemegine sebäp bolan güýjüň täsiri kesilenden soň, jisimiň öňki formasyna gaýdyp gelmek ukybydyr. Daşky güýjüň täsiri kesilenden soň öňki formasyna gaýdyp gelip bilýän polat pružyn maýyşgak jisime mysal bolup biler.

Plastiklik - daşky güýjüň täsiri astynda materialyň

weýran bolman öz formasyny üýtgetmek we daşky güýjüň täsiri kesilenden soň, öňki formasyna gelip bilmezlik ukybydyr. Gurşun plastik metala mysal bolup biler. Bu häsiýet öz manysyna görä maýyşgaklyga tersdir.

Çeýelik - materialyň mehaniki täsire (urga) weýran bolman çydamak ukybydyr. Meselem, az garşylyga sezewar bolýan detallar üçin ulanylýan az uglerodly polat örän çeýedir.

Portluk - çeýeligiň tersidir, jisime mehaniki täsir edilende (urlanda) onuň aňsat weýran bolmak ukybydyr. Çoýnuň port metala mysal bolup biler.

Metallaryň we splawlaryň tehnologiýa häsiýetleri maşynlaryň detallaryny ýasamak prosesinde ýüze çykýan her hili mehaniki we fiziki häsiýetleriň utgaşmasydyr.

Metalyň tehnologiýa häsiýetlerine ony kesip işläp bejermek, guýmak, sozmak, ýençgilemek, süýnmek mümkinçiligi hem-de onuň eredilip seplenilmek we tehniki işlenilip bejerilmek ukyplylygy degişlidir.

Metallaryň we garyndylarynyň häsiýetlerini kesgitlemek üçin:

- olaryň pugtalygyny, gatylygyny, maýyşgaklygyny, plastikligini, çeýeligini we portlugyny anyklaýan mehaniki synap görmeleridir;

- udel agramyny, eremek temperaturasyny, ýylylyk we elektrik geçirijiligini fiziki ölçemelerden:

- splawnyň hil we mukdar düzüminde kesgitleýän himiki analizden;

- mikroskopyň hem-de rentgen apparatynyň kömegi bilen metalyň gurluşy we häsiýetleri hakyndaky maglumatlary almaga mümkinçilik berýän metallografik (metalyň içki gurluşy hakynda ylym) analizden;

- işläp bejermegiň belli bir görnüşi üçin metalyň ýarymýylylygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýän tehnologiýa synap görmelerden peýdalanýarlar.

1.2. Metallaryň toparlary.

Maşynlary we esbaplary ýasamak üçin ulanylýan metallara konstruksiýa ýa-da maşyn gurluşyk metallary diýilýär. Birinjisine demir we onuň esasyndaky erginler, ikinjisine bolsa galanlary degişlidir.

Tebigatdaky hemme belli elementler metallara we metal dällere bölünýärler.

Metallar ýalpyldylygy, tok we ýylylyk geçirijilik häsiýetlerine eýedirler. Şular ýaly häsiýetli metallara demir, mis, alýuminiý we başgalar degişlidir.

Metal dälleri käbir ýagdaýlarda metalloidler hem diýilýär. Olar metallara mahsus bolan häsiýetlere eýe dälidirler. Bu topara kükürt, fosfor we başgalar degişlidir.

Metallaryň birnäçesiniň portlugynyň we gatylygynyň ýokary bolanlygy üçin, olar (hrom, marganes, surma we başgalar) ulanmaga az mukdarda ýaramly diýlip hasaplanýar. Olary başga metallara ýokary goşant hökmünde goşulýar.

Konstruksiýa materiallar basyş we kesiş usullary bilen ýeňil işläp bejermeli hem-de ýokary plastikliki (çêýeligi) bolmalydyr.

Hemme metallar iki topara bölünýärler. Gara-demir we onuň esasynda ýasalýan garyndylar (polat, çöýün). Uglerod (C) bilen demriň (Fe) garyndylaryna **gara metallar diýilýär**, mysal üçin çöýün we poladyň dürli markalary. Olaryň düzüminde 95-den 99,8 göterime çenli demir we 0,2-den 4,3 göterime çenli uglerod bardyr. Gara metallaryň düzümine başgada käbir elementler: kremniý, fosfor, kükürt girýärler. Gara metallar has gň ýaýran we arzan materialdyr, olardan maşynlar ýasaýarlar. Gara metallaryň öndürlüşiniň derejesi ýurduň halk hojalygynyň ösüşiniň, onuň ykdysady we goranmak kuwwatynyň möhüm görkezijisidir.

Reňkli-galan metallar (Be, Mg, AL, Ti, V, Cu, Mn, Co, Ni, Cn, Zn, Nb, Mo, Ag, Sn, W, Av, Hg, Pb)

Reňkli metallara alýuminiý, mis, gurşun, galaýy, sink,

magniy, hrom, nikel, wolfram we başgalar girýärler. Reňkli metallar tebigatda has seýrek duşýarlar, olary tapmak kyndyr. Şoňa göräde olar gara metallardan gymmatdyr. Emma olaryň gara metallarda bolmadyk birnäçe örän ajaýyp häsiýetleri bardyr. Meselem, mis we alýuminiý elektrik toguny örän gowy geçirýär, şonuň üçin hem elektrik senagatynda geçirijileri (simleri) ýasamak üçin ulanylýar. Hrom we nikel howada okislenmeýär diýen ýalydyr we korroziýadan (poslamakdan) ynamly gorag bolup hyzmat edýär. Olary polatdan edilen we başga metallardan edilen önümlere çalyarlar (hrom çaymak, nikel çaymak) ýa-da poladyň düzümine belli bir mukdarda garyarlar we şondan soň polat poslamaýar. Gural materiallaryň 90% gara metaldan ýasalýarlar.

Reňkli metallar:

1. Ýeňil-(Be, Mg, Al, Ti) dykzylygy 3 g/sm.
2. Ýeňilereýän-(Zn, Co, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi).
3. Eremesi kyn metallar (Ti, Cr, Zr, Nb, Mo, W, V).
4. Gymmat bahaly metallar (Ph, Pb, Ag, Os, Pt, Au).
5. Uranly metallar (U, Th, Pa).
6. Seýrek duşýan metallar (P3M) lantanoidler (Ce, Pu, Nd, Sm).
7. Aşgar metallar (Li, Na, K).

1.3. Metallaryň atom-kristal gurluşy.

Gaty haldaky metallaryň we metal erginleriniň atomlary giňişlikde berk tertipde, dogry kristal gözenegini emele getirýär. Kristal gözenekleriniň göwrüm merkezleýin kubly, gran merkezleýin kubly we geksagonal görnüşleri bardyr.

D.I.Mendeleyev'in elementlerinin periodik sistemasy

Topor															
Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	IXa	Xa	XIa	Geçirgen topryq metallary				
1 H 1,007															
2 Li 6,94	4 Be 9,01														
3 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98													
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,71	29 Cu 63,55	30 Zn 65,37	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 98,91	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,40	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 144,91	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05
87 Fr 177,03	88 Ra 177,03	89 Ac 177,03	90 Th 177,03	91 Pa 177,03	92 U 177,03	93 Np 177,03	94 Pu 177,03	95 Am 177,03	96 Cm 177,03	97 Bk 177,03	98 Cf 177,03	99 Es 177,03	100 Fm 177,03	101 Md 177,03	102 No 177,03
107 La 138,91	108 Ce 140,12	109 Pr 140,91	110 Nd 144,24	111 Pm 144,91	112 Sm 150,35	113 Eu 151,96	114 Gd 157,25	115 Tb 158,93	116 Dy 162,50	117 Ho 164,93	118 Er 167,26	119 Tm 168,93	120 Yb 173,05	121 Lu 174,97	122 Hf 178,49
137 Fr 177,03	138 Ra 177,03	139 Ac 177,03	140 Th 177,03	141 Pa 177,03	142 U 177,03	143 Np 177,03	144 Pu 177,03	145 Am 177,03	146 Cm 177,03	147 Bk 177,03	148 Cf 177,03	149 Es 177,03	150 Fm 177,03	151 Md 177,03	152 No 177,03
167 La 138,91	168 Ce 140,12	169 Pr 140,91	170 Nd 144,24	171 Pm 144,91	172 Sm 150,35	173 Eu 151,96	174 Gd 157,25	175 Tb 158,93	176 Dy 162,50	177 Ho 164,93	178 Er 167,26	179 Tm 168,93	180 Yb 173,05	181 Lu 174,97	182 Hf 178,49
197 Fr 177,03	198 Ra 177,03	199 Ac 177,03	200 Th 177,03	201 Pa 177,03	202 U 177,03	203 Np 177,03	204 Pu 177,03	205 Am 177,03	206 Cm 177,03	207 Bk 177,03	208 Cf 177,03	209 Es 177,03	210 Fm 177,03	211 Md 177,03	212 No 177,03
227 La 138,91	228 Ce 140,12	229 Pr 140,91	230 Nd 144,24	231 Pm 144,91	232 Sm 150,35	233 Eu 151,96	234 Gd 157,25	235 Tb 158,93	236 Dy 162,50	237 Ho 164,93	238 Er 167,26	239 Tm 168,93	240 Yb 173,05	241 Lu 174,97	242 Hf 178,49
257 Fr 177,03	258 Ra 177,03	259 Ac 177,03	260 Th 177,03	261 Pa 177,03	262 U 177,03	263 Np 177,03	264 Pu 177,03	265 Am 177,03	266 Cm 177,03	267 Bk 177,03	268 Cf 177,03	269 Es 177,03	270 Fm 177,03	271 Md 177,03	272 No 177,03
287 La 138,91	288 Ce 140,12	289 Pr 140,91	290 Nd 144,24	291 Pm 144,91	292 Sm 150,35	293 Eu 151,96	294 Gd 157,25	295 Tb 158,93	296 Dy 162,50	297 Ho 164,93	298 Er 167,26	299 Tm 168,93	300 Yb 173,05	301 Lu 174,97	302 Hf 178,49
317 Fr 177,03	318 Ra 177,03	319 Ac 177,03	320 Th 177,03	321 Pa 177,03	322 U 177,03	323 Np 177,03	324 Pu 177,03	325 Am 177,03	326 Cm 177,03	327 Bk 177,03	328 Cf 177,03	329 Es 177,03	330 Fm 177,03	331 Md 177,03	332 No 177,03
347 La 138,91	348 Ce 140,12	349 Pr 140,91	350 Nd 144,24	351 Pm 144,91	352 Sm 150,35	353 Eu 151,96	354 Gd 157,25	355 Tb 158,93	356 Dy 162,50	357 Ho 164,93	358 Er 167,26	359 Tm 168,93	360 Yb 173,05	361 Lu 174,97	362 Hf 178,49
377 Fr 177,03	378 Ra 177,03	379 Ac 177,03	380 Th 177,03	381 Pa 177,03	382 U 177,03	383 Np 177,03	384 Pu 177,03	385 Am 177,03	386 Cm 177,03	387 Bk 177,03	388 Cf 177,03	389 Es 177,03	390 Fm 177,03	391 Md 177,03	392 No 177,03
407 La 138,91	408 Ce 140,12	409 Pr 140,91	410 Nd 144,24	411 Pm 144,91	412 Sm 150,35	413 Eu 151,96	414 Gd 157,25	415 Tb 158,93	416 Dy 162,50	417 Ho 164,93	418 Er 167,26	419 Tm 168,93	420 Yb 173,05	421 Lu 174,97	422 Hf 178,49
437 Fr 177,03	438 Ra 177,03	439 Ac 177,03	440 Th 177,03	441 Pa 177,03	442 U 177,03	443 Np 177,03	444 Pu 177,03	445 Am 177,03	446 Cm 177,03	447 Bk 177,03	448 Cf 177,03	449 Es 177,03	450 Fm 177,03	451 Md 177,03	452 No 177,03
467 La 138,91	468 Ce 140,12	469 Pr 140,91	470 Nd 144,24	471 Pm 144,91	472 Sm 150,35	473 Eu 151,96	474 Gd 157,25	475 Tb 158,93	476 Dy 162,50	477 Ho 164,93	478 Er 167,26	479 Tm 168,93	480 Yb 173,05	481 Lu 174,97	482 Hf 178,49
497 Fr 177,03	498 Ra 177,03	499 Ac 177,03	500 Th 177,03	501 Pa 177,03	502 U 177,03	503 Np 177,03	504 Pu 177,03	505 Am 177,03	506 Cm 177,03	507 Bk 177,03	508 Cf 177,03	509 Es 177,03	510 Fm 177,03	511 Md 177,03	512 No 177,03
517 La 138,91	518 Ce 140,12	519 Pr 140,91	520 Nd 144,24	521 Pm 144,91	522 Sm 150,35	523 Eu 151,96	524 Gd 157,25	525 Tb 158,93	526 Dy 162,50	527 Ho 164,93	528 Er 167,26	529 Tm 168,93	530 Yb 173,05	531 Lu 174,97	532 Hf 178,49
547 Fr 177,03	548 Ra 177,03	549 Ac 177,03	550 Th 177,03	551 Pa 177,03	552 U 177,03	553 Np 177,03	554 Pu 177,03	555 Am 177,03	556 Cm 177,03	557 Bk 177,03	558 Cf 177,03	559 Es 177,03	560 Fm 177,03	561 Md 177,03	562 No 177,03
577 La 138,91	578 Ce 140,12	579 Pr 140,91	580 Nd 144,24	581 Pm 144,91	582 Sm 150,35	583 Eu 151,96	584 Gd 157,25	585 Tb 158,93	586 Dy 162,50	587 Ho 164,93	588 Er 167,26	589 Tm 168,93	590 Yb 173,05	591 Lu 174,97	592 Hf 178,49
607 Fr 177,03	608 Ra 177,03	609 Ac 177,03	610 Th 177,03	611 Pa 177,03	612 U 177,03	613 Np 177,03	614 Pu 177,03	615 Am 177,03	616 Cm 177,03	617 Bk 177,03	618 Cf 177,03	619 Es 177,03	620 Fm 177,03	621 Md 177,03	622 No 177,03
627 La 138,91	628 Ce 140,12	629 Pr 140,91	630 Nd 144,24	631 Pm 144,91	632 Sm 150,35	633 Eu 151,96	634 Gd 157,25	635 Tb 158,93	636 Dy 162,50	637 Ho 164,93	638 Er 167,26	639 Tm 168,93	640 Yb 173,05	641 Lu 174,97	642 Hf 178,49
657 Fr 177,03	658 Ra 177,03	659 Ac 177,03	660 Th 177,03	661 Pa 177,03	662 U 177,03	663 Np 177,03	664 Pu 177,03	665 Am 177,03	666 Cm 177,03	667 Bk 177,03	668 Cf 177,03	669 Es 177,03	670 Fm 177,03	671 Md 177,03	672 No 177,03
687 La 138,91	688 Ce 140,12	689 Pr 140,91	690 Nd 144,24	691 Pm 144,91	692 Sm 150,35	693 Eu 151,96	694 Gd 157,25	695 Tb 158,93	696 Dy 162,50	697 Ho 164,93	698 Er 167,26	699 Tm 168,93	700 Yb 173,05	701 Lu 174,97	702 Hf 178,49
717 Fr 177,03	718 Ra 177,03	719 Ac 177,03	720 Th 177,03	721 Pa 177,03	722 U 177,03	723 Np 177,03	724 Pu 177,03	725 Am 177,03	726 Cm 177,03	727 Bk 177,03	728 Cf 177,03	729 Es 177,03	730 Fm 177,03	731 Md 177,03	732 No 177,03
737 La 138,91	738 Ce 140,12	739 Pr 140,91	740 Nd 144,24	741 Pm 144,91	742 Sm 150,35	743 Eu 151,96	744 Gd 157,25	745 Tb 158,93	746 Dy 162,50	747 Ho 164,93	748 Er 167,26	749 Tm 168,93	750 Yb 173,05	751 Lu 174,97	752 Hf 178,49
767 Fr 177,03	768 Ra 177,03	769 Ac 177,03	770 Th 177,03	771 Pa 177,03	772 U 177,03	773 Np 177,03	774 Pu 177,03	775 Am 177,03	776 Cm 177,03	777 Bk 177,03	778 Cf 177,03	779 Es 177,03	780 Fm 177,03	781 Md 177,03	782 No 177,03
797 La 138,91	798 Ce 140,12	799 Pr 140,91	800 Nd 144,24	801 Pm 144,91	802 Sm 150,35	803 Eu 151,96	804 Gd 157,25	805 Tb 158,93	806 Dy 162,50	807 Ho 164,93	808 Er 167,26	809 Tm 168,93	810 Yb 173,05	811 Lu 174,97	812 Hf 178,49
817 Fr 177,03	818 Ra 177,03	819 Ac 177,03	820 Th 177,03	821 Pa 177,03	822 U 177,03	823 Np 177,03	824 Pu 177,03	825 Am 177,03	826 Cm 177,03	827 Bk 177,03	828 Cf 177,03	829 Es 177,03	830 Fm 177,03	831 Md 177,03	832 No 177,03
847 La 138,91	848 Ce 140,12	849 Pr 140,91	850 Nd 144,24	851 Pm 144,91	852 Sm 150,35	853 Eu 151,96	854 Gd 157,25	855 Tb 158,93	856 Dy 162,50	857 Ho 164,93	858 Er 167,26	859 Tm 168,93	860 Yb 173,05	861 Lu 174,97	862 Hf 178,49
877 Fr 177,03	878 Ra 177,03	879 Ac 177,03	880 Th 177,03	881 Pa 177,03	882 U 177,03	883 Np 177,03	884 Pu 177,03	885 Am 177,03	886 Cm 177,03	887 Bk 177,03	888 Cf 177,03	889 Es 177,03	890 Fm 177,03	891 Md 177,03	892 No 177,03
907 La 138,91	908 Ce 140,12	909 Pr 140,91	910 Nd 144,24	911 Pm 144,91	912 Sm 150,35	913 Eu 151,96	914 Gd 157,25	915 Tb 158,93	916 Dy 162,50	917 Ho 164,93	918 Er 167,26	919 Tm 168,93	920 Yb 173,05	921 Lu 174,97	922 Hf 178,49
937 Fr 177,03	938 Ra 177,03	939 Ac 177,03	940 Th 177,03	941 Pa 177,03	942 U 177,03	943 Np 177,03	944 Pu 177,03	945 Am 177,03	946 Cm 177,03	947 Bk 177,03	948 Cf 177,03	949 Es 177,03	950 Fm 177,03	951 Md 177,03	952 No 177,03
967 La 138,91	968 Ce 140,12	969 Pr 140,91	970 Nd 144,24	971 Pm 144,91	972 Sm 150,35	973 Eu 151,96	974 Gd 157,25	975 Tb 158,93	976 Dy 162,50	977 Ho 164,93	978 Er 167,26	979 Tm 168,93	980 Yb 173,05	981 Lu 174,97	982 Hf 178,49
997 Fr 177,03	998 Ra 177,03	999 Ac 177,03	1000 Th 177,03	1001 Pa 177,03	1002 U 177,03	1003 Np 177,03	1004 Pu 177,03	1005 Am 177,03	1006 Cm 177,03	1007 Bk 177,03	1008 Cf 177,03	1009 Es 177,03	1010 Fm 177,03	1011 Md 177,03	1012 No 177,03
1017 La 138,91	1018 Ce 140,12	1019 Pr 140,91	1020 Nd 144,24	1021 Pm 144,91	1022 Sm 150,35	1023 Eu 151,96	1024 Gd 157,25	1025 Tb 158,93	1026 Dy 162,50	1027 Ho 164,93	1028 Er 167,26	1029 Tm 168,93	1030 Yb 173,05	1031 Lu 174,97	1032 Hf 178,49
1047 Fr 177,03	1048 Ra 177,03	1049 Ac 177,03	1050 Th 177,03	1051 Pa 177,03	1052 U 177,03	1053 Np 177,03	1054 Pu 177,03	1055 Am 177,03	1056 Cm 177,03	1057 Bk 177,03	1058 Cf 177,03	1059 Es 177,03	1060 Fm 177,03	1061 Md 177,03	1062 No 177,03
1077 La 138,91	1078 Ce 140,12	1079 Pr 140,91	1080 Nd 144,24	1081 Pm 144,91	1082 Sm 150,35	1083 Eu 151,96	1084 Gd 157,25	1085 Tb 158,93	1086 Dy 162,50	1087 Ho 164,93	1088 Er 167,26	1089			

Metallar

Ýarym metallar

Metal däller

Ýüňl ereýanlar

Kvn ereýanlar

Lantanoidlar

Simwol

Atom massasy

köphäsiyetleri dürli tekizliklerde deň däldirler. Dürli kristal grafik ugurlarda monokristallaryň häsiyetleriniň şular ýaly deň däldigine anizotropiýa diýilýär.

Hemme gaty jisimler özüniň atomlarynyň ýerleşşi boýunça amorf we kristallik jisimlere bölünýärler.

Amorf diýip gaty jisimleri atlandyrýarlar. Olaryň atomlary giňişlikde tertipsiz ýerleşýärler, olara degişli-smola, ýelim, kanifol, aýna we başgalar.

Kristallik-gaty jisimler, olaryň atomlary giňişlikde pugta gaýtalanýan tertiplikde ýerleşýärler we şonuň bilen atom kristalliki gözenegi döredýärler.

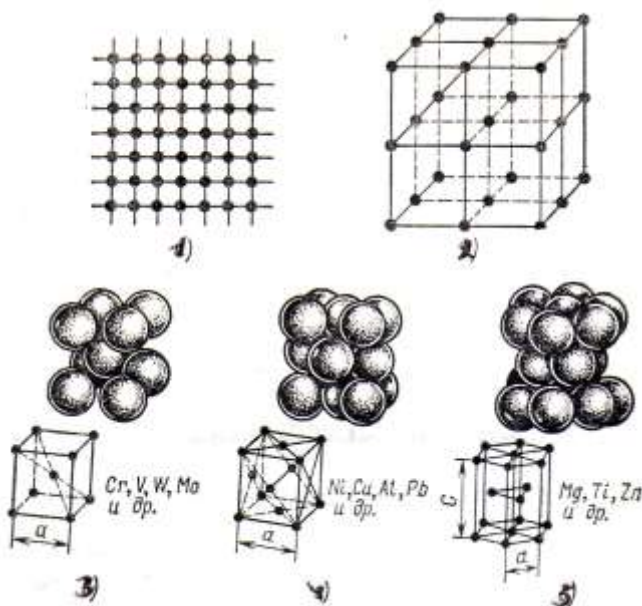
Hemme metallar kristalliki gurluşly jisimlerdir. Metallardan başga kristalliki gurluşly duz, şeker, almaz we başgalar degişlidirler.

Metallarda berk tertipde ýerleşip atomlar tekizlikde atomlaryň toruny döredýärler, giňişlikde atom-kristalliki gözenegi döredýär.

1.4. Kristallaryň real gurluşy.

Soňky ýyllaryň dowamynda elektron mikroskopyny we rentgen analizlerini ulanylyp geçirilen gözlegleriň netijesinde real kristalyň kristal gurluşy dogry däl diýip hasaplanýldy.

Kristal gurluşynyň kämilleşmediginiň bir görnüşi hem kristal gözenekleriniň böleklerinde eýelenmedik ýerleriň barlygydyr. Gözenegiň bu şikesi metallarda diffuziýa prosesi geçende uly rol oýnaýar. Kristal gurluşygynyň kämilleşmediginiň ýene bir görnüşi hem, dürli sebäplere görä ekstra tekizlik diýilip atlandyrylýan atomlaryň artykmaç ýarym tekizliginiň ýüze çykmagyna dislokasiýa diýip hasaplanýar.



Metallaryň atom-kristal gurluşy.

- 1) atomlar tekizlikde atomlaryň toryny döredýärler;
- 2) ginişlikde atom-kristalliki gözenegi döredýär;
- 3) KGMKG-kubiki göwrüme merkezleşen kristallik gözenek;
- 4) GKG-granamerkezleşen kristallik gözenek;
- 5) 5) G-geksagonal gözenek.

Materialy öwrenmekligiň birnäçe soraglary dislokasiýanyň nazary bilen baglanşyklydyr. Bu baglanşyk bolsa kristal gözeneginde atomlaryň arasyndaky baglanşyk güýjüni doly peýdalanyp metallaryň berkligini artdyrmak boýunça göze görünmeýän ugurlary salgy berýär.

1.5. Ereme we ilkinji kristallaşma, diagrammalar.

Metallar belli bir gyrgyznlyk derejesine çenli gaty halda saklanýar. Kristal gözenegiň atomlary 10^{13} Gs ýygylkda hemişe yrgyldyly hereketde bolýar. Gyrgyznlyk derejesiniň ýokarlanmagy bilen yrgyldynyň amplitudasy artýar.

Kesgitlenen temperatura ýetende bolsa (eremek gyrgyzlyk derejesi) kristal gözenegi dargap, atomlar tertipsiz hereket edip başlaýarlar we netijede bolsa metal gaty haldan suwuk hala geçýär.

Hemme maddalar gaty, suwuk gaz görnüşli we plazma görnüşli bolup bilýärler. Bir agregat ýagdaýdan başga bir agregat ýagdaýa geçmekligine faza öwrülmesi diýilýär.

Kristallaşma – suwuk ýa-da gaz görnüşinden gaty hala geçende kristallaryň emele gelmegi.

Metalyň suwuk halyndan gaty hala geçýän temperaturasyna ilkinji kristallaşma gyrgyzlyk derejesi diýilýär. Ilkinji kristallaşmadan başgada metalyň gaty halynda kristal gurluşynyň üýtgemeginiň netijesinde ilkinji kristallaşmagyň bolmagy mümkin.

Metalyň gatamak prosesindäki emele gelýän kristallar dürli ölçegde we şekilde bolup bilerler. Bu sowadylyşyň tizligine we garyndynyň häsiýetine hem-de mukdaryna baglydyr. Köplenç halatlarda ýaýraň agaç şekilli dendrit adyny alan kristallar emele gelýär.

Polat guýmanyň kristal gurluşy, metalyň metal galypdaky kristallaşmagyň ugurlarynyň (gyrasyndan ortasyna we aşakdan ýokarlygyna) hem-de gatamagyň şertiniň üýtgeýänlikleri üçin birmeňzeş däldir. Guýmany üç sany gurluş zonalaryna bölüp bolar. Onuň daşynda çalt sowatmagyň netijesinde alynan ownuk deň okly kristallardan ybaratdyr. Guýmanyň ýokarky böleginde bolsa çökündi boşlugy ýerleşendir.

Metalyň suwuk ýagdaýdan gaty ýagdaýa (kristal) ýagdaýa geçişi kristallaşmak diýip atlandyrylýar. Kristallaşma haçanda ulgam kiçi erkin energiýaly termodinamiki has durnukly ýagdaýa geçende ýagny kristalyň erkin energiýasy suwuk fazanyňkydan kiçi bolanda bolup geçýär. Eger öwrülişik göwrümiň uly bolmadyk üýtgemesinde bolup geçýän bolsa, onda $F=H-T \cdot S$;

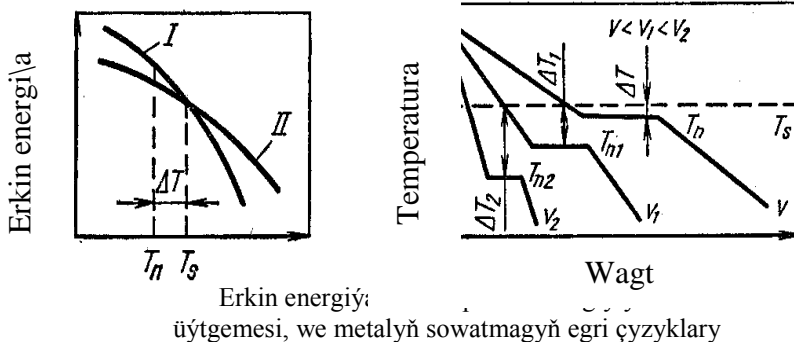
Bu ýerde F-erkin enegiýasy, H-ulgamyň doly enegiýasy; T-absolýut temperatura; S-entropiýa;

Erkin enegiýa diýip jisimiň doly enegiýasynyň düzüjisine aýdylýar, ol temperaturanyň üýtgemeginde öz ululygyny yza gaýdýan görnüşde üýtgedýär. Suratda temperatura baglylykda erkin enegiýanyň suwuk we gaty ýagdaýda üýtgemesi görkezilen. T_n -temperaturadan ýokarda pes erkin enegiýa eýe suwuk metal durnukly, bu temperaturadan aşakda gaty metal durnukly. T_n -temperaturada erkin enegiýanyň ululygy suwuk we gaty ýagdaýda deň.

T_n -temperatura berlen jisimiň kristallaşmasynyň (ýa-da eremesiniň) deň derejeli temperaturasyna laýyk gelýär, bu temperaturada iki faza (suwuk we gaty) hem bir wagtda bolup biler. Özi hem guratnyksyz. Bu temperaturada kristallaşma prosesi bolmaýar. Eger erkin enegiýanyň tapawudy Δf ýüze çykýan şert dörese kristallaşma prosesi ösüp başlar.

1-nji egri çyzykda aşa sowatmasyz metalyň kristallaşmasy görkezilen. Ondan görnüşi ýaly metallaryň suwuk ýagdaýdan gaty ýagdaýa geçmegi kritiki nokat ýa-da kristallaşma temperaturasy diýip atlandyrylýan kesgitlenen temperaturada bolup geçýär. Bu temperaturadan ýokarda metal suwuk ýagdaýda, aşakda bolsa gaty ýagdaýda bolýar. Metalyň suwuk ýagdaýdan gaty ýagdaýa geçmegi ýylylygyň bölünip çykmagy bilen ugradylýar. Şonuň üçin hem sowadylmagyna garamazdan metalyň temperaturasy kristallaşma prosesiniň ahyryna çenli üýtgemän galýar. (sowadylmagyň egri çyzygynda gorizonta bölek). Kristallaşma prosesi gutarandan soňra metal gaty ýagdaýda deňderejeli sowaýar-egri çyzyk tekiz aşak gidýär.

F



Çalt sowadylanda kristallaşma prosesi birneme tapawutly geçýär. Kristallaşmany ýüze çykarmak üçin suwuk metaly kristallaşma temperaturadan has kiçi temperatura çenli sowatmak gerek, ýagny aşa sowatmak gerek.

Kristallaşmanyň başlanýan praktiki temperaturasy T_n -kristallaşmagyň faktiçeskiý temperaturasy diýilýär. Kristallaşmagyň teoretiki we faktiçeskiý temperaturasynyň arasyndaky tapawuda aşa sowatmagyň derejesi diýilýär. Aşa sowatmagyň derejesi uly däl (2-nji egri çyzyk) we uly (3-nji egri çyzyk) bolup biler. Käbir metallar (demir, titan, kobalt, olowo we beýlekiler) gaty ýagdaýda öz kristal gurluşlaryny üýtgedip biler. 2-nji kristallaşmanyň manysy gaty metalda kesgitlenen temperaturada atomlaryň täze toparlanyşygy (perekristalizasiýa) bolup geçýär, kristallaryň täze merkezleri emele gelýär, olaryň ösüş prosesinde täze kristal gözenek emele gelýär. Bu metalyň häsiýetiniň üýtgemegine getirýär.

Komponentleriň fiziki-himiki özara täsirine baglylykda erginlerde indiki fazalar emele gelýärler: suwuk erginler, gaty erginler, himiki birleşmeler.

Gaty ergin diýip komponentleriň haýsysy hem bolsa biri öz kristal gözenegini saklaýan beýleki komponentleriň atomlary bolsa birinji komponentiň gözeneginiň ölçeglerini üýtgetmek bilen onda ýerleşýän faza aýdylýar. Şeýlelikde iki

ýa-da birnäçe komponentden durýan gaty ergin bir görnüşli kristal gözenege eýe we bir fazany emele getirýär.

Orun tutma gaty ergini we girizilen gaty ergini tapawutlandyrýarlar. Orun tutma gaty ergini emele gelende erän komponentiň atomlary erediji komponentiň kristal gözeneginde onuň atomlarynyň böleginiň ornunyň tutýar. Girizilen gaty erginde erän komponentiň atomlary eredijiniň kristal gözeneginiň bölekleriniň arasynda (boşluklarda) ýerleşýärler.

Hemme metallar belli bir derejede gaty ýagdaýda biri-birinden ereýärler (garylýarlar). Mysal üçin alýuminiýde 5,5% çenli Si, misde 39% çenli Zn olaryň kristal gözenekleriniň görnüşini üýtgetmezden eräp (garylyp) biler. Komponentler kristal gözenekde dürli mukdar gatnaşygynda biri beýlekisiniň ornuny tutýan ýagdaýda gaty erginleriň üznüksiz hatary emele gelýär.

Çaklendirilmedik ereýän orun tutma gaty ergin aşakda getirilen şertler saklanylanda emele gelip bilerler.

1. Komponentler hökmany görnüşi boýunça birmeňzeş kristal gözenege eýe bolmaly.
2. Komponentleriň atom ölçegleriň tapawudy gaty ýokary bolmaly däl we 8-15% ýokary bolmaly däl.
3. Komponentler elementleriň periodiki ulgamynda şol bir topara degişli bolmaly, ýa-da meňzeş toparlardan bolmaly.

Mysal üçin gaty ýagdaýda kub merkezleşen kristal gözenekli indiki metallar çaklendirilmedik ýagdaýda ereýärler: Ag we Au, Ni we Cu we beýlekiler, kub göwrüm merkezleşen kristal gözenekli: Mo we W, V we Ti we ş.m.

Himiki birleşmeler we tebigaty boýunça oňa ýakyn fazalar metal erginlerde köp dürli. Kadaly walentlilik kanuny boýunça emele gelýän himiki birleşmeleriň aýratynlyklary aşakdakylardan ybarat.

1. Himiki birleşmäniň kristal gözenegi birleşmäni emele getirýän komponentleriňkiden tapawutly. Himiki

birleşmäniň kristal gözeneginde atomlar tertipli ýerleşýärler, ýagny her komponentiň atomy kanunalaýyklykda we gözenegiň kesgitlenilen bölegi boýunça ýerleşýär. Himiki birleşmeleriň köpüsi kyn kristal struktura eýe.

2. Birleşmede elmydama komponentleriň ýönekeý gataşy saklanýar. Bu bolsa olaryň düzümini ýönekeý formula $A_m B_n$ bilen aňlatmaga mümkinçilik berýär, bu ýerde A we B laýyklykdaky elementler, n we m ýönekeý sanlar.
3. Birleşmäniň häsiýetleri ony emele getirýän komponentleriňkden örän tapawutlanýar.
4. Eremek temperaturasy hemişelik.

Suwuk ýagdaýda metallaryň köpüsi biri-birinde ereýärler (garylýarlar). Ýagny bir fazaly suwuk ergini emele getirýärler. Diňe käbir metallar mysal üçin demir bilen gürşun biri-birinde eremeýär (garylmaýar) diýlişi ýaly we dykzlyklary boýunça bölünýär, ýagny biri-birinde garylmaýan suwuk gatlagy emele getirýärler. Erginiň suwuk ýagdaýyndan gaty ýagdaýa geçmegi diňe belli bir sowatmagyň bolan ýagdaýynda amala aşyrylar. Kristallaryň merkezleri emele gelmegi netijesinde.

Diagramma ýagdaýy ýa-da fazalaryň deňagramlylygynyň diagrammasy temperatura we konsentrasiýa baglylykda erginiň faza düzümini grafiki formada amatly görkezýär. Diagramma ýagdaýyny deňagramlylyk ýa-da oňa ýeterlik ýapyk şertlerde gurulýar.

a). A we B komponentleriň suwuk ýagdaýda biri-birinde doly garylýan ýagdaýyna seredeliň. Onda t_{AatB} likwidus diýip atlandyrylýan çyzykdan ýokardaky temperaturada suwuk faza (ergin) bolýar. Bu oblastda suwuk fazanyň erkin energiýasy A we B komponentden durýan gaty erginiň erkin energiýasyndan kiçi t_{AbtB} solidus diýip atlandyrylýan çyzykdan aşakdaky oblastda α durnukly gaty ergin bolýar. Likwidus solidus

çyzyklarynyň arasyndaky oblastda deňagramlylyk ýagdaýynda suwuk faza we α gaty ergin bolýar.

Diagramma ýagdaýynyň termiki analiz usuly bilen gurlan

b). Çäklendirilen ereýşli erginleriň diagrammasy.

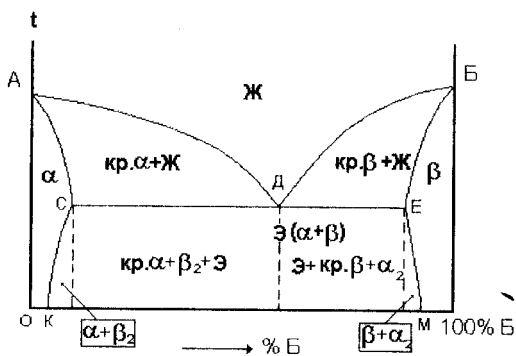
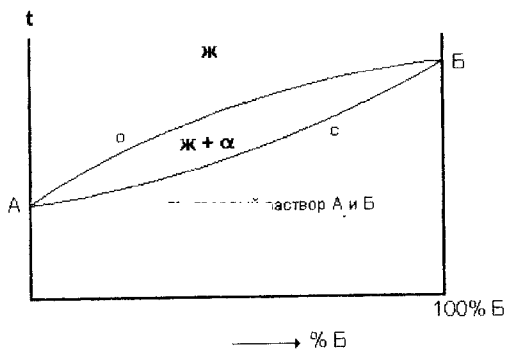
ACB-likwidus çyzygy şu çyzykdan ýokarda diňe durnukly suwuk faza bolýar. Solidus çyzygyndan aşakdaky temperaturada erginler kristallik ýagdaýda minimal erkin energiýa eýe, ol interwalda durnukly α ergin (B komponentiň A komponentdäki gaty ergin CK interwalda iki fazanyň garyndysy α we β erginleriň, M100 interwalda bir fazanyň β erginiň (A komponentiň B komponentdäki gaty ergini).

Likwidus we solidus çyzyklaryň arasynda deňagramlylykda iki faza ýerleşýär. α ýa-da β gaty ergin we suwuk faza S.

AD- çyzyga laýyk gelýän temperaturada suwuk splawdan α -gaty erginiň kristallary bölünip çykýar, DB çyzyk boýunça β -gaty erginiň kristallary bölünip çykýar. D-nokat B komponentiň A komponentde çäkli eremegini görkezýär, E nokat bolsa A komponentiň B komponentde.

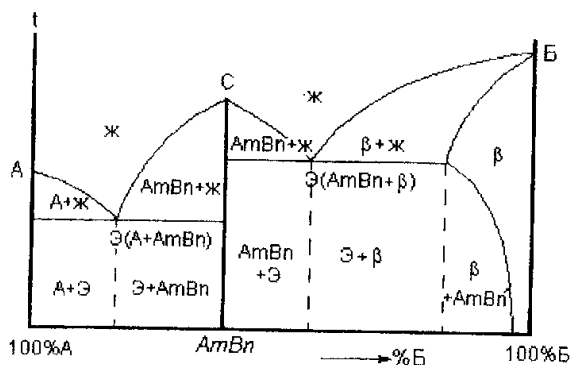
Suwuk erginlerden bir wagtda kristallaşýan iki (ýa-da has köp) gaty fazanyň kesgitlenen laýyklykda durýan strukturasyna ewtektika diýilýär. Ewtektikadan çep tarapda ýerleşýän erginler ewtektika çenli, sag tarapda ýerleşen gaty erginler ewtektikadan soňky diýilýär.

ç). Himiki birleşmäni emele getirýän erginleriň diagramma ýagdaýy. Durnukly himiki birleşme bolýan erginleriň diagramma ýagdaýyny iki bölege bölmek mümkin. Diagrammanyň bir bölegini komponentleriň biri bilen himiki birleşmäni emele getirýän erginler häsiýetlendirýärler. ($A-A_mB_n$) beýleki bölegini ikinji komponentiň şol himiki birleşme bilen emele getirýän erginleri ($B-A_mB_n$).

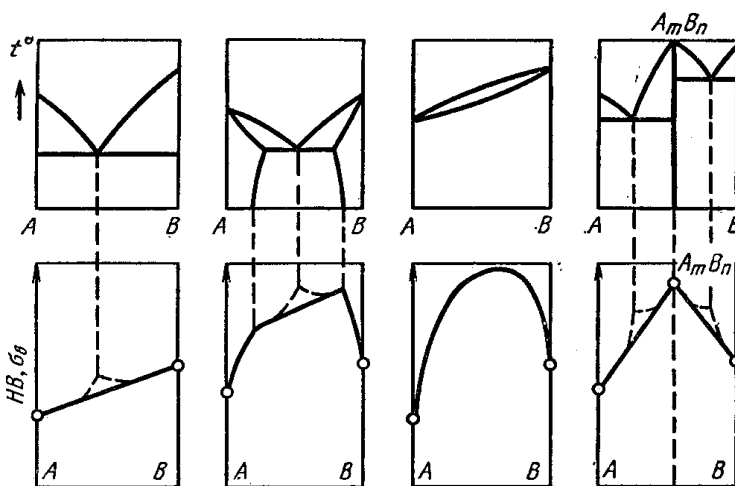


a) Çaklendirilmedik ereyişli
erginleriñ ýagdaýynyñ
diagrammasy.

b) Çaklendirilen ereyişli
erginleriñ diagrammasy.



ç) Himiki birleşme komponentleri bilen
emele gelme erginleriň ýagdaýynyň
diagrammasy.



d) Ergininiň diagrammanyň görnüşinden baglylykda
häsiýetleriniň üýtgemegi.

1.6. Allotropik öwrülme.

Metallaryň hemmesini gyzdyrlanda we sowadylanda öwrülme bolup geçmeýänlere (mis, alýuminiý, magniý, gurşun we ş.m.) hem-de allotropik diýip atlandyrylan öwrülme bolup

geçýänlere (demir, galaýy, titan, kobalt we ş.m.) bölünýärler.

Allotropik öwrülmegin netijesinde kristalyň atomlarynyň gözenegi bir görnüşden ybarat bolýar. Metallaryň allotropik şekiline modifikasiýa diýip atlandyrylýar we grek elipbiýiniň başlangyç harplary (α , β , γ , δ we ş.m.) bilen belgilenýär. Modifikasiýanyň aşakky temperatura durnuklylygyny α harpy bilen belgilenýär, in ýokaryny – β , indikileri (gyzgyňlyk derejesiniň şkalasy boýunça) – γ , δ we ş.m.) modifikasiýalar bilen belgilenýär.

Sowadylanda bolup geçýän öwrülmeler ýylylygyň bölünip çykmagy bilen bolup geçýär, gyzdýrlanda bolsa ýylylygy özüne siňdirmek bilen bolup geçýär.

Allotropik öwrülme bolup geçýän gyzgyňlyk derejesine kritiki diýip atlandyrylýar we A harpy bilen belgilenýär. Eger öwrülme gyzdýrlanda bolup geçýän bolsa c indeks goşulýar, sowadylanda bolsa – r indeks bilen belgilenýär.

1.7. Magnit öwrülme.

Erginlerdäki allotropik öwrülmeler bilen bir hatarda, magnit häsiýetlere eýe bolan erginlerde (ferromagnitler) magnit öwrülmeleri bolup geçýär. Ferromagnit metallar belli bir temperaturada az magnitli bolup galýar („magnitliligini ýitirýär“). Öň öwrülmeleriň ýüze çykyşlarynyň bir meňzeşligi üçin magnitli öwrülmäni allotropik öwrülmeden tapawutlandyrylýandyr. Çuňňur gözlegleriň netijesiniň görkezişine görä magnit öwrülmede kristal gözenekleri täzeden düzlemän öňki durşuna galýarlar. Öwrülme nokadyna golaýlanda magnit häsiýeti ýuwaş-ýuwaşdan aşaklanýar.

Öwrülmede mehaniki we birnäçe fiziki häsiýetleri üýtgemän galýar. Elektrik, magnit we ýylylyk häsiýetleri üýtgeýärler.

Kürin nokady diýip atlandyrylýan kesgitli temperaturada ferromagnit häsiýeti doly derejede ýitýär.

1.8. Maýyşgak we ýumşak deformasiýalar.

Daşky güýçleriň täsiri netijesinde jisimiň ölçegleriniň we şekiliniň üýtgemegine deformasiýa diýip aýdylýar.

Uly bolmadyk güýjüň täsir etmeginiň netijesinde metallara maýyşgak deformasiýa täsir edýär.

Maýyşgak deformasiýanyň esasy aýratynlygy metala täsir edýän güýji aýrylandan soň, metal doly derejede öz öňki şekiline eýe bolýar. Ýumşak deformasiýada bolsa metala täsir güýji aýrylandan soň, metal öňki şekiline eýe bolup bilmeýär.

Materiallaryň mehaniki häsiýetlerini öwrenmek we predel dartgynlylygyň bahalaryny dikeltmek üçin, materialyň nusgalary syndyrylýança synag edilýär.

Deformasiýanyň görnüşlerine baglylykda, nusga süýnmä, gysylma, towlama, egilmä we ş.m synag edilýär.

Synagyň netijeleri nusganyň formasyna, deformasiýanyň tizligine we ş.m bagly bolýar, şonuň üçin hem synag döwlet standart şertlerinde amala aşyrylýar.

Synag tejribeleri ýörite maşynlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Deformasiýany ölçemek üçin ýokary duýgurlykly ýörite enjamlar ulanylýar. Synag maşynlarynyň we enjamlarynyň ýazgylary ýörite gollanmalarda getirilýär. Materiallaryň özüni alyp barşyny barlamagyň iň ýaýran synagy süýnme synagydyr.

Süýnmä synag etmek üçin, diametr 3 mm-den ýokary silindr görnüşli nusgalar, şonuň ýaly-da galyňlygy 0,5 mm-den ýokary tekiz nusgalar ulanylýar. Nusgalary başlangyç hasaplama uzynlyklary $l_0 = 5,6\sqrt{A}$ -gysga nusga, $l_0 = 11,3\sqrt{A}$ -uzyn nusga bolýar.

A- nusganyň kese kesiginiň meýdany. Silindr görnüşli nusgalar synag edilende, köplenç diametri 10 mm bolan nusgalar ulanylýar. Süýnme synaglarynyň esasy maksady materiallaryň mehaniki häsiýetnamalaryny kesgitlemekden ybarat. Synag geçirilende nusgany süýndürýän güýç we

nusganyň uzaltmasynyň Δl arasyndaky baglanyşygy görkezýän diagramma awtomatiki çyzylýar. Bu diagramma az uglerodly polat materiallar üçin σ - ε koordinatda gurlan.

Süýnmede dartgynlylygyň şertli diagrammasy.

Dik ok boýunça süýndürilýän nusganyň kese kesigindäki normal

$$\sigma_s = \frac{P}{A_0}$$

dartgynlylygyň bahasyny

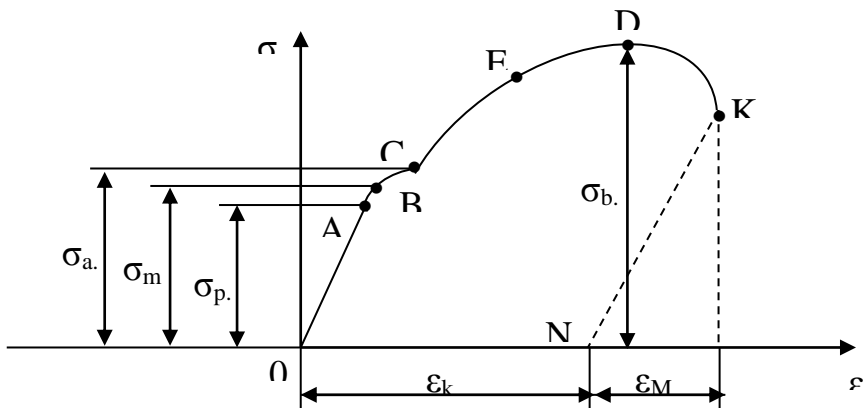
(A_0 -nusganyň keseginiň başlangyç meýdany) kese

ok boýunça nusganyň otnositel uzaltmasyny $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ (l_0 - nusganyň başlangyç uzynlygy)

ölçäp goýýarys. Bu ýerde σ_s - süýnme dartgynlylyk. Diagrammanyň OA böleginde deformasiýa dartgynlylyga baglylykda proporsional ösýär.

Diagrammanyň A nokadyna proporsionallyk çägi $\sigma_{p.ç}$ diýilýär we Gukyň kanuny proporsionallyk çägene çenli öz güýjüni saklaýar. Polat 3 material üçin $\sigma_{p.ç} = 210$ MPa deň. Güýç artdyrylandan soň, diagramma egri çyzykly ýagdaýa geçýär.

Eger dartgynlylyk maýyşgaklyk çäginden $\sigma_{m.ç}$ ýokary geçmese (B nokat) material maýyşgaklyk häsiýetini saklaýar, ýagny ýük aýrylandan soň nusga öz ilkibaşdaky durkuna we ölçegine gaýdyp gelýär. Polat 3 material üçin maýyşgaklyk çägi $\sigma_{m.ç} = 220$ MPa.



Eger nusga täsir edýän güýji artdyrsak onda diagrammanyň C nokadynyň töwereginde deformasiýa güýç artmazdan ösüp başlaýar. Diagrammanyň C nokadynyň töweregindäki gorizontall bölege akyjylyk meýdançasý diýilýär. Güýji ulaltmazdan, deformasiýanyň ösmegi bilen bolup geçýän dartgynlylyga akyjylyk çägi diýilýär we $\sigma_{a,\varphi}$ bilen bellenilýär. Polat 3 material üçin akyjylyk çägi $\sigma_{a,\varphi} = 230 \text{ MPa}$.

Birnäçe materiallaryň süýnmek diagrammasynda akyjylyk meýdançasý bolmaýar: bu materiallar üçin şertleýin akyjylyk çägi kabul edilýär.

Galyndy deformasiýasy 0,2 %-e deň bolan dartgynlylyga şertleýin akyjylyk çägi diýilýär we $\sigma_{0,2}$ bilen belgilenýär.

Şertleýin akyjylyk çägi kesgitlenýän materiallar dýuralýuminiý, bürünç, ýokary uglerodly we legirlenen polatlar degişlidirler.

Diagrammanyň iň ýokary nokadyna degişli dartgynlylyga berklik çägi ýa-da wagtlaýyn garşylyk diýilýär we $\sigma_{b,\varphi}$ bilen belgilenýär. Polat 3 üçin berklik çäğine ýetende, ýerli inçelme, ýagny nusgada boýunjazda peýda bolýar. Boýunjazda nusganyň meýdany çalt kiçelýär, netijede güýç we şertleýin dartgynlylyk aşak gaçýar.

Süýnme synag geçirilende, materialyň ýokarda agzalan

berklik häsiýetnamalaryndan başga üzülmde otnositel galyndy uzalmasy kesgitlenýär we bu ululyk materialyň esasy plastiki häsiýetnamasy bolup hyzmat edýär:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

bu ýerde: l_0 - nusganyň başlangyç uzynlygy;

l_1 - nusganyň üzülden soňky uzynlygy.

Polat 3 üçin $\sigma = 21\%$.

Ýokary berklikli polatlarda $\delta = 7...10 \%$ çenli kiçelýär.

Materialyň plastikliginiň ikinji häsiýetnamasy üzümesi bolýar:

$$\psi_g = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%$$

A_0 - kese kesigiň başlangyç meýdany.

A_1 - üzülmde soň, boýunjagazyň kese kesiginiň meýdany

Polat 3 üçin $\psi_g = 50...60 \%$.

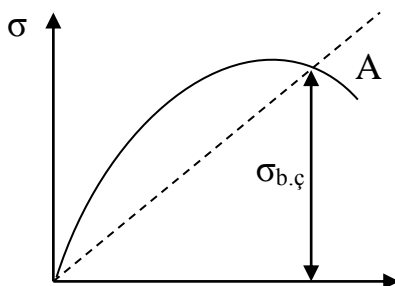
Juda plastikli materiallara mis, alýuminiý, latun, az uglerodly polatlar degişlidirler. Az plastikli materiallara dýural, we bürünç, gowşak plastikli materiallara legirlenen polatlar degişlidirler.

Materialyň plastiklik häsiýetine gapma-garşy onuň portluk häsiýeti bolýar, ýagny ujypsyz galyndyly deformasiýada materialyň synmaklyk häsiýetidir. Bu materiallar üçin üzülmde galyndy uzalmasy 2-5% ululykdan geçmeýär. Port materiallara çöýun, ýokary uglerodly gural polatlar, daş, beton, aýna, aýna plastikleri degişlidirler.

Materiallary plastik we port ýagdaýlaryna bölmeklik şerti häsiýetleri bolýar, sebäbi synagyň şertlerine (ýüklenmäniň tizligi, temperatura) we dartgynlylyk ýagdaýynyň görnüşine baglylykda, port materiallar hem plastik materiallar ýaly, plastik materiallar bolsa port materiallar ýaly özüni alyp

barýarlar. Şonuň üçin hem materialyň plastik we port ýagdaýlary barada diýilse dogry bolar.

Port materialyň süýnme diagrammasy özüniň aýratynlygy bilen tapawutlanýar. Çoýnuň süýnme diagrammasy suratda görkezilen.



Diagrammadan görnüşi ýaly, port materiallarda maýyşgaklyk çägi has kiçi bolýar.

Gukyň kanunyndan gyşarma has ir başlanýar.

Üzülme juda kiçi deformasiýada, boýunjyk döremezden, birden bolup geçýär. Bu häsiýet hemme port materiallara mahsusdyr. Port materiallaryň süýnme synagynda diňe materialyň berklik çägi kesgitlenilýär. Amaly hasaplarda port materiallaryň egri çyzykly diagrammasy şertleýin göni çyzyk bilen çalşyrylýar (surat ştrih boýunça geçirilen çyzyk).

Maýyşgaklyk çäginden ýokarda ýük aýrylyp we gaýtadan ýüklenende şertleýin akyjylyk çägi ýokarlanýar (material demrinýär “naklýop”)

Eger nusgany E nokada çenli ýükläp soň bolsa ýükden boşatsak, ýüküň aýrylmasy OA çyzyga parallel EL göni boýunça bolup geçer.

Deformasiýanyň maýyşgak bölegi (I_m kesim) ýok bolar, deformasiýanyň plastiki bölegi (O_L kesim) galýar.

Eger materialy täzeden ýükleseň, onda diagramma LE göni boýunça E nokada çenli gider. Üzülmede galyndy uzalma LN kesim bolar. Diýmek gaýtalanyp ýüklenen nusganyň proporsionallyk çägi ýokarlanýar.

Materialyň gaýtalanyň ýüklenme netijesinde proporsionallyk çäginin ýokarlanmak we plastikliginiň aşaklanmak hadysasyna demrinmek (naklýop) diýilýär.

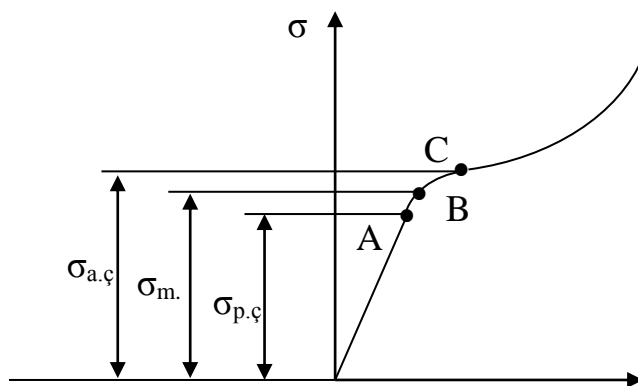
Demrinen material port bolýar.

Şonda-da birnäçe ýagdaýlarda peýdaly bolýar, meselem, üýtgeýän ýüklenmelerde işleýän detallarda demrinmegi emeli usul bilen döredýärler.

Gysylma synagynda kubik ýada silindr görnüşli nusgalar synagdan geçirilýär, olaryň beýikligi bolsa 3 diametre deň alynýar. Eger nusganyň beýikligi örän gysga bolsa, synag netijesinde bočka görnüşli forma kabul edýär, sebäbi sürtülme güýji nusganyň gyrasynyň giňelmegine päsgel berýär.

Sürtülme güýjüni azaltmak üçin synag geçirilende, köplenç, nusganyň gyraky üstleri parafin bilen ýaglanylýar. Port materiallaryň gysylma diagrammalary süýnme diagramma meňzeş bolýar.

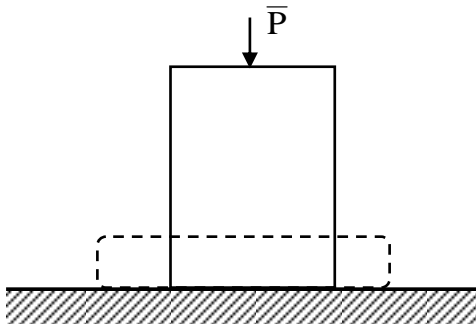
Gysylma diagramma



Syndyrma ujypsyz deformasiýada bolup geçýär. Synag syndyrmada berklik çäginin we atnositel galyndy deformasiýanyň bahalaryny dikeltmäge mümkinçilik berýär.

Port materiallaryň gysylmada berklik çägi süýnmedäki berklik çägidin ep-esli uly bolýar.

Plastik materialyň gysylma diagrammasy suratda görkezilen.



Ilkibaşda diagrammanyň görnüşi süýnme diagrammasyna meňzeş soňra bolsa materialyň berkleşmegi we kesigiň meýdanynyň ulalmagy netijesinde egri dik ýokary galýar. Bu pursatda syndyrma bolýar, nusga ýapbaşyk görnüşe geçýär. Synagyň netijesinde akyjylyk çägi kesgitlenilýär.

Plastik materiallaryň akyjylyk çägi süýnmede we gysylmada deň bolýar ýöne akyjylyk meýdançasý gysylmada ujypsyz bolýar.

Materialyň tekiz ýüzüne taplanan polat şarjagazy ýa-da konus şekilli almazy basyp, onuň gatylygyny synag edip görýärler.

Materialyň gatylygyny synag edip görmegiň giňden ýaýran usuly Brinelliň usulydyr.

Brinelliň usuly bilen metalyň gatylygyny 10 mm diametr demir şarjagazyny tejribe geçirilýän materiala gysmak (basmak) arkaly kesgitleýärler.

Gatylygyň ululygyny şu formula bilen kesgitleýärler;

$$HB = P / F \quad (\text{kg/mm}^2)$$

bu ýerde: P - güýç, F - şarjagazyň tejribe geçirilýän materialda galdyran yzynyň meýdany

$$F = \pi \cdot D \cdot h \quad (\text{mm}^2)$$

bu ýerde: D - şarjagazyň diametri, mm-de; h - yzyň çuňlugy, mm-de. Köplenç h-ululygy şarjagazyň diametri we yzyň diametri boýunça aňladylýar;

Onda
$$h = (D - \sqrt{D^2 - d^2}) / 2 \quad (\text{mm})$$

$$F = (\pi D / 2) \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (\text{mm}^2)$$

Bu ýerden Brinelliň usuly boýunça metallaryň

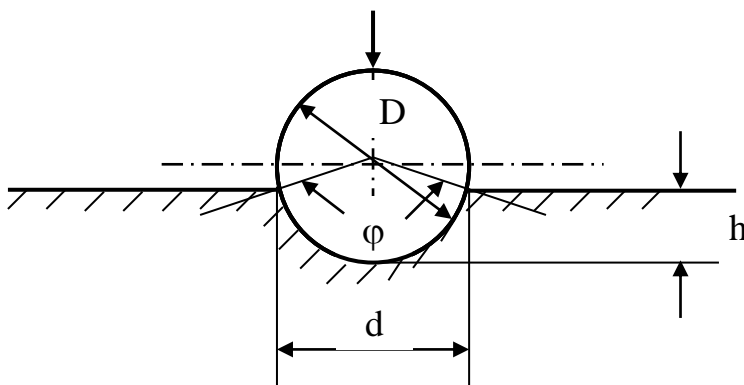
$$HB = 2P / \pi D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

gatylygyny kesgitleýän formula şeýle görnüşe geler :

Brinelliň usuly şarjagazyň özi deformirlenmezligi üçin gatylygy HB 450 bolan we 1 mm galyňlykdaky list görnüşindäki materiallar bilen tejribe geçirilýär.

Brinelliň usuly metallaryň gatylygy kesgitlenende TŞ-2 tipli mehaniki – ryçagly enjam ulanylýar.

Arassalanan nusgany enjamyň stolunda ýerleşdirýärler:



Brinelliň metody boýunça metalyň gatylygynyň kesgitlenişiniň shemasy.

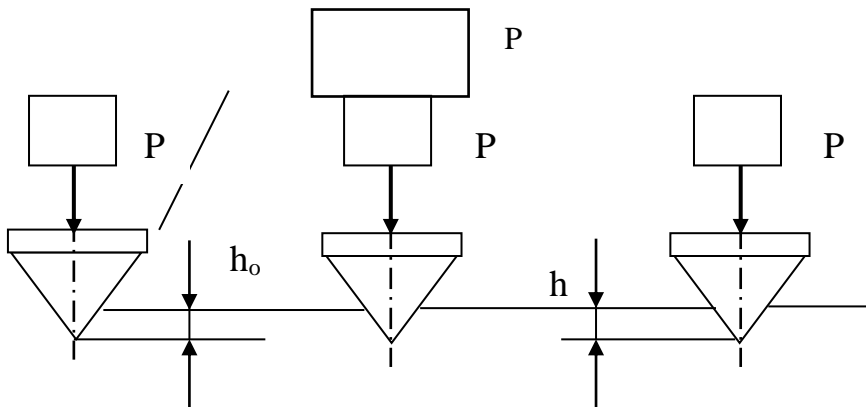
manowigi sagat streikasynyn ugruna aýlamak bilen tejribe geçirilýän nusgany şarjagaza gowy gysýarlar.

Şarjagaza goýlan güýjüň, aýrylmagyndan soň mahowigi sagat diliniň garşysyna aýlap, tejribe geçirilýän nusgany alýarlar we onda galdyrylan yzyň diametrini ölçeyärler.

Rokwelliň usuly boýunça metallaryň gatylygyny nusganyň 120 °C burçly almaz konusyny sünçmek arkaly ýa-da dürli goýlan güýçli demir şarjagazy bilen kesgitleýärler.

Goýlan P_0 - güýç, bu ýerde 10 kg deň, umumy goýlan P (P_0 güýjiň we esasy P , g. jemi) 100 kg deň (haçanda almaz

konusy b-da 150 kg).



Rokwelliň metody boýunça metalyň gatylygyny kesgitlenilişiniň shemasy.

Rokwelliň usuly boýunça gatylyk sany şu formula bilen kesgitlenilýär.

$$HR = K - (h - h_0) / C$$

bu ýerde: K - şarjagaz üçin 0,25-deň bolan, almaz konus üçin 0,2-deň bolan, P_0 -umumy güýjüň täsirinden soňky.

h_0 - P_0 güýjüň netijesindeki sünçmäniň giňligi, mm-de.

h - sünçmäniň çuňlugy.

C - 0,002 mm çuňlugyna laýyk gelýän indikator

enjamynyň siferblatynyň ölçeg birligi.

Rokwelliň usuly boýunça dürli gatylykly metallary, şol sanda gaty, erginleriň hem gatylygyny ölçemäge mümkinçilik berýär. Tejribe geçirilýän indikator enjamy boýunça bolsa gatylyk ululygyny ölçegsiz şkala boýunça alyp barýar. Rokwelliň metody boýunça alnan gatylyk sanýndan takmynan aýdanda 10 esse dagy kiçi.

Wickersiň usuly boýunça metallaryň gatylygyny tejribe geçirilýän nusga ýörite enjamy bilen dört granly, 120° burçly almaz piramidasyny $P = (5 \dots 10 \text{ kg})$ güýç bilen gysýarlar.

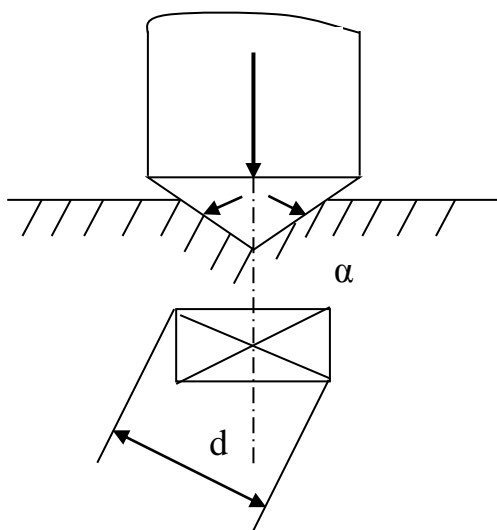
Gatylyk sany Wickersiň usuly boýunça şu formula

bilen kesgitlenilýär:

$$HV = P / F.$$

Bu usuly örän uniwersal, ol diňe bir gaty erginler üçin däl, eýsem ýumşak metallaryň hem gatylygyny kesgitläp bolýar.

Gatylygy ýörite enjamlarda kesgitleýärler, bu enjam piramidanyň yzynyň diagonalyny 0,001 mm takyklykda ölçemäge mümkinçilik berýär.



Wikkersiň usuly boýunça metalyň gatylygyny kesgitlemegiň shemasy bu ýerde : d- piramidanyň galdyran yzynyň iki diagonalynyň ortaça arifmetik uzynlygy.

Çeýeligi synag edip görmek urguly şertlerinde işleýän detallar üçin möhümdir.

Synagy maýatniki enjamlarda geçirýärler.

Ýörite ýasalan nusganyň kwadrat kesigi bardyr we onuň ortaçasýndan çalaja kertilendir.

Ýük (Q) kebir beýikligi erkin inýär we gelip nusga urylýar.

Ýük nusga urlanda kuwwatynyň bir bölegi nusgany

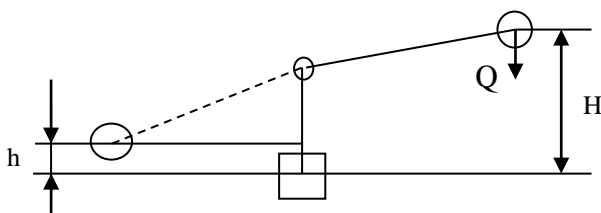
öwratmaga harçlanýar, galan kuwwaty bolsa ýüki öňkünden pesräk beýiklige (h) galdyrýar.

Beýiklikleriň tapawudy öwratmak üçin harç bolan işiň ululygyny kesgitleýär.

Urgy çeyeligi (a_n) aşakdaky deňlenme boýunça tapylýar:

$$a_n = \frac{Q \cdot (H - h)}{F} \quad \text{kg} \cdot \text{mm} / \text{sm}^2$$

bu ýerde: F – nusganyň döwlen ýeriniň kesiginiň meýdanydyr.



Mysal üçin:

Uglerodly polatlarda düzümindäki

uglerod 0,2 %C çenli bolsa: $a_n = 24 \dots 25 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{sm}^2$

Uglerodly polat

uglerod 0,3 %C çenli bolsa: $a_n = 18 \dots 20 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{sm}^2$

Uglerodly polat

uglerod 0,6 %C çenli bolsa: $a_n = 6 \dots 8 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{sm}^2$

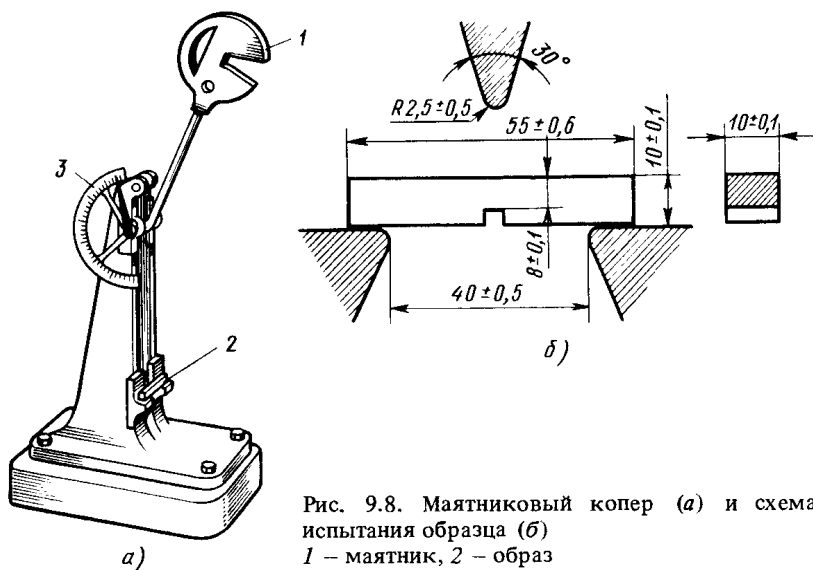


Рис. 9.8. Маятниковый копёр (а) и схема испытания образца (б)
1 — маятник, 2 — образ

Barlag soraglary.

1. Materialy öwrenmeklik we onuň maksatlary.
2. Metallaryň nähili toparlary bar?
3. Metallaryň nähili atom-kristal gurluşy bar?
4. Kristallaryň real gurluşy nämeden ybarat.
5. Eremä we ilkinji kristallaşma nähili düşüňärsiniz?
6. Guýma metallaryň gurluşynyň aýratynlyklaryny düşündiriň.
7. Allotropik öwrülme näme?
8. Magnit öwrülme nähili ýüze çykýar?
9. Maýyşgak we ýumşak deformasiýalaryň tebigy aýratynlyklaryny aýdyp beriň.

2. Demir we onuň uglerodly erginleri.

2.1. Demirň häsiýetleri.

Demir - kümüş pisint reňkli we eremeginiň gyzgynlyk derejesi 1539°C bolan metaldyr. Häzirki wagtda alynýan arassa demir 0,001% demriň tehniki hilleri 0,1...0,2% (C, Mn, Si, S, P we başgalar) garyndylary öz düzüminde saklaýarlar. Demirň esasy häsiýetleriniň biri allotropiýadyr. Gurluşy we häsiýetleri boýunça tapawutlanýan demriň (α we γ) modifikasiýalary bardyr. α - demir gyzgynlyk derejesi 911°C aşakda we 1401°C ýokarda bolýandyr. $1401...1539^{\circ}\text{C}$ gyzgynlyk derejeleriniň interwaly üçin α - demri δ demir bilen belgilenýär.

Demirň mehaniki häsiýetleri arassalygyna we däneleriniň ölçegine baglydyr. Onuň gatylygy Brinelle görä 580...800 düzýär, süýndirlendäki berklik çägi $\delta_B=18...28$ kPa, süýnişi $\sigma=30...50\%$, daralmasy $\Psi=70...80\%$. Demir köp elementler bilen (C, Si, Mn, Cr, Ni we başgalar) erginleri aňsat emele getirýär. Demirň dykzlygy $7,68 \text{ t/m}^3$, çyzykly giňelmek koeffisiýenti $11,7 \cdot 10^{-6} \text{ grad}$.

2.2. Uglerodyň häsiýetleri.

Uglerod - dykzlygy $2,5 \text{ t/m}^3$ we eremekliginiň gyzgynlyk derejesi 3500°C bolan metal däl elementdir. Onuň üç sany allotropik görnüşi (kömür, grafit we almaz) bar. Uglerodly demir erginlerinde uglerod grafit ýa-da sementit Fe_3C (demriň uglerod bilen himiki birleşmesi) görnüşinde gatnaşýar.

Grafit pes berkligi we gowşak aňladylan metal häsiýetleri bar. Demir bilen erginlerde ol metal häsiýetlerini ýitirýär. Uglerod demriň suwuk we gaty ýagdaýlarynda doly ereýär hem-de ereýjiligi çakli bolan α we γ - gaty erginleri emele getirýär.

2.3. Uglерodly demir еrginlerinde fazalar we gurluşyny düzüjiler.

Fe_3C (Fe - FeC) ulgamynda aşakdaky fazalary tapawutlandyryrlar: suwuk еrgin, gaty еrginler (ferrit we austenit), himiki birleşmeler sementit hem-de grafіt. Gurluş düzüjiler: ferrit, austenit, sementit, perlit, ledeburit we grafіt bolup durýar.

Ferrit - uglерodýň we beýleki elementleriň α - demre орнаşан gaty еrginidir. Pes gyzgynlyk derejeli α - ferrit, onda uglерod kadaly gyzgynlyk derejesinde 0,006% we 727°C bolsa 0,025% çäklerde ereýär.

Ýokary gyzgynlyk derejeli δ - ferritde uglерodýň ereýjiligi 0,1% ýetýär. Ferrit göwrümi merkezleşdirilen kub (GMK) kristallik gözenegi bolup, onuň merkezinde uglерodýň atomy ýerleşendir. Ferrit üçin 768°C gyzgynlyk derejesi Kloriniň nokady bolup durýar, sebäbi ol gyzgynlyk derejesinden aşakda ferrit magnitlenen, ýokarda bolsa magnitsyzdyr. Ferritiň takmynan aşakdaky mehaniki häsiýetleri bardyr: $\sigma_B=25$ kPa; $\delta=50\%$; $\Psi=80\%$; HB 800...900. Mikroskop bilen seredilende, ferrit ачык (poliedrik) дәneler görnüşde görünýär.

Austenit - uglерodýň we beýleki elementleriň γ -demre орнаşmagynyň gaty еrginidir. Gyzgynlyk derejesine baglylykda γ -demirde 0,8%-den (727°C) 2,14% (1147°C) eräp bilýär. Austenit gyraňlary merkezleşdirilen kub (GMK) kristallik gözenegi bolup, onuň kubynyň merkezlerinde uglерodýň atomlary ýerleşýär. Austenitiň gatylygy HB200 çenli bolup, ol magnitsyzdyr. Austenitiň mikrogurluşy ferritden tapawutly goşalygy bilen häsiýetlendirilýän poliedrik дәne.

Sementit - demriň uglерod (demriň käbiri Fe_3C) bilen himiki birleşmesi. Sementitiň düzüminde 6,67% uglерod bolýar. Onuň gatylygy HV 1000 ýetýär we portdyr. Mikroskop bilen seredilende, sementit ýylpyldaýan garyndylar (etil spirtinde 2...5% азот kislotasynyň еrgini bilen işlenip

bejerlende) görünüşinde görünýär. Sementitiň atomlary dykyz gaplanan çylşyrymly romb kristallik gözenekdir. Demriň karbidi polatda we çöýunda metastabil fazada bolýar. Deňagramlylyk şertlerinde düzüminde uglerody ýokary derejede bolan erginlerde, grafit emele gelýär.

Sementit $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ - ulgamynda baş görnüşe bölmek bolar: başlangyç, ikinji, üçünji, ewtektoida, ewtektiki. Bu bölünişik şertlidir, emma ol erginleriň gurlyşyna düşünmek üçin şert döredýär. Başlangyç sementitiň kristallary suwuk erginden gös-göni bölünip aýrylýarlar. Ikinj sementit austenitden gyzgynlyk derejesiniň peselmegi bilen uglerodyň mukdarynyň azalmagy netijesinde bölünip aýrylýar. Ewtektoid sementit-perlitiň, ewtektik sementit bolsa ledeburidiň gurluşyny düzüjilerdir.

Perlit - ferrit esasly sementitden ybarat mehaniki garyndydyr. Ol austenidiň 727°C gyzgynlyk derejesinde dargamagyndan emele gelýär. Perlitiň düzüminde 0,8% uglerod bar. Sementitiň şekiline baglylykda perlit plastinka şekilli we dänelek bolýar. Perlit ewtektoid fazany emele getirýär. Ewtektoid diýlip endigan plastinka şekilli ýa-da dänelek mikrogarynda aýdylýar. Ol ewtektika meňzeşdir, ýöne ondan tapawutlylykda suwuk erginden däl-de, eýsem gaty erginleriň özgermelerinde emele gelýär

Perlitiň mehaniki häsiýetleri sementitiň bölejikleriniň şekiline we ýaýraňlylygyna baglydyr. Plastinka şekilli perlitiň berkligi dänelege garanda birneme ýokarydyr, süýnüşi bolsa pesdir.

Ledeburit - ewtektik bolmak bilen sementitden we austenitden ybaratdyr. Ol emele gelýän wagtynda, 1147°C gyzgynlyk derejesinde ugleroddan aňryçäk doýgundyr. Ondan soňra sowamak netijesinde austenit perlite öwrülýär, diýmek, kadaly temperaturada ol perlitden we sementitden ybaratdyr. Ledeburit ýokary gatylygy HB 700 we portlygy bilen tapawutlanýar. Grafit-uglerodyň kristallarynyň bir görnüşidir we geksagonal gözenegi bardyr. Onuň dykyzlygy $2,2 \text{ m/M}^3$.

Grafit çöýunlaryň we grafitleşdirilen polatlaryň düzümine girýär. Onuň şekilli plastinka übtük ýa-da şar görnüşinde bolup bilýär. Soňky şekili has amatlysydyr.

2.4. Demir-sementit ýagdaý diagrammasy.

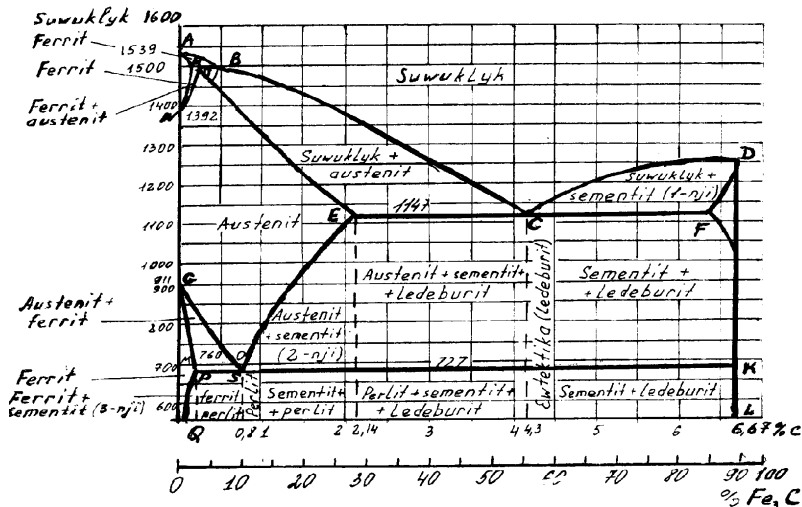
Demir-uglerod hal diagrammasy (Surat) 0 % -den 6,67 % çenli uglerody saklaýan splawlary öz içine alýar we demir-uglerod splawlary (polatlar we çöýunlar) gyzdyrylanda we sowadylanda bolup geçýän proseslere düşünmek üçin esas bolup hyzmat edýär.

Sistemanyň komponentleriniň esasy häsiýetnamalaryna seredip geçeliň. Sap demir-kümüssow-açyk reňkli metaldyr. Demirň eremek temperaturasy 1539°C , dyklyzlygy – $7,86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Demir ýokary bolmadyk gatylyga, berklige we oňat çeyelige eýedir: $\text{HB } 80$, $\sigma_{\text{B}} = 25 \text{ kgs/mm}^2$, $\sigma_{0,2} = 12 \text{ kgs/mm}^2$, $\delta = 50 \%$.

Demir sowadylyş egri çyzygynda görkezilen (2-nji surat) birnäçe allotropik görnüşe eýedir.

Birinji temperatura saklamasy demir suwuk halyndan gaty halyna geçýän halatynda ýagny 1539°C -de bolup geçýär, $a = 2,93 \text{ Å}$ parametrik göwrüm merkezleýin kubly kristallik gözenegi bolan α -demir (Fe_{α}) emele gelýär. 1392°C -de Fe_{α} başga bir allotropik görnüşe –

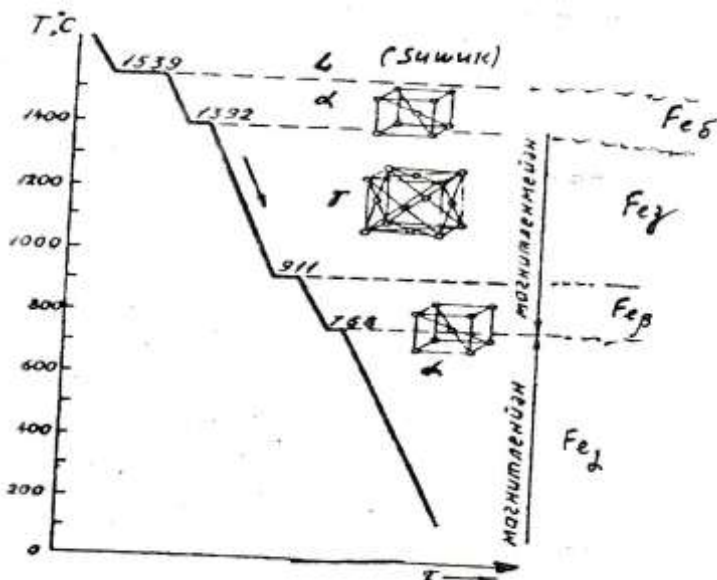
$a = 3,64 \text{ Å}$ parametrlil gran merkezleýin kubly kristallik gözenegi bolan γ -demre (Fe_{γ}) geçýär. γ -demir $a = 2,90 \text{ Å}$ parametrlil göwrüm merkezleýin kubly kristallik gözenegi bolan α -demre (Fe_{α}) geçýär. Şondan soň 768°C -da magnitlenmeýän α -demir $a = 2,86 \text{ Å}$ parametrlil göwrüm merkezleýin kubly kristallik gözenekli magnitlenýän α -demre öwürülýär.



Demir – sementit hal diagramması.

Uglerod tebigatda kub gözenekli almaz görnüşinde we geksoqonal gözenekli grafit görnüşinde duş gelyär. Grafitiň dykzlygy $2,25 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, berkligi $\delta_b = 2 \dots 4 \text{ kgs/mm}^2$. 3650°C -da grafit gaz halyna geçýär. Grafitiň suwuk haly bolmaýar. Ol gaty halyndan göni gaz halyna geçýär. Grafit çal, ýenjilýän we ýokary berklikli çöýunlaryň hem-de birnäçe ýörite polatlaryň düzüminde gabat gelyär.

Demir–uglerod hal diagrammasynda laýyklykda gyzdyrylanda we sowadylanda demir–uglerod splawlarynda şu struktura düzüjileri; ferrit, austenit, sementit, perlit we ledeburit alnyp bilner.



Ferrit-uglerodyň α – demirdäki ornaşdyrma gaty erginidir. Ferritiň göwrüm merkezleýin kubly kristallik gözenegi bolýar. Onuň strukturasy bir fazadan üýtgeýän düzümlü gaty erginden durýar.

Ferritiň bir fazaly ýagdaýynyň iki sany oblasty – ANH ýokary temperaturaly we GPQ pes temperaturaly oblastlary bardyr.

Ferritde uglerodyň möçberi /ereýjiligi/ temperatura baglydyr. Ferritde uglerodyň maksimal möçberi 727°C tempraturada 0,025%-e deňdir, minimal möçberi bolsa 0°C tempraturada 0,006%-e barabardyr. Ferrit ýokary bolmadyk gatylyga (HB 80...100) we ýokary çeýelige eýedir. (otnositel uzalmasy $\delta = 40\%$). Onuň berkliginiň çägi $\delta_B = 30 \text{ kgs/mm}^2$. Ferrit 768°C -a çenli ferromagnit häsiýetlidir.

Austenit-uglerodyň γ -demirdäki ornaşdyrma gaty garyndysydyr.

Austenitiň gran merkezleriň kubly kristallik gözenegi bolýar. Onuň strukturasy ferritiňki ýaly üýtgeýän düzümi bir fazadan, ýagny gaty erginden durýar. Austenit diagrammanyň

örän uly NJESG oblastyny tutýar.

Austenitde uglerodyň maksimal möçberi 1147°C temperaturada 2,14 % -e deňdir, minimal möçberi bolsa 727°C temperaturada 0,8 % -e barabardyr.

Temperatura näçe ýokary bolsa austenitdäki uglerodyň möçberi şonça-da ýokarydyr.

Austenit ferromagnetik däldir we şu mehaniki häsiýetlere eýedir: $\delta_B = 60 \text{ kgs/mm}^2$; HB 180...200; $\delta = 60 \%$.

Sementit – demir bilen uglerodyň himiki birleşmesidir. Onuň himiki formulasy – Fe_3C (demir karbiti) bolup, ol özünde 6,67 % uglerody we 93,33 % demri saklaýar. Sementitiň strukturasy bir fazalydyr. Onuň kristallik gözenegi örän çylşyrymlydyr.

Sementit ýokary gatylyga HB 800 berklige $\delta_B = 200 \text{ kgs/mm}^2$, portluga $\delta = 0 \%$ eýedir. 217°C temperaturadan aşakda ol ferromagnit häsiýetlidir.

Üç hilli sementit tapawutlandyryrlar:

a) Birinji sementit. Ol uglerody 4,3 % saklaýan demir – uglerod splawlarynyň ählisinde kristallaşma mahalynda suwuk fazadan bölünip çykýar. (DC çyzykdan aşakda surat seret).

b) Ikinji sementit ikinji kristallaşma mahalynda suwuk uglerody 0,8 –den köp saklanýan demir – uglerod splawlarynyň ählisinde 1147°C -a çenli temperatura aralygynda austenitden bölünip çykýar.

ç) Üçünji sementit üçünji kristallaşma mahalynda uglerody 0,006 - % den köp saklaýan demir – uglerod splawlarynyň ählisinde 727°C -dan 0°C -ä çenli temperatura aralygynda ferritden bölünip çykýar.

Perlit- ferrit bilen sementitiň ewtektoida mehaniki garyndysydyr. Perlit sowadylanda 727°C temperaturada häsiýetlenen düzümi (0,8 %) austenitden emele gelýär. Perlitde uglerodyň möçberi – 0,8 %. Onuň strukturasy iki fazadan – ferritden we sementitden durýar.

Perlitiň mehaniki häsiýetleri sementitiň bölejikleriniň owranmaklyk derejesine baglydyr. Sementitiň bölejikleri näçe

uly bolsa perlitniň mehaniki häsiýetleri şonça-da pesdir. Perlitniň berkligi $\delta_B = 55 \dots 130 \text{ kgs/mm}^2$, gatylygy – HB 160...260, çeyeligi $\delta = 50 \dots 20 \%$.

Ledeburit – sowadylan 1147°C temperaturada kesgitlenen düzümlü (4,3 %) suwuk fazadan emele gelýän austenit bilen sementitiň ewtektetiki mehaniki garyndysydyr.

Ledeburit 1147°C temperaturada we şol temperaturadan 727°C temperatura çenli iki fazadan – austenitden we sementitden durýar, 727°C temperaturadan aşakda hem iki fazadan – perlitden we sementitden durýar. Ledeburitte uglerodnyň möçberi ähli halatlarda hemişelikde we 4,3 %-e deňdir.

Ledeburit ýokary gatylyga – HB 700, portluga (pes çeyelige $\delta = 1 \dots 2 \%$) we ortaça berkligе - $\delta_B = 100 \text{ kgs/mm}^2$ eýedir.

Demir – uglerod hal diagrammasynyň her bir kritiki nokady degişli temperaturada splawnyň takyk kesgitlenen düzümini häsiýetlendirýär. Diagrammadaky nokatlaryň koordinatalarynyň bahalary tablisada görkezilen.

ABCD çyzygy – likwidus çyzygydyr. Şu çyzykdan ýokarda splawlar suwuk halda bolup suwuk ergini emele getirýärler. Diýmek ABCD çyzygydan ýokary bir faza bolýar, onda Gibbsniň fazalar düzgüniniň esasynda erginlik derejesiniň sany $C = K - F + 1 = 2 - 1 + 1 = 2$. Diýmek sistemanyň deňagramlylygyny üýtgetmän iki parametri üýtgedip bolýarlar.

AHJECE çyzygy solidus çyzygydyr. Şu çyzykdan aşakda ähli splawlar gaty halda bolýarlar.

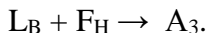
Kritiki nokatlaryň koordinatalary we olardaky faza öwrülmeleri.

Nokatlaryň belgilenişi	Temperatura °C	Uglerodyň möçberi, C %.	Faza öwrülmegi	Fazalaryň atlary	Fazalaryň sany
A	1539	0	Demiriň eremegi we gatamagy	suwuklyk + demiriň kristallary	2
B	1499	0,5	Peritektiki reaksiýa-synda suwuk fazanyň düzümi	suwuklyk + austenit + ferrit	3
C	1147	4,3	Ledeburitiň eremegi we emele gelmegi	suwuklyk + austenit + sementit	3
D	1250	6,67	Sementitiň eremegi we gatamagy	suwuklyk + sementit (birinji)	2
E	1147	2,14	Uglerodyň austenitde maksimal mukdarda eremegi	suwuklyk + austenit + sementit	3
J	1499	0,16	Peritektiki reaksiýa-synda austenitiň düzümi	suwuklyk+ ferrit + austenit	3
N	1392	0	Fe _α sow. gyzd. Fe _γ allotropik öwürilmesi	α-demir γ-demir	2
G	911	0	Fe _γ sow. gyzd. Fe _α allotropik öwürilmesi	γ-demir α-demir	2
S	727	0,8	Uglerodyň austenitde minimal mukdarda eremegi	austenit + sementit + ferrit	3
P	727	0,025	Uglerodyň ferritde maksimal mukdarda eremegi	austenit + sementit (ikinci) + ferrit	3

Nokatlaryň belgilenişi	Temperatura °C	Uglerodyň möçberi, C %.	Faza öwrülmeği	Fazalaryň atlary	Fazalaryň sany
Q	0	0,006	Uglerodyň ferritde maksimal mukdarda eremeği	Sementit (üçünji) + ferrit	2
H	1499	0,1	Peritektiki reaksiýa-synda ferritiň düzümi	suwuklyk + ferrit + austenit	3
K	727	6,67	Faza öwrülmesi ýok	sementit (birinji)	1
F	1147	6,67	Faza öwrülmesi ýok	sementit (birinji)	1
L	0	6,67	Faza öwrülmesi ýok	sementit (birinji)	1

AB çyzygy suwuk erginden ferritiň kristallarynyň bölünip çykyp başlamagyň temperaturasyny görkezýär. Temperaturanyň peselmegi bilen suwuk fazanyň düzümi AB çyzygy boýunça üýtgeýär. Temperatura 1499 °C-a ýetende suwuk fazanyň düzümi B nokada gabat geler, gaty fazanyň /ferritiň/ düzümi bolsa H nokada gabat geler. Şu temperaturada suwuklyk we ferrit biri-birlerine täsir edip başlaýar we düzümi J nokada degişli bolan täze kristallar – austenitiň kristallary emele gelip başlaýar.

Öwrülmede takyk kesgitlenen düzümi iki faza - suwuklyk we gaty kristallar biri-birleri bilen täsir edişip kesgitlenen düzümlü üçünji fazany emele getirýän bolsa, onda öwrülmä peritektiki öwrülme diýilýär. Biziň ýagdaýymyza bu öwrülme hemişelik temperaturada (HJB çyzygy) bolup geçýär, peritektiki reaksiýasy bolsa sowadylanda şu aşakdaky görnüşde bolup geçýär:



HBJ gorizontaal çyzygynda deňagramly ýagdaýda iki sany gaty faza we bir suwuk faza bolýar. Gyzdyrylanda ters öwrülme bolup geçýär.

BC we **DC** çyzyklary austenitiň (BC) we birinji sementitiň (DC) birinji kristallaşdyrmalarynyň başlamagyň temperaturasyny görkezýärler. Temperaturanyň peselmegine görä suwuk fazadan austenitiň kristallarynyň bölünip çykmagy bilen suwuk fazanyň düzümi uglerod bilen başlaýar we BC çyzygy boýunça üýtgeýär. Gaty fazanyň (austenitiň) düzümi bolsa ugleroda baýlaşar we JE çyzygy boýunça üýtgär.

Temperaturanyň peselmegi bilen suwuk fazadan birinji sementitiň kristallarynyň bölünip çykmagy bilen onuň düzümi ugleroda garyplaşar we DC çyzygy boýunça üýtgär. Gaty fazanyň (sementitiň) düzümi hemişelik bolup galýar we 6,67 % uglerody saklaýar.

BC we DC çyzyklarynyň her birinde iki faza bardyr:

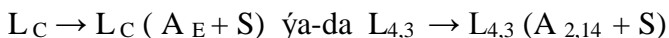
BC çyzygynda – austenit+suwuklyk, **DC** çyzygynda – birinji sementitiň + suwuklyk BC we DC çyzyklarynda aşakda solidus çyzygyna çenli splawlar iki fazaly bolup gaty fazadan we suwuklyklardan durýarlar. Şu ýagdaýda sistemanyň erkinlik derejesiniň sany şeýle bolýar :

$$C = 2 - 2 + 1 = 1.$$

Şol sebäpli fazalaryň sanyny saklamak üçin deňagramlylygyň diňe bir faktoryny ýa-da temperaturany, ýa-da konsentrasiýany üýtgetmek mümkindir.

ECF çyzygy.

Temperatura 1147⁰C-a ýetende E nokatdan (2,14 % C) nokada (6,67 % C) çenli konsentrasiýa aralygynda islendik splaw üçin suwuk fazanyň düzümi C nokada (4,3 % C) degişli bolar. Şu temperaturada 4,3 % uglerody suwuk fazanyň galan şol mukdardaky, ýagny 4,3 % uglerodly ewtektiki mehaniki garyndyny emele getirip kristallaşýar. Şu ewtektika ledeburit diýilýär. Ledeburit E nokadyň 2,14 % düzümindäki austenitden we 6,67 % uglerody saklaýan sementitden durýar. Ledeburitiň emele gelşiniň reaksiýasyny şu aşakdaky ýaly görnüşde ýazyp bolar.



Ewtektika – ledeburit takyk kesgitlenen temperaturada (1147⁰C) emele gelýär. Şu ýagdaýda ECF çyzygynda deňagramlylykda kesgitlenen düzümlü üç faza bolýar : 4,3 % uglerody saklaýan suwuklyk, 2,14 % uglerody saklaýan austenit we 6,67 % uglerody saklaýan sementit.

Şeýlelikde ECF çyzygy ewtektikanyň (ledeburitiň) emele gelmeginiň temperaturasyny we uglerody saklaýan sementit.

Şeýlelikde ECF çyzygy ewtektikanyň (ledeburitiň) emele gelmeginiň temperaturasyny we uglerody 2,14 %-den

köp saklaýan splawlaryň birinji kristallaşmasynyň sanynyň temperaturalaryny görkezýär. 4,3 % uglerody saklaýan splawyň strukturasy saga ýa-da çepe daşlaşdygyça ledeburitiň mukdary azalar, artykmaç fazanyň (birinji sementite ýa-da austenite degişlilikde) birinji kristallarynyň mukdary bolsa, köpeler. E nokatdan çepde ýerleşýän splawlaryň strukturalary kristallaşma prosesi gutarandan soň (GSEJN) oblasty ýeke austenitden ybarat bolýar .

Sowadylanda ewtetiki öwrülmä sezewar bolýan splawlara ak çöýunlar (uglewodorodyň möçberi 2,14 % -den köp) diýilýär. Ewtetiki öwrülme bolup geçmeýän splawlara polatlar (uglerodyň möçberi 2,14 %-e deň ýa-da ondan az) diýilýär.

GS- çyzygy – ikinji kristallaşmanyň başynyň temperaturasyny görkezýär. Temperatura GS çyzykdan aşak peselende austenitden ferritiň kristallary bölünip çykýar. Temperatura peselende austenitden ferritiň kristallary bölünip çykýar. Temperatura peselende S nokatdan çepde ýerleşen splawlar üçin austenitiň düzümi uglerod bilen baýlaşar we GS çyzygy boýunça üýtgär.

Şeýlelikde GS çyzygynda austenitden ferritiň bölünip çykmagy başlanar. Şu ýagdaýda iki faza ferrit we austenit gatnaşýar.

SE çyzygy – GS çyzygy ýaly ikinji kristallaşmanyň başynyň temperaturasyny görkezýär. Ýöne bu ýagdaýda temperatura SE çyzygyndan aşak peselende S nokatdan saga ýerleşen splawlar üçin austenitiň düzümi ugleroda garyplaşar we SE çyzygy boýunça üýtgär.

SE çyzygynda austenitden ikinji sementitiniň bölünip çykyp başlamagyna iki faza gatnaşýar. Diagrammanyň NJE we GSE çyzyklaryň arasyndaky oblastda sistema bir fazalydyr (austenitden durýar) we iki erkinlik derejesine eýedir :

$$C = 2 - 1 + 1 = 2.$$

PSK çyzygy.

Temperatura 727°C -a ýetende uglerody 0,0025%-den köp saklany ähli splawlar üçin austenitiň düzümi S nokada (0,8 % C) degişli bolar. Şu temperaturada S nokadyň (0,8 % C) düzümindäki austenit şol mukdardaky uglerodly, ýagny, 0,8% uglerodly, P nokadyň (0,025 % C) düzümindäki ferritden we 6,67 uglerody saklaýan sementitden durýan ewtektoida mehaniki garyndysyna öwrüler : $A_s \rightarrow F_p + S$;

Bu mehaniki garynda perlit diýilýär. HJB, EC we PSK gorizontal çyzyklarynda ozal aýdyp geçişimiz ýaly sistema üç fazalydyr, şonuň üçin erkinlik derejesiniň sany $C = 2 - 3 + 1 = 0$ bolýar. Bu cyzyklarda erkinlik derejesiniň nula deň bolmagy ledeburit (1147°C) we perlit (727°C) emele gelende temperaturanyň elmydama hemişelik bolup galýandygyny görkezýär.

Demir bilen uglerodyň splawlarynda austenitden perlitniň (ewtektoida) emele gelmegi elmydama hemişelik temperaturada bolup geçýär. Şu ýagdaýda hemişe deňagramlylykda (PSK çyzygynda) kesgitlenen düzümlü üç faza bolýar austenit (0,8 % C), ferrit (0,025 % C) we sementit (6,67 % C).

0,8 % uglerodly splawyň strukturasy 727°C temperaturadan aşakda ýeke perlitden durýar. Splawda uglerodyň mukdarynyň azalmagy bilen ferritiň mukdary köpeliýär we uglerodyň möçberi 0,025 %-e (P nokat) ýetende hem-de ondan hem azalanda splawyň strukturasy ýeke ferritden durýar. S nokatdan sagda ýerleşen splawlarda artykmajy bilen sementit bolar. uglerodyň möçberiniň ýokarlanmagy bilen sementitiň mukdary artar. 727°C temperaturadan aşakda 0,8 %-den 2,14%-e çenli uglerody saklaýan splawlaryň strukturasy perlitden we ikinji sementitden durar, uglerody 2,14%-den 4,3%-e çenli saklaýan splawlaryň strukturasy perlitden, ikinji sementitden we ledeburitden durar, uglerody 4,3%-den 6,67%-e çenli saklaýan splawlaryň strukturasy bolsa birinji sementitden we ledeburitden ybarat

bolar. Uglerody 4,3 % we ondan hem köp bolan splawlarda ikinji sementit özbaşdak struktura bolman, ol ledeburitiň düzümine girýär. Şeýlelikde PSK çyzygynda austenitden perlitniň emele gelmegi (perlit öwrülmesi) bolup geçýär.

Şeýlelikde, eger PSK çyzygyna uglerodyň 0,0255–den 0,8-e we 0,8%-den 6,67%-e çenli konsentrasiýa aralyklaryna seredip geçsek onda şu aşakdakylary bellemek bolar: PS çyzygy austenitden ferritiň bölünip çykmagynyň sanyny we austenitden perlitniň emele gelmegini häsiýetlendirýär, SK çyzygy bolsa austenitden ikinji sementitiň bölünip çykmagynyň sanyny we austenitden perlitniň emele gelmegini häsiýetlendirýär. PSK çyzygynda deňagramlylykda üç faza austenit, ferrit we sementit bolýar. GP çyzygy – austenitden ferritiň bölünip çykmagynyň sanynyň temperaturasyny görkezýär. PQ çyzygy – ferritden üçünji sementitiň kristallaşmagynyň başynyň temperaturasyny görkezýär. Uglerodly 0,006 % - den köp saklaýan splawlaryň ählisinde 727 °C temperaturadan aşakda üçünji sementit bolup biler. Ýöne ol struktura düzüjisi hökmünde diňe uglerody 0,006%-den 0,0025%-e çenli saklaýan splawlarda bolýar we olaryň häsiýetlerine düýpli täsir edýär.

Diagrammanyň GSECF we GPSK çyzyklarynyň arasyndaky oblastlarynda we PSK çyzygyndan aşakda sistema iki fazalydyr we bir erkinlik derejesine eýedir:

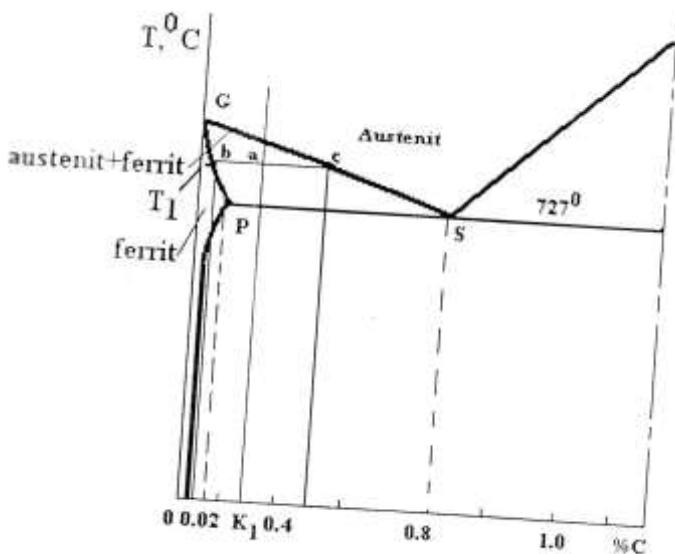
$$C = 2 - 2 + 1 = 1.$$

Fazalardaky komponentleriň konsentrasiýalaryny we şol fazalaryň mukdar gatnaşygyny kesgitlemek üçin kesimleriň düzgüninden peýdalanýarlar.

Kesimleriň düzgüniniň birinji kadasy şu aşakdaky ýaly aýdylýar :

Fazalardaky komponentleriň konsentrasiýalaryny kesgitlemek üçin splawyň halyny häsiýetlendirýän, berlen nokadyň üstünden berlen oblasty çäklendirýän çyzyklara çenli

gorizontal çyzyk (konona) geçirýärler. Alnan kesişme nokatlarynyň konsentrasiýalar okuna bolan proyeksiýalary fazalaryň düzümlerini görkezýärler. Mysal üçin: K_1 splawyň α nokadyna (3-nji surat) seredip geçeliň, a nokadyň üstünden GP we SG çyzyklara çenli gorizontal geçirýäris. b nokadyň konsentrasiýalar okuna bolan proyeksiýasy kesgitlenen T_1 temperaturada ferritdäki uglerodyň möçberini görkezýär, C nokadyň möçberini görkezýär.



Demir-uglerod hal diagrammasynyň bölegi.

Kesimlerin düzgüniniň ikinji kadasy şu aşakdaky ýaly aýdylýar:

Fazalaryň mukdar gatnaşygyny kesgitlemek üçin berlen nokadyň üstünden berlen oblasty çäklendirýän çyzyklara çenli gorizontal çyzyk (kanona) geçirýärler. Şu çyzykdaky berlen nokat bilen fazalaryň düzümlerini kesgitleýän nokatlaryň arasyndaky kesimlerin gatnaşygy şol fazalaryň gatnaşygyna ters proporsionaldyr. Berlen α nokatda iki faza-ferrit we austenit bar. Fazalaryň mukdary (Q_f we Q_A) αc we $b\alpha$

kesimlerin gatnaşygy bilen kesgitlenýär:

$$Q_f/Q_A = ac/ba$$

Berlen α nokatda ähli splawyň massasyny, ýagny fazalaryň mysallarynyň jemine 100 %-e deň diýip, şertli kabul edýäris - $Q_A + Q_f = 100 \%$.

Onda ýokarda getirilip görkezilen proporsiýany şu görnüşde ýazyp bolar :

$$Q_f/(100 - Q_f) = ac/ba.$$

Proporsiýany çözüp, aşakdakylary alarys :

$$Q_f \cdot ba = 100 ac - Q_f \cdot ac ;$$

$$Q_f \cdot ba + Q_f \cdot ac = 100 ac ;$$

$$Q_f (ba + ac) = 100 ac;$$

$$Q_f = (ac/ ba + ac) \cdot 100 \%.$$

ba we ac kesimlerin jemi bc deňdir.

Onda; $Q_f = ac/ bc \cdot 100 \%$

Şeýlelikde , eger α nokat splawyň ýagdaýyny kesgitleýän bolsa, onda bc kesimi splawyň ähli mukdaryny, ac kesimi – ferritiň mukdaryny, ba kesimi bolsa austenitiň mukdaryny kesgitleýär.

Şeýlelikde α nokatda struktura düzüjileriniň göterim mukdarlary şu aşakdaky ýaly bolýar:

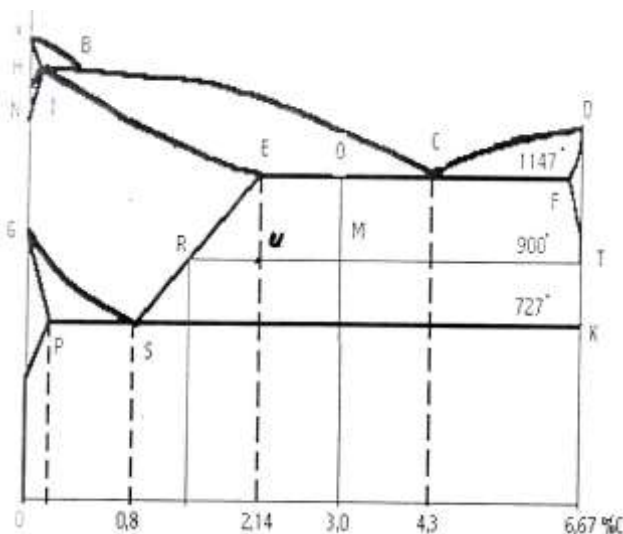
$$Q_f = 0,22/0,51 \cdot 100 = 43,2 \%;$$

$$Q_A = 100 - Q_f = 100 - 43,2 = 56,8 \%.$$

Splawda struktura düzüjileriniň sany ikiden köp bolan halatynda kesimlerin düzgüniniň nähili ulanmalydygyna göz ýetirer ýaly ýene-de bir mysala seredip geçeliň.

900°C temperaturada 3 % uglerody saklaýan ewtektika çenli ak çöýnuň (4-nji surat, M nokat) struktura düzüjileriniň agram gatnaşyk-laryny tapalyň.

900°C temperaturada ewtektika çenli ak çöýunda üç sany struktura düzüjisi-ewtektika (ledeburit), austenitiň artykmaç kristallary we ikinji sementitiň kristallary bolýar.



Ewtektikanyň (ledeburitiň) agram bölegi onuň emele gelýän temperaturasyndan (1147°C) tä otag temperaturasyna çenli üýtgemeyär. Şonuň üçin, ilki bilen biziň splawymyzda ewtektiki temperaturada (1147°C) ýagny, haçanda diňe iki sany struktura düzüjisi – ewtektika we austenitiň artykmaç kristallary bolýan halatynda näçe ewtektikanyň bardygyny hasaplamaly. Ewtektikada uglerodyň möçberi 4,3%-e deňdir, austenitde bolsa, 1147°C temperaturada uglerodyň möçberi 2,14%-e barabardyr.

Ähli splawyň agramy EC kesim bilen, ewtektikanyň mukdary EO kesim bilen, austenitiň mukdary bolsa OC kesim bilen häsiýetlendirilýär.

3% uglerody ak çöýnüň struktura düzüjileriniň agram mukdaryny hasaplamak üçin kesimleriň saýlanyp alynysy.

Onda:

$$Q_{\text{ewt}} = \frac{EO}{EC} \cdot 100 = \frac{(3,0 - 2,14)}{(4,3 - 2,14)} \cdot 100 = 39,8 \, \%$$

$$Q_A = \frac{OC}{EC} \cdot 100 = \frac{(4,3 - 3,0)}{(4,3 - 2,14)} \cdot 100 = 60,2 \, \%$$

Çöýün 1147°C ewtetiki temperaturadan 900°C temperatura çenli sowadylanda artykmaç austenitiň kristallaryndan ikinji sementitiň kristallary bölünip çykýar. Şu ýagdaýda austenitiň düzümi SE çyzygy boýunça üýtgeýär.

900°C temperaturada austenitde uglerodyň möçberi R nokada laýyk geler, ýagny 1,25%-e barabar bolar.

1147 °C-dan 900°C-a çenli sowadylanda artykmaç austenitden agramy boýunça näçe ikinji sementitiň bölünip çykmagyny kesgitleliň. 900°C temperaturada austenitdäki uglerodyň möçberi 1,25 %-e deňdir (R nokat) sementitdäki uglerodyň möçberi bolsa 6,675-e (T nokat) deňdir. Kesimleriň düzgünine laýyklykda austenit + ikinji sementit garyndysynyň mukdary RT kesimi bilen ikinji sementitiň kristallarynyň mukdary RT kesimi bilen, austenitiň mukdary bolsa UT kesimi bilen häsiýetlendirilýär.

Şeýlelikde austenit + ikinji sementit garyndysynda ikinji sementitiň möçberi şu aşakdaky ýaly bolýar :

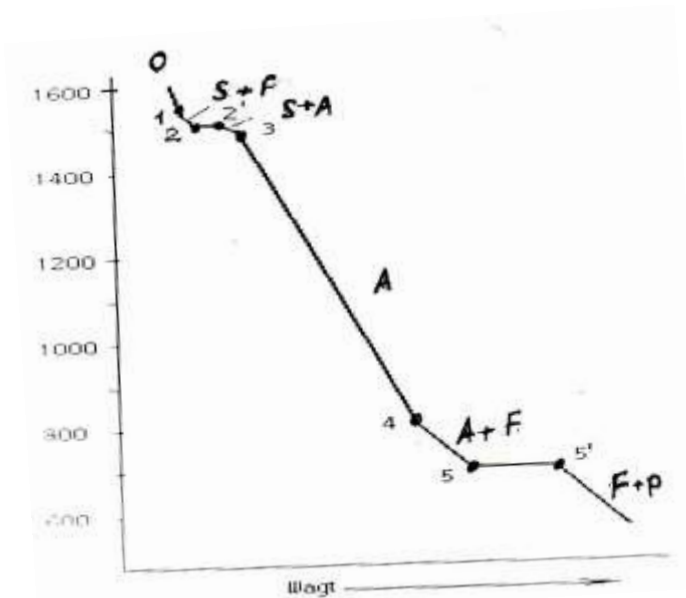
$$Q_{\text{II}} = RU/RT \cdot 100 = (2,14 - 1,25)/(6,67 - 1,2) \cdot 100 = 16,4 \% .$$

Artykmaç austenitden bölünip çykýan ikinji sementitiň agramy ähli çoýnuň agramyna gatnaşygynda şu aşakdaky ýaly bolýar.

$$Q_{\text{II}} = 60,2/100 \cdot 16,4 = 9,87 \% .$$

1147°C-dan 900 °C-a çenli sowadylanda austenitiň otnositel agramy 9,87 % azaldy ýagny, $60,2 - 9,87 = 50,33$ %-e deň boldy.

Şeýlelikde 900°C temperaturada 3 % uglerody saklaýan ak çoýunda splawýň umumy agramyndan ewtektikanyň paýyna 39,8 % artykmaç, austenitiň paýyna 50,33 % we ikinji sementitiň paýyna 9,87 % düşýär.



Demir-uglerod sistemasynyň garyndylarynyň derňewi.

Hal diagrammasy boýunça splawlaryň strukturalary analiz edilende aşakdaky yzygiderligi saklamaklyk maslahat berilýär. Splawyň berlen himiki düzümine laýyklykda wertikal çyzygy geçirýärler. Şu çyzygyň diagrammanyň çyzyklary bilen kesişme nokatlary we kritiki nokatlar bolup, haýsy-da bolsa bir faza öwrülmesiniň başlaýan ýa-da gutarýan temperaturalarynyň bahalaryny görkezýärler.

Kritiki nokatlar boýunça splawyň sowadylyş egri çyzygyny gurýarlar. Sowadylyşynyň aýratyn bölekleriniň analizi splawyň strukturasynyň emele gelşini suratlandyrýar. Sowadylyş egri çyzygynyň gurluşynyň dogrulygy fazalaryň düzgüniniň

($C = K - F + 1$) kömegi bilen barlanylýar.

Kesimleriň düzgünini ulanyp fazalaryň splawyň struktura düzüjileriniň himiki düzümini we islendik temperaturada olaryň oňnositel mukdaryny kesgitleýärler.

Mysal hökmünde iň köp ulanylýan splawlaryň biriniň sowadylyş egri çyzygy we onuň gysgaça beýannamasy

görnüşinde berlen analiziniň netijelerine seredip geçeliň. K_1 splawda 5 sany kritiki nokat bardyr. (5-nji surat). Bu splaw sowadylanda bolup geçýän prosesler şu aşakdaky görnüşde bolýar:

K_1 splawyň sowadylyş egri çyzygy.

0-1- suwuk splawyň sowamagy.

0-2- Suwuk splawdan ferritiň kristallarynyň bölünip çykmagy.

2-2¹- peritektiki öwrülme: 1-2 nokatlar aralygynda emele gelen ferritiň kristallary suwuk ergin bilen özara täsir edişýär we austenite öwrülýär.

Peritektiki öwrülmäniň gysgaça ýazgysy:



Bu ýerde: F_H – H nokatdaky uglerodyň konsentrasiýasyny saklaýan ferrit;

L_B – B nokadyň konsentrasiýasyndaky suwuk splaw;

A_j – I nokadyň konsentrasiýasyndaky austenit.

Peritektiki reaksiýasyna gatnaşýan fazalaryň temperaturalarynyň we konsentrasiýalarynyň hemişelik bolmagy şu aşakdaky ýaly fazalar düzgünini talap edýär:

$$C = K - F + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$$

2¹-3 – peritektiki öwrülmesinden soň galýan suwuk splawdan austenitiň kristallaşmagy.

Austenitiň kristallarynyň dowam edýän ösüşi temperatura aralygynda bolup

geçýär, çünki öwrülmä iki faza gatnaşýar : $C = 2 - 2 + 1 = 0$.

3-4 - austenitiň sowamagy.

4-5 - austenitden ferritiň kristallarynyň bölünip çykmagy.

Şu nokatlaryň arasynda sistema bir erkinlik derejesine eýedir. ($C = 2 - 2 + 1 = 1$), diýmek fazalaryň sanyny üýtgetmän saklamak üçin diňe bir deňagramlylyk faktoryny ýa temperaturany, ýa-da konsentrasiýany üýtgedip bolar.

5-5¹ - ewtektoida öwrülmesi. Bu öwrülme gaty fazadan, ýagny saklanyp galan austenitden, perlit diýlip atlandyrylýan iki fazanyň (ferritiň we sementitiň) mehaniki garyndysynyň emele gelmegi bilen gutarýar. $C = 2 - 3 + 1 = 0$ fazalar düzgüni ewtektoida öwrülmesine gatnaşýan fazalaryň temperaturalarynyň we konsentrasiýalarynyň hemişelik bolmagyny talap edýär.

5¹-6 – ferritiň himiki düzümi PQ çyzygy boýunça üýtgeýän gaty splawyň sowamagy. Splawyň ahyrky strukturasy – ferrit + perlit (F+P).

Kesimleriň düzgüni boýunça fazalaryň himiki düzümini we olaryň oňositel mukdaryny kesgitlep bolýar. Mysal üçin 1-2 nokatlar aralygynda T₂ temperaturada mn kononany geçirip, alýarys:

- deňagramly haldaky uglerodlarynyň konsentrasiýalary, konsentrasiýalar okundaky m we n gabat gelyän ferritiň kristallary we suwuklyk.
- Ferritiň kristallarynyň mukdary $\ln/mn \cdot 100 \%$ - e deňdir.
- Suwuk splawyň mukdary $ml/mn \cdot 100 \%$ - e deňdir.

Barlag soraglar.

1. Demirň häsiýetlerini sanap geçiň.
2. Uglerodyň nähili allotropik görnüşleri bar.
3. Demir-sementit ulgamynyň gurluşyny düzüjilerini aýdyň.
4. Demir-sementit ulgamynyň nähili fazalaryny bilýärsiňiz.
5. Austenit, ferrit we sementit gurluş düzüjilerini häsiýetlendirin.
6. Grafitten perlidiň we ledeburidiň aýratynlygy nämenden ybarat.
7. Demir-sementit ýagdaý diagrammasynyň esasy çyzyklaryny görkeziň.
8. Demir-sementit ýagdaý diagrammasynyň esasy nokatlar boýunça häsiýetlendirin.

3. Uglerodly polatlar.

3.1. Poladyň düzüminde hemişe gabat gelýän garyndylar.

Özlerinde uglerody 2,14 %-den az saklaýan demir-uglerod splawlaryna polatlar diýilýär.

Uglerodly polatlary şu aşakdaky alamatlary boýunça toparlara bölýärler:

- a) deňagramly ýagdaýyndaky strukturasy boýunça;
- b) ulanylyşy boýunça;
- c) öndürilişiniň usuly boýunça.

Uglerodly polatlaryň düzüminde uglerod, kremniý, marganes, kükürt, fosfor, azot, kislorod we wodorod hemişe bolýarlar. Olara hemişelik garyndylar diýilýär we poladyň häsiýetlerine dürli täsir edýärler. Hemişelik garyndylar peýdaly (marganes, kremniý) we zyýanly (galanlary) görnüşlere bölünýär.

3.2. Garyndylarynyň poladyň häsiýetlerine täsirleri.

Uglerodyň düzüminde saklanyşyna baglylykda poladyň mehaniki häsiýetleri güýçli üýtgeýär. Düzüminde uglerodyň – 1% çenli ortaça poladyň gatylygy (HB), süýnmeclige berklik çägi (δ_B) we maýyşgaklyk çägi ($\delta_{0.2}$) ýokarlanýar, deňeşdirme daralmasy (Ψ) we ugry kabul edijiligi (a_n) bolsa peselýär.

Düzüminde bar bolan uglerod poladyň tilsimaty häsiýetlerine täsir edýär. Onuň düzüminde artmagy bilen kesip bejermek gowulaşýar we taplanyşy, gaty gyzmaklyga duýgurdyr, kebşirlenişi ýokarlanýar.

Kükürt – zyýanly garyndydyr we demirde eremeýär. Ol kükürt FeS (kükürtli demir) himiki birleşmesini emele getirýär. Ol hem öz gezeginde demir bilen eremek gyzygynlyk derejesi 985...988 °C bolan ewtektikany döredýär. Polat gatanda ewtektika däneleriň töwereginde ýeňil ereýän gabyk görnüşinde ýerleşýär. Ewtektikanyň bolmagy, düzüminde

kükürt ýokary bolan polatlaryň gyzgyn işlenilip bejerilende (ýençgilemek, sozmak we ş.m.), gyzgyn döwülgenligiň ýüze çykmagyna sebäp bolýar. Basyş bilen işlenip bejerilmezden ön gyzdrylanda ewtektika döreyär, onuň netijesinde däneleriň arabaglanyşygy ýityär we jaýryklar döreyär. Kükürdi poladyň plastikliğini, berkligini, sürtülmekele garşylygyny we poslamaga durnuklylygyny peseldýär, ýöne likwasiýany güýçlendirýär. Poladyň düzüminde kükürt 0,05 % ýokary bolmaly däl.

Fosfor – poladyň sowuk döwülgenligini artdyrýar (kadaly gyzgynlyk derejesidäki portluk). Ol plastikliگی we kabul edijiligi ýaramazlaşdyrýar. Fosfor ferritde ereýär we poladyň berkligini ýokarlandyrýar. Düzümindäki fosfor 0,1 % ýokary bolsa, poladyň sowuk döwülgenligi güýçli artýar. Fosfor polat kristallaşanda likwasiýa uly meýilliligi bolýar. Bu bolsa poladyň düzüminde onuň 0,1 % az bolan ýadaýynda hem fosfora baý aýry-aýry zolaklaryň döremegine getirýär.

Marganes – poladyň düzümine ony turşatmak, ýagny demiriň zakisiniň zyýanly garyndylaryny aýyrmak üçin goşýarlar. Marganesiň kükürdiň zyýanly täsirini bitaraplaşdyrýar, ferritde we sementitde ereýär. Marganes poladyň häsiýetlerine äşgär täsir etmek bilen onuň berkligini ýokarlandyrýar we käbir beýleki häsiýetlerini üýtgedýär. Poladyň düzüminde marganes 0,8%-den ýokary bolmaly däl.

Kremniý adatça düzüminde 0,5% köp bolmaýar we poladyň berkligini ýokarlandyrýar. Ol hem polady turşadýar. Kremniý gurluşda ýüze çykaryp bolmaýar, çünki ol ferritde ereýär.

Azot, kislorod we wodorod polatda az mukdarda gaz görnüşli ýagdaýda, gaty erginde ýerleşýär we dürli metal däl birleşmeleri (nitridler, oksidler) emele getirýär. Agzalan garyndylaryň düzüminde azdyr (wodorod – 0.0003...0,0007; azot – 0,004...0,006; kislorod – 0,005...0,008%), şol sebäpleri olaryň köp häsiýetlere bolan täsiri ujypsyzdyr, emma olar poladyň urgy kabul edijiligini peseldýär we sowuk

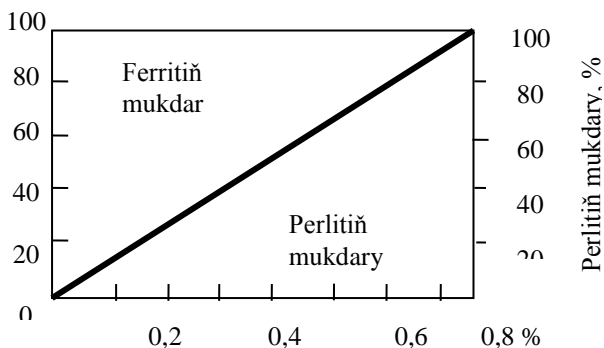
döwülgenligiň bosagasyny güýçli ýokarlandyrýar.

Ýokarda aýdylyp geçilişi ýaly uglerodyň möçberiniň köpelmegi bilen poladyň strukturasy ferritden ($C = 0,02 \%$) perlit bilen ikinji sementite çenli ($0,8 \%$ C , $2,14 \%$) üýtgeýär: ferrit ýokary çeýelige, pes berkligi we pes gatylyga ($80 \dots 90$ HB) eýedir. Sementit aşa gatydyr ($700 \dots 800$ HB) we portdyr. Berkligiň çägininiň (σ_B), gatylygyň (HB), otnositel uzalmasynyň (δ), otnositel gysylmasynyň (Ψ) we urgy şepbeşikliginiň (α_H) uglerodyň möçberine baglylygynyň grafigi 6-nji suratda görkezilendir.

Strukturada erkin sementitiň ýüze çykmagy bilen uglerodly poladyň berkligi peselip başlaýar.

Ýakylan ewtektoida çenli polatlarda perlit bilen ferritiň arasyndaky mukdar gatnaşygy polatdaky uglerodyň möçberine baglydyr. Uglerodyň möçberiniň artmagy bilen proporsionallykda perlitniň mukdary artýar.

Ferrit uglerody praktiki eretmeýär ýagny uglerody özünde saklamaýar diýip, 100% -li perlitniň strukturasynda bolsa $0,8 \%$ uglerod bar diýip, hasap edip islendik ewtektoida çenli polatdaky uglerodyň möçberini kesgitlep bolýar. Munuň üçin mikroskopyň kömegi bilen struktura düzüjileriniň arasyndaky gatnaşygy kesgitlemeli we ýönekeýje proporsiýany çözmeli:



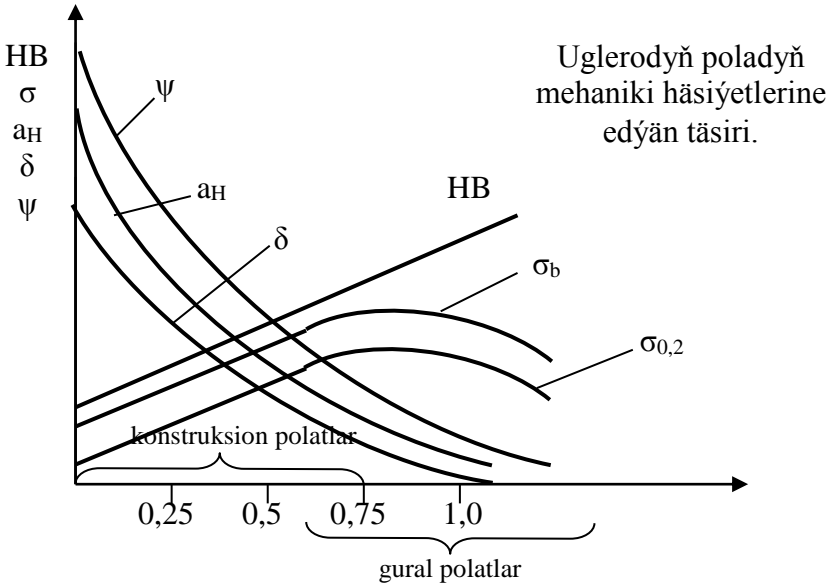
Ewtektoida çenli polatlardaky struktura düzüjileriniň uglerodyň möçberine baglylykdaky gatnaşygy.

0,8 % C - 100 % perlitde

X % C - P % perlitde

bu ýerde: Π – mikroskopyň kömegi bilen kesgitlenilen, polatdaky perlitniň mukdary (synag edilýän şlifiň üst meýdanynyň perlit bilen eýelenen bölegi, %).

Onda $X = 0,8 P / 100$, %;



Ewtektoidadan soňky uglerodly polatlardaky uglerodly möçberini şu aşakdaky formula bilen hasaplap bolar.

$$X = 0,8 P + 6,67 S / 100, \%$$

bu erde: S – mikroskopyň kömegi bilen kesgitlenilen polatdaky sementitiň mukdary, %.

3.3. Uglerodly polatlaryň toparlara bölünişi.

Polat öndürilişine, himiki düzümi, turşatmagyň usuly, wezipesi, hili we gurluşy boýunça bölünýärler.

Öndüriliş usuly boýunça marten, kislorod–konwertor, bessemerow, tomasow we elektrik polat görnüşli polatlary tapawutlandyýar.

Turşatmagyň şerti we derejesi boýunça rahat, gaýnaýan we ýarym rahat polatlar bolýar. Rahat polatlary peçlerde, soňra susakda doly turşatmak arkaly alynýar. Gaýnaýan polatlar doly turşadylmaýar. Ýarym rahat polatlar aralyk görnüşdäki polatlardyr. Olar has giňden ulanyp başlanandyr.

Himiki düzümi boýunça uglerodly polatlar az uglerodly (düzümindäki uglerod 0,3% çenli), orta uglerodly (uglerod 0,3...0,6 % aralykda) we ýokary uglerodlylara (uglerod 0,6 % ýokary) bölünýärler.

Wezipesi boýunça uglerodly polatlar konstruksiýa we gural görnüşlere bölünýär. Konstruksiýa uglerodly polatlar, öz gezeginde , gurluşyk (düzümindäki uglerod 0,3% çenli) we maşyn gurluşygy (uglerod 0,5% çenli) görnüşleri bolýar. Gural polatlary kesiji, ölçeýji we şamp gurallary üçin öndürilýär.

Poladyň hili boýunça adaty hilli ($S < 0,06\%$; $P < 0,04\%$), hilli ($S < 0,04\%$; $P < 0,04\%$) we ýokary hilli ($S < 0,03\%$, $P < 0,03\%$) bolan polatlara bölünýär.

Taplama ýagdaýdaky gurluşy boýunça uglerodlaşan polatlar ewtektoida çenli, ewtektoida, ewtektoidadan soňky görnüşlere bölünýärler.

Uglerodly polatlaryň adaty hilli, ýokary hilli we awtomat görnüşleri standartlaşdyrylandyr.

Uglerodly polatlaryň strukturalary boýunça toparlara bölünýärler. Demir-uglerod hal diargammasynyň polatlar bölegindäki strukturalar ýakylan (deňagramly) ýagdaýyndaky ýagny haýal sowadylandan soňky ýagdaýyndaky uglerodly poladyň strukturasyna gabat gelýär.

Deňagramly ýagdaýyndaky uglerodly polatlar strukturalary boýunça şu aşakdakylara bölünýärler:

a) Ewtektoida çenli uglerodly polatlar özlerinde uglerody 0,02 %-den 0,8 %-e çenli saklaýarlar. Bu polatlaryň strukturasyny ferritiň açyk reňkli dänelerinden we perlitniň

garamtyl dänelerinden ybaratdyr. Bu polatlarda perlitniň mukdary uglerodyň möçberine proporsionallykda üýtgeýär.

b) Ewtektoida polady-özünde 0,8 % uglerody saklaýar. Bu poladyň strukturasy perlitden ybaratdyr. Perlitniň däneleri ferritiň we sementitiň gezekleşip gelyän plastinkalaryndan durýarlar.

ç) Ewtektoidadan soňky polatlar özlerinde uglerody 0,8 %-den 2,14 %-e çenli saklaýarlar. Bu polatlaryň strukturasy perlitden we ikinji sementitden durýar. Haýal sowadylanda austenitiň däneleriniň serhetlerinde mikroskopyň astynda tor görnüşli bolup görünýän gaty we port gabygy emele getirýän ikinji sementitiň kristallaşmagy bolup geçýär. Sementit hem edil ferrit ýaly azot kislotasynyň (HNO_3) 4 %-li spirdäki ergini bilen zäherlenilende ak reňki saklaýar. Sementiti ferritden tapawutlandyrmak üçin ýörite zäherleýji ergini-natriýniň (aşgar) nitraty ulanylýar. Natriýniň nitraty diňe sementiti garamtyl reňke boýaýar. Ýöne ferrite düýp göter täsir etmeýär.

d) Tehniki demir diýlip atlandyrylan özlerinde uglerody 0,02 %-e çenli saklaýan demir bilen uglerodyň splawlary. Bu splawlaryň strukturasy ferritiň dänelerinden we olaryň serhetlerinde jemlenen az mukdardaky üçünji sementitden ybaratdyr.

Detallaryň, gurluşlaryň, desgalaryň ol ýa-da beýleki toparlaryndan edilýän talaplary hasaba alyp uglerodly polatlary ulanylyşy boýunça şu aşakdaky toparlara belleýärler:

Gurluşyk polatlary – uglerody 0,2 %-den 0,37 %-e çenli saklaýarlar.

Maşyn gurluşyk ýa-da konstruksiya polatlary – özlerinde uglerody 0,85 %-e çenli saklaýar.

Taýýar detallary üçin ulanylýan gutarnykly termiki işläp bejermeklige baglylykda şu toparyň polatlary öz gezeginde birnäçe toparlara: sementitleşdirilýänlere (0,3 %-e çenli C) we aram gowşadylanlara ýa-da resor-pružin polatlaryna (0,5...0,85 % C) bölünýärler.

Ýakylan ýagdaýyndaky strukturalary boýunça gurluşyk

we maşyn gurluşyk polatlary strukturasy ferritden we perlitden ybarat bolan ewtektoida çenli polatlara degişlidirler. Perlitniň mukdary polatdaky uglerodyň möçberine proporsionallykda artýar.

3.4. Adaty hilli uglerodly polatlaryň toparlary.

Adaty hilli uglerodly polatlardan gyzgyn sozylan sozmalar (pürsler, simler, şwellerler, burçlar, listler, turbalar), gurluşyk konstruksiýalar, armatura we maşynlaryň detallaryny ýasaýarlar.

Wezipesine we kepillendirilýän häsiýetlerine baglylykda adaty hilli polatlar üç topara bölünýärler:

A - kepillendirýän mehaniki häsiýetli;

B - himiki düzümi kepillendirilen;

B - mehaniki häsiýetleri we himiki düzümi kepillendirilen;

Bu toparlara polatlaryň aşadaky markalary girýär:

A – Cт 0, Cт 1, Cт 2, Cт 3, Cт 4, Cт 5, Cт 6.

Б – БCт 0, БCт 1, БCт 2, БCт 3, БCт 4, БCт 5, БCт 6.

В – БCт 0, БCт 1, БCт 2, БCт 3, БCт 4, БCт 5.

Hemme toparlardaky 1, 2, 3 we 4 nomerli polatlary turşatmagyň derejesine baglylykda gaýnaýan, ýarym rahat we rahat; 5 we 6 - ýarym rahat hem-de rahat öndürilýär.

Markalaryň nomeri 3 we 4 bolan ýarym rahat polatlar düzüminde marganesi adaty we ýokary saklaýar. Markalary Cт 0 we БCт 0 turşadylmak derejesi boýunça bölünmeýärler.

Turşamak derejesini poladyň şertli belliginde indeks bilen görkezýär; кп –geýnaýa; пс - ýarym rahat; сп – rahat polat (mysal üçin Cт 3пс). Düzüminde marganes ýokary bolan ýarym rahat polatlarda, nomerinden soň Г harpy görkezilýär (mysal üçin Cт 3Гпс).

Polatlary harp – san belgilerinden başgada ýuwulyp aýrylmaýan reňkler bilen belgilenýär. Toparyna we turşamagyň

derejesine seretmezden aşakdaky reňkler peýdalanylýar: Cт 0 – gyzyl we ýaşyl; Cт 1 – ak we gara; Cт 2 – sary; Cт 3 – gyzyl; Cт 4 - gara; Cт 5 - ýaşyl; Cт 6 – gök.

Polatdaky garyndylaryň möçberi we ýaýraýşy onuň öndürilişiniň usulyna baglydyr, diýmek poladyň häsietleri hem onuň öndürilişine baglydyr.

Öndürilişiniň usuly boýunça uglerodly polatlar üç topara bölünýärler: adaty hilli uglerodly (ýönekeý) polatlar, oňat hilli uglerodly polatlar we ýokary hilli uglerodly polatlar.

Adaty hilli uglerodly polatlar esasy we turşy konwerterlerde ýa-da uly marten peçlerinde eredilip alynýar.

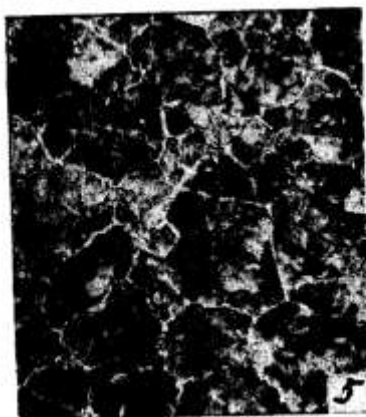
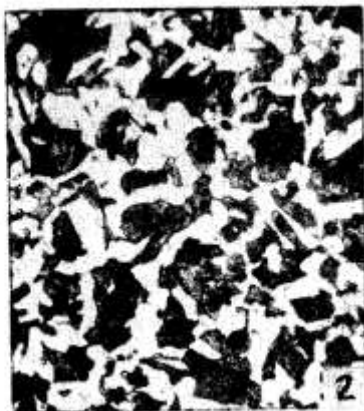
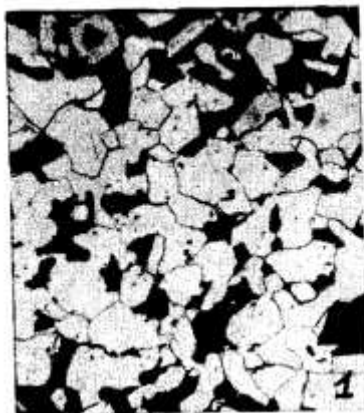


Рис. 133. Микроструктура стали
с 0,2 % С (а); 0,4 % С (б); 0,6 % С
(в); 0,8 % С (г); 1,2 % С (д)

Ulanylýan ýerlerine görä we TDS-y bilen kepillendirilýän häsiýetlerine görä adaty hilli uglerodly polatlar A, B we B toparlara bölünýärler.

A toparynyň polatlarynyň mehaniki häsiýetleri – berkliginiň çägi (σ_B) otnositel uzalmasy (σ) we başg. TDS tarapyndan kepillendirilendir. Bu toparyň polatlarynyň şu aşakdaky markalary goýberilýär: CT0, CT1, CT2,..., CT6. Bu polatlar gyrgyznlygyna basylyp işlenip bejerilýän detallar üçin niýetlenendir.

B toparynyň polatlarynyň himiki düzümi kepillendirilendir. Bu polatlar marten, konwerter we bessemer usullary bilen öndürilýär. Bu toparyň polatlarynyň şu aşakdaky markalary goýberilýär: BCT0, BCT1, BCT2,..., BCT6. Bu polatlar detallary gyrgyznlygyna basyp işläp ýasamak üçin we kebşirlenen konstruksiýalar üçin niýetlenendir.

TDS-y B toparynyň polatlarynyň hem mehaniki düzümlerini köpeldýär. Bu polatlar marten we konwertler usullary bilen eredilip alynýar. Bu toparyň polatlarynyň şu aşakdaky markalary goýberilýär: BCM1, BCM2, ..., BCM5.

3.5. Hilli uglerodly polatlaryň markalary.

Uglerodly hilli polatlar diňe düzüminde marganes kadaly gaýnaýan, ýarym rahat we rahat görnüşde marten we elektrik peçlerde eredilip öndürilýär. Poladyň markalaryndaky sanlar (05, 08, 10, ..., 20, 25, ..., 85) uglerodyň göterimiň ýüzden bir bölegindäki düzümindäki mukdaryny aňladýar.

Uglerodyň hilli polatlarda adaty hilliden birmeňzeşligi, kükürtden, fosfordan we metal däl garyndylardan has arassalygy hem-de düzümindäki uglerodyň kiçi çäklerde bolmagy bilen artykmaçdyr.

Az uglerodly polatlar (05, ..., 25) termiki işlenip bejerilmeýär, diňe sementirleme peýdalanylýar. Olar gowy kebşirlenýär we galyplanyp çykarylýar. Orta uglerodly polatlar (30, ..., 55) esasan termiki işlenip bejerilen ýagdaýda

peýdalanylýar. Polatlar 10, ..., 50 hem sowuk sozylan takyk ölçegli simler görnüşinde ulanylýar. Sozylmak netijesinde olaryň üstki gatlaklary dykzylanmak bolup geçýär. Şu hadysa polatlaryň berkligini artdyrýar, emma plastikligini peseldýär. Iň ýokary berkleşmek ýuka kesiklerde (simler, ýuka listler we ş.m.) gazanylýar. Sowuk sozylan takyk ölçegler polatlaryň ulanylmagy köplenç zähmet talap edýän mehaniki işläp bejermek operasiýalary aradan aýyrýar.

Hilli uglerodly polatlara markalaryna görä aşakdaky ýuwulyp aýrylmaýan reňkler bilen bellenilýär: 08...20 – ak; 25...40 – ak we sary; 45...85 – ak we goňur.

Oňat hilli uglerodly polatlar esasy marten peçlerinde eredilip alynýar. Bu polatlar uglerodly hem legirlenen bolup bilerler. Adaty hilli uglerodly polatlarda garymynda bu polatlara ýokary talap bildirilýär. Mysal üçin, bu polatlara zyýanly garyndylaryň mukdary köp bolmaly däl (kükürt we fosfor 0,04 %-den köp bolmaly däl). Ulanylyşy boýunça bu polatlar – gurluşyk, konstruksiýa we gural polatlary bolup bilerler. Mysal üçin, konstruksiýa polatlary şu aşakdaky markalarda göýberilýär: 05кп, 08кп, 10кп, 10,15кп, 15...30, 35, 40, ...85.

Sanlar göterimiň ýüzden bir böleginde polatlardaky uglerodyň möçberini görkezýärler., кп – gaýnaýan polat. Mysal üçin Stal 30 – oňat hilli uglerodly poladynda 0,30 % uglerod bardyr.

Uglerodly gural polatlary Y harpy bilen we göterimiň ondan bir böleginde uglerodyň möçberini görkezýän sanlar bilen belgilenýär. Y 7, Y 8...Y 12. Eger uglerodly gural poladynyň iň soňunda A harpy goýulsa onda ol şol gural poladynyň ýokary hillidigini görkezýär.

Ýokary hilli uglerodly polatlar turşy we esasy marten peçlerinde eredilip alynýar. Bu polatlarda zyýanly garyndylaryň möçberi berk çäklendirilendir (kükürt 0,02 %-den, fosfor bolsa 0,03 %-den köp bolmaly däl). Bu polatlar hem oňat hilli uglerodly polatlaryň belgilenişi ýaly belgilenýär,

ýöne belgilenişiniň soňunda A harpy goýulýar. A harpy poladyň ýokary hillidigini görkezýär.

Bu polatlar hem ulanylyşlary boýunça oňat hilli uglerodly polatlaryňky ýaly toparlara bölünýärler.

3.6. Awtomat polatlaryň häsiýetleri we ulanylýan ýerleri.

Awtomat polatlar az güýç kabul edýän detallary, esasan boltlar, gaýkalar, wintler we ş.m. olar çalt ýöreyişli awtomatlaşdyrylan stanoklarda işlenip bejerilýär. Şu ýerden polatlaryň awtomat ady gelip çykýar.

Awtomatlaşdyrylan polatlar kesip işlenip bejermeklige amatlydyr, şonda ýokary hilli üstler alynýar. Olaryň tapawutly häsiýetleri düzüminde kükürdiň (0,05...0,30 %) we fosforyň (0,05...0,15 %) ýokary bolmagy bilen baglanyşykly. Kükürdi awtomat polatlarynda marganesiň sulfidi (MnS) görnüşinde ol, sozulmagyň ugrunda süýnen garyndylar emele gelýär. Bu garyndylar gysga we döwürly ýonuşgalar döredýär. Olar ýonuşga bilen guralyň arasyndaky sürtülmäni azaldýar. Fosfor awtomat poladyň gatylygyny we berkligini ýokarlandyrýar, ýöne plastikligini peseldýär. Bu bolsa kesilip işlenip bejerilen üstüň ýalpyldawuk tekiz bolmagyna ýardam edýär.

3.7. Awtomat polatlaryň markalanylyşy.

Awtomat polatlar A harpy bilen belgilenýär, ondan soňra düzümindäki uglerodyň orta mukdaryny, göterimiň ýüzden bir böleginde görkezilýän sanlar gelýär. Γ harpy bolsa düzüminde marganesiň ýokarydygyny görkezýär.

Awtomat polatlar himiki düzümine baglylykda alty topara bölünýärler: uglerodly kükürtli (A11, A12, A20, A30, A35, A40Γ); uglerodly gurşunly (AC14, AC40); uglerodly kükürt selenli (A35E, A45E); hromly kükürtli – selenli (A40XE);

Kükürt – marganesli gurşunly (AC35Γ2, AC45Γ2); legirlenen

gurşunly (AC12XH, AC14XГH, AC19XГH, AC20XГHM, AC30XГM, AC30XM AC40XГHM).

Polat CM12 kesiji gural bilen işlenip bejerilende etalon hökmünde, ýagny 100% edilip alynýar. Polatlar A20 işlenip bejerilende 80...90%, A30 – 80% we A40Г- bolsa 70% deňdir.

Barlag soraglar.

1. Hemişelik garyndylar näme?
2. Näme üçin hemişelik garyndylar peýdaly we zyýanly toparlara bölünýär?
3. Marganesiň we kremniýniň garyndylarynyň uglerodly polatlara täsiri nähili?
4. Uglerodly polatlaryň toparlara bölmegiň ugurlaryny aýdyň.
5. Nähili uglerodly poladyň standartlaşdyrylan görnüşleri bar?
6. Adaty hilli uglerodly polatlaryň haýsy markalaryny bilýärsiňiz?
7. Hilli uglerodly polatlar nähili belgilenýär?
8. Awtomat polatlaryň toparlaryny we markalaryny aýdyň?

4. Çoýunlar.

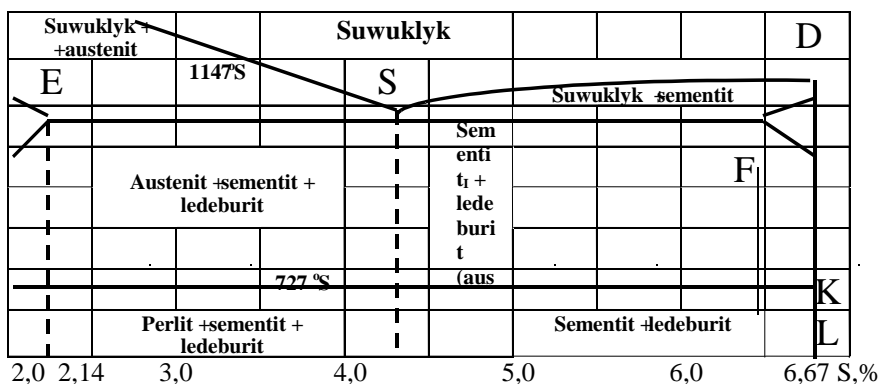
4.1. Çoýunlar we olaryň gurluşy.

Düzüminde 2,14 % uglerod bolan demriň uglerod bilen erginlerine çoýunlar diýilýär. Gurluşy boýunça çoýunlar düzüminde grafit bolan (çal, ýokary berklikli we sozulan çoýunlar) we düzüminde grafit bolmadyk (ähli grafiti sementit bilen baglanan ak çoýunlar).

Himiki düzümi boýunça çoýun poladyň özünde uglerodyň hem-de hemişelik garyndylar bolan kremniýniň we marganesiň ýokary möçberlerini saklaýanlygy bilen tapawutlanýar. Çoýun maşyn gyrluşygynda guýma material hökmünde giňden ulanylýar. Çoýnuň mehaniki häsiýetleri poladyňka garanynda pesdir, ýöne onuň oňat tehnologik häsiýetleri ony dürli detallary guýup almak üçin ýaramly edýär.

Özlerindäki uglerodyň ýagdaýyna görä çoýunlar iki topara bölünýärler: I – özlerindäki uglerodyň hemmesi baglanyşan ýagdaýynda (sementit ýa-da beýleki karbitler, gaty erginler mehaniki garyndylar görnüşinde) bolýan çoýunlar. II – özlerindäki ähli uglerod ýa-da onuň bir bölegi erkin ýagdaýynda – grafit görnüşinde bolýan çoýunlar.

Çoýunlaryň birinji toparyna ak çoýunlar degişlidirler. Bu çoýunlaryň döwügi ýalpyldawuk, ak reňki bolýar. Ak çoýunlar örän port we gaty bolýar, hem-de olaryň kesiji gural bilen mehaniki işlenip bejerilmek ukyby pes bolýar. Ak çoýunlar maşyn gurluşygynda seýrek ulanylýar. Olar gaýtadan işlenip polady ýa-da ýenjilýän çoýny almak üçin ulanylýar. Ak çoýunlaryň strukturasý demir-uglerod hal diagrammasyndaky çoýunlaryň strukturasyna gabat gelýär. Bu struktura özünde uglerody 2,14-den köp saklaýan demir-uglerod splawlary guýulan netijesinde emele gelýär.



Demir-uglerod hal diagrammasynyň çöýunlara degişli bölegi.

Demir-uglerod hal diagrammasynyň çöýunlara degişli bölegi suratda görkezilendir

Strukturalary boýunça ak çöýunlar şu aşakdaky toparlara bölünýärler:

a) ewtetika çenli ak çöýunlar, özlerinde 2,14 %-den 4,3 %-e çenli uglerody saklaýarlar. Doly sowadylandan soň bu çöýunlaryň strukturasy perlitden (P), ikinji sementitden (S_{II}) we ledeburitden (L) durýar, ýagny $P + S_{II} + L$.

Ledeburit düzüjisi üstünde garamtyl perlit bölekleri deň ölçegli ak reňkli sementit meýdanyndan durýar. Perlit garamtyl däneleri emele getirýär. Ikinji sementitiň bir bölegi aýyk reňkli bolup perlitiň däneleriniň serhetlerine bölünip çykýar, galan bölegi bolsa ledeburitiň sementiti bilen goşulýar:

b) ewtektiki çöýun, özünde 4,3 % uglerody saklaýar. Onuň strukturasy ledeburitden durýar.

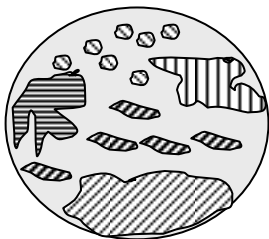
ç) ewtektikadan soňky çöýunlar özlerinde uglerody 4,3 %-den 6,67 %-e çenli saklaýarlar. Olaryň strukturasy ledeburitden we suwuk erginden bölünip çykan birinji sementitiň uly süýri kristallaryndan durýar.

Diýmek, ak çöýunlaryň strukturasy polatlaryň strukturasyndan özlerinde ledeburitiň ýa-da ledeburit bilen birinji sementitiň bolmagy bilen tapawutlanýar.

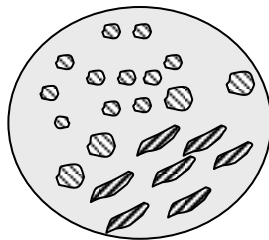
Çoýunlaryň ikinji toparyna çal, ýokary berklikli we ýenjiýän çoýunlar degişlidirler. Bu çoýunlaryň döwügi çal reňkli ýalpyldysyz bolýar. Bu çoýunlaryň strukturasy içinden grafit goşundylary geçýän metal esasyndan durýar. Bu çoýunlar biri-birlerinden diňe bölünip çykan grafitleriniň görnüşleri bilen tapawutlanýar.

Adaty çal çoýunda grafit çylgym, zolak görnüşinde emele gelýär. Şeýle grafitte plastinka görnüşli (ýa-da plastinkaly) diýilýär. Suratda 2 a) grafitiň çylgymy bilen adaty feritli çoýnuň strukturasy görkezilen.

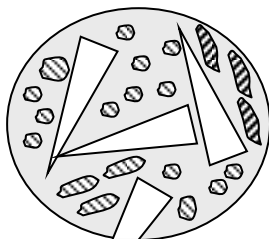
Magnit (ýa-da seýiý) köp goşulman eredilip alnan ýokary berkligi çoýunlarda grafit şar görnüşli bolýar. Suratda 2 b) şar görnüşli grafiti bolan ýokary berklikli çoýnuň strukturasy görkezilen.



a) Ewtektika çenli ak çoýnuň mikrostrukturasy shematik şekillendirilişi.



b) Ewtektiki ak çoýnuň mikrostrukturasy shematik şekillendirilişi.



ç) Ewtektikadan soňky ak çoýnuň mikrostrukturasy shematik şekillendirilişi.

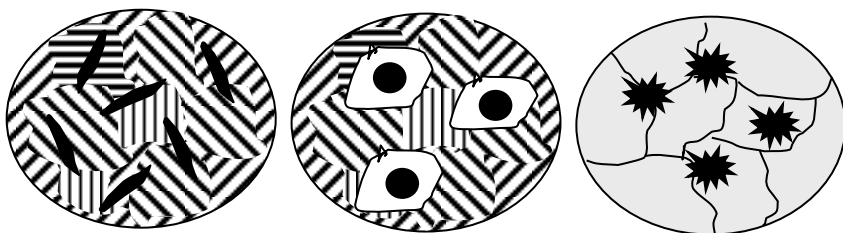
Ak çöýny akmak ýoly bilen alynýan ýenjilýän çöýunlarda grafit übtük görnüşinde bolýar. Grafiti übtük görnüşinde bolan ýenjilýän çöýnuň mikrostrukturasyny suratda 2 ç) görkezilendir.

Metal esasy boýunça (strukturasy boýunça) bu çöýunlaryň ählisi şu aşakdaky toparlara bölünýärler:

a) ferritler – strukturasy ferritden we grafitden ybaratdyr. Baglanyşan uglerodyň mukdary - $C_{bag} = 0,025 \%$, ýagny örän azdyr;

b) ferritli – perlitliler – strukturasy ferritden, perlitden we grafitden ybaratdyr. Baglanyşan uglerodyň mukdary 0,025 %-den 0,8 %-e çenlidir.

ç) perlitliler – strukturasy perlitden we grafitden ybaratdyr. Baglanyşan uglerodyň mukdary - $C_{bag} = 0,8 \%$.



a)

b)

ç)

Grafitleri dürli görnüşde bolan çöýunlaryň mikrostrukturalary shematik şekilledirilişi: a)-çal çöýun; b)-ýokary berklikli çöýun; ç)-ýenjilýän çöýun.

Diýmek, ikinji toparyň çöýunlarynyň strukturasy poladyň strukturasyndan özünde erkin uglerodyň – grafitiň bolmagy bilen tapawutlanýar.

Surtdaky strukturalaryň shemasynda çöýunlaryň metal esasynyň gurluşyna görä we grafitleriniň görnüşlerine görä toparlara bölünüşleri umumylaşdyrylyp görkezilendir.

Şlif zäherlenilenden soň ýüze çykýan metal esasynyň strukturasy gysyladaky berkliginiň çägi, gatylyk iýilmeklige durnuklylyk ýaly häsiýetler bagly bolýar.

Grafit goşundylaryň ýaýraýyş häsiýetine görnüşlerine, ölçeglerine we mukdaryna çoýnuň çeyelik, süýnmeklige garşylygy, iýilmeklige durnuklylyk ýaly häsiýetler bagly bolýar.

Özünde grafitiň bolmagy çoýnuň mehaniki häsiýetlerini pese gaçyrýar, ýöne onuň iýilmeklige garşy durnuklylygyny we wibrasiýany siňdirmeklik ukybyny ýokarlandyrýar.

Çoýnuň grafitleşmek prosesine sowadylyş tizligi, garyndylaryň we legirleýji elementleriň mukdarlary uly täsir edýär.

Sowadylyş tizliginiň ýokarlanmagy sementit görnüşinde baglanyşan uglerodyň bölünip çykmagyna ýardam berýär, ýagny sowadylyş tizligini ýokarlandyryp hat-da ak çoýnuň strukturasyny hem alyp bolýar.

Çoýuna goşulýan ähli elementler şu aşakdaky toparlara bölünýärler:

1) grafitleşmeklige päsgel berýän elementler (Mn, S, Cr, W, Mo, O₂ we ş.m.) sementit ýa-da başga haýsy-da bolsa bir karbid görnüşinde baglanyşan uglerodyň alynmagyna ýardam berýärler.

2) Grafiti emele getirýän elementler (Si, C, Al, Ni, Cu we başg.) grafit görnüşine erkin ýagdaýyndaky uglerodyň alynmagyna ýardam berýärler.

Kremniý we marganes iň möhüm elementlerdir. Marganesiň hemişelik möçberinde çoýundaky kremniýniň möçberini üýtgedip erkin ýagdaýyndaky uglerodyň dürli mukdarlaryny ýagny, dürli grafitleşmek derejelerini alýarlar.

Çoýunlar şu aşakdaky tertipde belgilenilýär:

1) Çal çoýunlar yzynda süýndürilendäki berkliginiň çäginini görkezýän sanlar ýazylýan SÇ harplary bilen belgilenýär. СЧ– rusça “Серый чугун”– türkmençe “Çal çoýun” diýmekligi aňladýar. Mysal üçin: СЧ 25. СЧ – çal çoýun, 25– süýndürilendäki berkliginiň çägi– 25 kgs/mm² (245 MPa).

2) Ýokary berklikli we ýenjilýän çoýunlar deňşlilikde

ВЧ we KC harplary bilen belgilenilýär. BC– rusça “Высоко прочный чугу́н”, türkmençä terjimesi “Ýokary berklikli çouýun” diýmekligi aňladýar. KC– rusça “Ковкий чугу́н”, türkmençe terjimesi “Ýenjilýän çouýun” diýmekligi aňladýar. Harplaryň yzynda süýndürilendäki berkliginiň çägin kg/mm^2 – da we otnositel uzalmasyny görterimlerde görkezýän sanlar ýazylýar. Mysal üçin BC 45-5, BC- ýokary berklikli çouýun, 45-süýndürilendäki berkliginiň çägi, $45\text{-kg/mm}^2(441 \text{ MPa})$; 5-otnositel uzalmasy, 6 %, KC 30-6, KÇ- ýenjilýän çouýun, 30–süýndürilendäki berkliginiň çägi, $30 \text{ kgs/mm}^2 (294 \text{ MPa})$.

4.2. Çouýnuň grafitleşmek prosesi.

Grafitiň demriň uglerod bilen erginlerinde kristallaşma (bölünip aýrylma) prosesine grafitleşmek diýilýär. Grafitiň suwuk ergininden, şonyň ýaly-da gaty erginden (austenitden) hem bölünip aýrylyp bilýär.

Çouýnuň suwuk fazadan grafitleşmegi grafit ulgamynyň diagrammasyna görä bolup geçýär. Çyzyk CD aşakda ilkinji grafit, ewtektik çyzyk ECF boýunça – ewtektiki grafiti, çyzyk SE boýunça ikinji grafit we çyzyk PSK boýunça – ewtektoid grafiti emele gelýärler.

Eger-de kristallaşma prosesinde grafit bölünip aýrylyp ýetişmese we sementit emele gelse, onda grafitleşme gaty ýagdaýda austenit bolup geçip biler. Şonuň bilen birlikde biri-biriniň üstüni basýan birnäçe mikroprosesler görmek bolýar: austenitde sementitiň dargamagy we uglerodyň atomlarynyň austenitde eremekleri; grafitleşmegiň merkezleriniň austenitde emele gelmekleri; austenitde uglerodyň atomlaryny grafitleşmeginiň merkezlerine diffuziýalaşmaklarynyň (garyndylarynyň) ösmegi.

Grafitiň bölünip aýrylmany üçin bellenilen kiçi tizlikli sowamaly. Şunuň bilen birlikde gyzgynlyk derejesi näçe kiçi bolsa, sowamaklyk hem şonça haýal bolmalydyr. Sowamaklyk aýratyn hem haýal bolmaly, haçanda austenit ewtektoidada darganda grafiti bölüp çykarýar .

4.3. Ak çóýnuň häsiýetleri we gurluşy.

Ak çóýun demir-sementit ulgamynyň ýagdaý diagrammasyna görä kristallaşýar. Ak çóýnuň düzüminde sementitiň köp mukdarda bolmagy netijesinde, ol ýokary gatylyga we portluga eýedir. Şol sebäpli ak çóýun kesmek bilen işläp bejermeklige mümkin däl. Bu çóýun öz adyny döwüginin öçük-ak reňkine görä aldy. Ak çóýun peýdalanylyşy gaty çäklidir.

Kä halatlarda praktikada agardylan çóýun peýdalanylýarlar. Agardylan çóýun diýlip üstki gatlagynyň gurluşy ak çóýun, orta böleginiňki bolsa goňur bolan çóýun guýmalaryna aýdylýar. Ol zolaklarynyň arasynda geçiş gatlagynyň bolmagy mümkin. Agardylmadyk käbir çuňluga (12...30 mm) çenli üst çalt sowadylanda bolup geçýär. Ol çóýun metal formalara guýulanda bolup geçýär. Üstüň ýokary gatylygy (HB 400...500) bolmaly, onyň iýilmäge, aýratyn hem obraziw iýilmäge durnuklylygyň gowy bolmagyna sebäp bolýar. Şol sebäpli agardylan çóýundan tigirler, degirmenler üçin şarlar ýasalýar we ş.m.

4.4. Çal çóýun we onuň görnüşleri.

Çal çóýun döwüginde garamtyl çal reňkli bolýar, sebäbi ähli uglerod ýa-da olaryň bölekleri plastinka şekildäki grafit görnüşe bölünip aýrylýar. Sementiti dargamak derejesine baglylykda ferrit, ferrit - perlit we perlit çóýunlara tapawutlandyryýarlar. Çal çóýnuň gurluşy poladyň gurluşyna meňzeşdir, ýöne onda grafit bardyr.

Goňur ferrit çóýny - gurluşy taýdan erkin we şunuň ýaly-da ledeburitde hem-de perlitde gurluş taýdan baglanyşykly sementitiň doly dargamagy netijesinde alynýar. Çóýnuň düzümi ferritden we grafitden ybaratdyr .

Çal ferrit - perlit çóýuny - az derejede grafitleşmegi bilen häsiýetlendirilýär. Ol gurluşy taýdan erkin we gurluşy

taýdan baglanyşykly sementidiň ledeburitde hem-de az hem-de perlitde dargamagyndan emele gelýär. Netijede gurluş taýdan erkin ferrit döreyär. Çoýnuň düzümi ferritden, perlitden we grafitden ybaratdyr.

Çal perlit çoýny – ledeburitdiň düzümine girýän sementitiň we ikinji sementitiň doly dargamagyndan emele gelýär. Çal perlit çoýny özgermeler doly bolup geçenden soň, ol perlitden we grafitden ybaratdyr.

Çal çoýnuň häsiýetleri metal esasyň gurluşyna we formasyna, grafit galyndylarynyň ölçeglerine hem-de mukdaryna baglydyr. Metal esasda ferrit näçe az bolsa, çoýnuň berkligi şonça ýokarydyr. Grafitiň plastinka şekilli garyndylary metal esasyň birmeňzeşligini bozýarlar we kertikler bolup durýarlar. Iň gowy mehaniki häsiýetlere perlit gurluşy bolan çoýun eýedir. Onda grafit ownuk, endigan plastinkalar şekildedir.

Çal çoýny harplar we sanlar bilen belenilýär. C - harpy çal, Ч - çoýny, harpdan soňky sanlar bolsa dartylyp süýndirilende ortaça wagt garşylygyny aňladýar. Mysal üçin, CЧ 10, CЧ 24 we ş.m.

Kähalatlarda çal çoýunlar guýulmazdan öň, olara ýörite goşmaçalary -modifikatorlary (75% - li ferritli, silizly, silika-kalsiý we başgalar) goşmak arkaly modifisirlenýär. Modifisirlemäni perlit metal esasy çoýun guýmalarynda az mukdarda özbaşdak grafit plastinalaryny almak üçin ulanylýar.

Modifisirleme düzüminde az mukdarda kremniý we ýokary mukdarda marganes bolan çal perlit çoýunlar sezewar bolýarlar. Bu modifikatorsyz gutarylman galan gurluşy bardyr we ledeburitden, perlitden hem-de grafitden ybaratdyr. Onuň düzüminde 2,8..3,3% uglerod bolýar.

Sürtülmä garşy ýörite çoýunlar (ACЧ-1, ACЧ-2, ACЧ-3) bardyr. Olaryň sürtülme koeffisienti kiçidir, şol sebäpli çalgy ýaglary bar bolan şertlerinde işleýän detallar: typyş podşipnigi, wtulkalar we başgalar ýasalanda peýdalanylýar.

Taplanan we normalaşdyrylan wallar bilen jübütde

işlemek için niyetlenen detallar ýasalanda, АСЧ-1 we АСЧ-2 çоýunlar tekliр edilýär. Olaryň düzüminde azyndan 85% perlit bar. Perlit-ferrit çоýundan АСЧ-3. Ýasalan detallar taplanmadyk polat wallary bilen jübütde işlemek için peýdalanylýar. Bu çоýnuň düzüminde 60% töweregi perlit bolýar. Ol bolsa, çоýunyň durnuklylygyny peseldýär.

Sürtülýän detallary ýokary gyзгынlyk derejesinde (mysal için, porşen halkalary) işleýän, düzüminde fosfor ýokary bolan perlit çоýunlardan ýasalýar. Onuň düzümi ýuka plastinaly perlitden, ewtektiki fosfordan we бүtin göwrümi boýunça endigan ýaýran plastinkaly grafitden ybaratdyr.

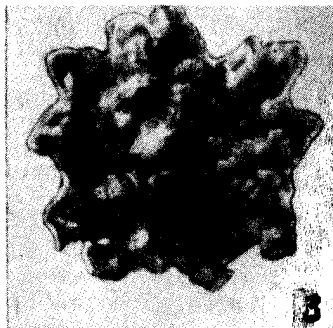
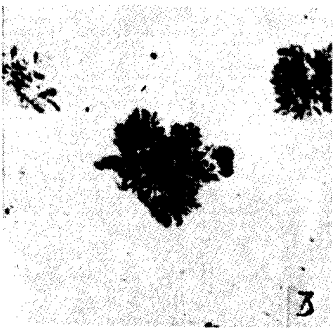
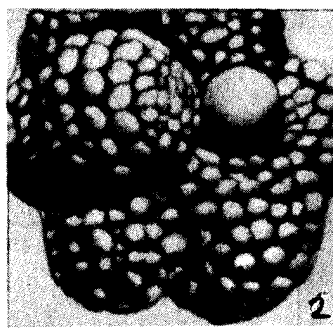
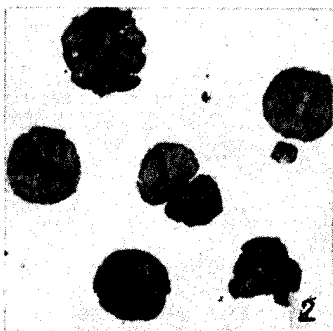
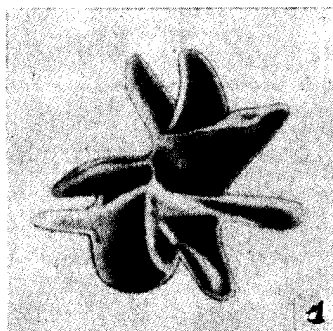
4.5. Ýokary berklikli çоýnuň häsiýetleri.

Ýokary berklikli çоýny magniý ýa-da seriý bilen modifisirlemek arkaly alynýar. Şonuň bilen birlikde çоýunda şar görnüşli (sferoidal) grafit emele gelýär. Ol bolsa çоýnuň berkligini we maýýşgaklygyny ýokarlandyrýar.

Ýokary berklikli çоýun ВЧ harplary bilen belleniýär. Olary mehaniki häsiýetlerine görä, esasy görkezijiler hökmünde dartylyp süýdürilendäki berkliginiň çägi (belligiň birinji sany) we deňeşdirme uzalmasy (ikinci san) bolup durýar.

Ýokary hilli çоýunlar (ВЧ 60-2, ВЧ 45-5, ВЧ 42-12) öz aralarynda metal esaslar bilen tapawutlanýarlar. Ol bolsa çоýnuň dürli berkligini şertlendirýär. Çоýun ВЧ 60-2 gurluşy - perlit, ВЧ 45-5 bolsa ferriit-perlit, ВЧ 42-12 hem ferrit bolup durýarlar.

Bu çоýunlaryň berk we maýýşgak bolmagy, olardan jogapkär detallary ýasamaga mümkinçilik berýär.



Çoýuna grafitiň goşulmagynyň görnüşleri
1) plastinkaly; 2) şar görnüşli; 3) übtük görnüşleri.

4.6. Ýençgelenýan çóýun almagyň prosesi.

Ýençgelenýan çóýun diýlip übtük görnüşli grafitli çóýuna aýdylýar. Ol ak çóýundan gyzdyryp taplamak arkaly alynýar. Onuň üçin ak çóýunuň guýmalaryny $950...1000^{\circ}\text{C}$ çenli gyzdyryp, soňra bolsa dowamly saklap, haýallyk bilen kadaly gyzgynlyk derejesine çenli sowadylýar. Dowamly saklamagyň netijesinde sementit dargap, übtük şekilli grafiti emele getirýär.

Ýençgelenýan çóýunlar KÇ harplary bilen belleniýär. Ondan soňra ýollunmakydaky berklik çäginini we deňeşdirme uzalmasyny görkezýän sanlardan ybarat birlikler ulanylýar (mysal üçin, KÇ 30-6, KÇ 37-12, KÇ 80-1,5).

Ýençgelenýan çóýunlar muftalar, wtulkalar, leňnerler, ýyldyzjyklar we ş.m. ýasalanda peýdalanýarlar.

4.7. Aýratyn fiziki häsiýetli çóýunlar.

Ýokary gyzgynlyk derejeli (100°C töweregi) şertlerde işlemek üçin gyzgynlyga durnukly çóýundan ýasalan detallar peýdalanylýar. Olaryň bu häsiýeti çóýny 2,5 % mukdarda hrom bilen we 6% mukdarda kremniý bilen legirmek arkaly alynýar.

Barlag soraglary.

1. Çóýun näme?
2. Ak çóýunuň nähili häsiýetleri bar?
3. Çal çóýunuň gurluşy boýunça haýsy görnüşlerini bilýärsiňiz?
4. Çóýunuň grafitleşmek prosesi nähili häsiýetleri bar?
5. Çal çóýny näme üçin modifisirleýärler?
6. Ýokary berklikli çóýunlaryň haýsy häsiýetleri bar?
7. Sozulagan çóýun nähili alynýar?
8. Haýsy aýratyn fiziki häsiýetli çóýunlar?
9. Çóýunlaryň şertli bellenişine mysallar getirň?

5. Demir uglerod bilen erginlerindäki faza öwürülmeleri.

5.1. Polady gyzdyrylanda bolup geçýän öwürülmeler.

Adaty gyzgynlygyň derejesinde demir-uglerod erginleriniň gurluşy, ergindäki uglerodyň mukdaryna we GS hem-de SE çyzyklardan aşakdaky sowadylyşyň tizligine baglydyr.

Ýuwaş sowadylmagynyň netijesinde, ewtektoida çenli bolan poladyň ferrit we perlit gurluşlary, ewtektoidlaryň perlit, ewtektoiddan soňkular bolsa perlit we ikinji sementit gurluşlara eýe bolýarlar. Eger bu polatlary kritik gyzgynlyk derejesine çenli gyzdyrylanda, olarda faza we gurluş öwürülmeleri bolup geçýär. Durlu uglerod düzümlü polady kritik gyzgynlyk derejesinden ýokarda gyzdyrylanda bolup geçýän öwürülmeleri synlap geçeliň. Ewtektika çenli bolan polady PS we GS (A_{c1} we A_{c3}) çyzyklaryň arasyndaky gyzgynlyk derejesiniň zonasyna çenli gyzdyrylanda polat ferritden we austenitden ybarat bolýar. Gyzdymagy dowam etdirilen ýagdaýynda bu poladyň gurluşy arassa austenitden ybarat bolýar. Ewtektoida çenli bolan poladyň A_{c1} nokatdan aşakdaky (727°C) gurluşy ferritden we perlitden durýar. Örän ýuwaşdan gyzdyrlyp gyzgynlyk derejesine ýagny 727°C -a yètende (PS çyzykda) perlit austenitde öwürülýär.

Ewtektoida çenli bolan polady birinji kritik nokadyň gyzgynlyk derejesine çenli gyzdyrylanda, gurluşy perlitden we ikinji sementitden ybaratdyr. Gyzdymak dowam edilende perlit austenide öwürülýär. Şeýlelik-de, A_{c1} we A_{cm} nokatlaryň arasynda gyzgynlyk derejesiniň zonasynda ewtektoida çenli bolan poladyň gurluşy austenitden we ikinji sementitden ybaratdyr. Perlidiň austenide öwürülmesi gutarandan soň, austenidiň dänesi ýüze çykýar.

Däneleriň başlangyç, hakyky we tebigy görnüşleri bolýar.

Gyzdymak temperaturasy termiki işläp bejermäniň

görnüşine baglylykda kritiki nokatlar bilen ýagny faza öwrülmeleriniň temperaturalary bilen kesgitlenilýär. Demir-uglerod splawlarynda şu aşakdaky kritiki nokatlary tapawutlandyryňlar.

1. $A_1 (A_{c1}, A_{r1}) - P S K (727^{\circ}C)$ çyzygynyň üstünde ýatýar we $P \leftrightarrow A$ öwrülmesine gabat gelýär.
2. $A_2 (A_{c2}, A_{r2}) - M O (768^{\circ}C)$ çyzygynyň üstünde ýatýar. Bu temperaturada ferritiň magnit öwrülmesi bolup geçýär.
3. $A_3 (A_{c3}, A_{r3}) - G S$ çyzygynyň üstünde ýatýar. Bu çyzyk boýunça $F \leftrightarrow A$ öwrülmesi bolup geçýär.
4. $A_{cm} - S E$ çyzygynyň üstünde ýatýar. Bu kritiki nokat gyzdyrylanda sementidiň austenide öwrülmeginiň soňuny görkezýär.

A_c we A_r – degişlilikde polat gyzdyrylanda we sowadylanda alynýan kritiki nokatlardyr.

5.2. Sowadylan austenitdäki öwrülmeler.

Gözlegler boýunça anyklanylyşyna görä austenidiň dargamagy onuň sowadylyşynyň derejesine bagly. Austenidi dürli derejede sowadylanda bolup geçýän öwrülmeleri izotermik diagrammada has aýdyň görkezilendir.

Izotermik diagrammadan görnüşine görä nusganyň austenit ýagdaýynda $650^{\circ}C$ çenli sowadylanda austenidiň dargamagynda sorbit emele gelýär. Sorbit-sementit bilen ferritiň mehaniki garyndysy bolup, perlite meňzeşdir. Ýöne sementidiň plastinalarynyň ölçegleri perlidiňkiden kiçidir.

Nusgany $500^{\circ}C$ golaý gyzygynlyk derejesine çenli sowadylanda austenit dargap troostit gurluş emele gelýär. Troostit - sementit bilen ferritiň mehaniki garyndysy bolup, perlite we sorbite meňzeşdir. Ýöne dispersiýalygy ýokarydyr. Nusgalary kritiki tizlikden ýokary tizlik bilen sowadylanda $240^{\circ}C$ gyzygynlyk derejesinde austenit martensite öwrülüp başlaýar we $-50^{\circ}C$ -de bolsa öwrülişik doly gutarýar.

5.3. Austenit dyngysyz sowadylanda bolup geçýän öwrülmeler.

A_{r1} golaý gyrgyznlyk derejesinde, deňagramlylyk şertinde ýagny üznüksiz kiçi tizlik bilen sowadylanda austenit dargaýar.

Austenidiň dargamagy şu aşakdaky etaplardan ybarat:

γ - demriň α - < demre öwrülmegi, ýagny atomlar täzeden toparlara bölünip,

göwrüm merkezleýin kubly kristal gözeneginden gran merkezleýin kubly kristal gözenegine geçip, bir wagtyň özünde hem uglerodyň atomyny süýşürmek;

gaty erginden (austenitden) sementidiň owunjak bölekleriniň bölünip çykmagy;

sementidiň bölejikleriniň plastina şekillerine çenli ulalmagy we olaryň ölçegleriniň birnäçe mikrona ýetýär.

5.4. Martensit we galyndy austenit gyzdýrlanda bolup geçýän öwrülmeler.

Taplamadan soň martensitden we galyndy austenitden ybarat bolan gurluş, deňagramsyz bolýar. Poladyň has durnukly ýagdaýa geçmegi, martensitiň we galyndy austenidiň dargamagynyň netijesinde, ferrit-sementit garyndysy emele gelmegi bilen bolup geçmeli.

Gözlegleriň görkezişine görä 80°C -dan başlap 200°C -a çenli aralykda martensitiň gözeneginiň C parametriniň kiçelmeginiň netijesinde, nusganyň göwrümi hem kiçelýär. Gözenegiň parametriniň C:a gatnaşygy bire ýetmäge çalyşýar. Bu öwrülmäni gowşatmakdaky birinji öwrülme diýip atlandyrylýar. Aşakky gowşatmada alynan martensitiň C:a gatnaşygyň bire ýakyn bolmagyna gowşadylan martensit diýip atlandyrylýar.

200°C ýokary gyndyrmagy dowam etdirlende gowşatmadaky ikinji öwrülme diýip atlandyrylýana alyp

barýar. Ol bolsa 200...300°C aralygy öz içine alýar.

Ikinji öwrülmegiň soňunda uglerod erginden doly bölünip çykýar we içki dartgynlyk aýrylýar. Şonuň bilen birlikde, metadurnukly karbid sementide öwrülýär. Şu iki üýtgeşikligiň jemini gowşatmadaky üçünji öwrülme diýip atlandyrylýar.

400°C-da üçünji öwrülme gutarýar we poladyň gurluşy ferritden we sementitden ybarat bolýar. Gyzgynlygyň derejesini ýokarlandyrmagy dowam etdirilen ýagdaýynda ferritiň we sementidiň däneleriniň koagulyýasiýa prosesi bolup geçýär.

Gowşatmadaky martensitiň dargamagynyň netijesinde, alynan ferrit-sementit gurluşyny garyndysy bilen austenidiň gurluşynyň aýratynlygynyň barlygyny belläp geçmeli. Mysal üçin, trostidiň sementidi taplananda açyk iňňe şekilli bolýar. Gowşatma trostidiňki-däneli bolýar. Sementidiň şekilleriniň dürlüligi poladyň häsiýetleriniň dürlüligini kesgitleýär.

Gyzdyrylyş temperaturalaryna baglylykda gowşatmagyň üç sany görnüşini tapawutlandyrýarlar: pes, aram we ýokary gowşatmak.

Pes gowşatmakda polat 150...250°C temperaturalara çenli gyzdyrylýar. Şu ýagdaýda tetragonal martensit mikroskopyň aşagynda garamtyl iňňe şekilli bolup görünýär, gowşatmagyň martensidine öwrülýär. Poladyň portlugy bir az aşak düşýär. Pes gowşatmak kesiji we ölçeýji gurallar taplanylandan soň, şeýle hem sementitleşdirmeden hem-de sianlaşdyrmadan soň ýüzleý taplanan detallar üçin ulanylýar.

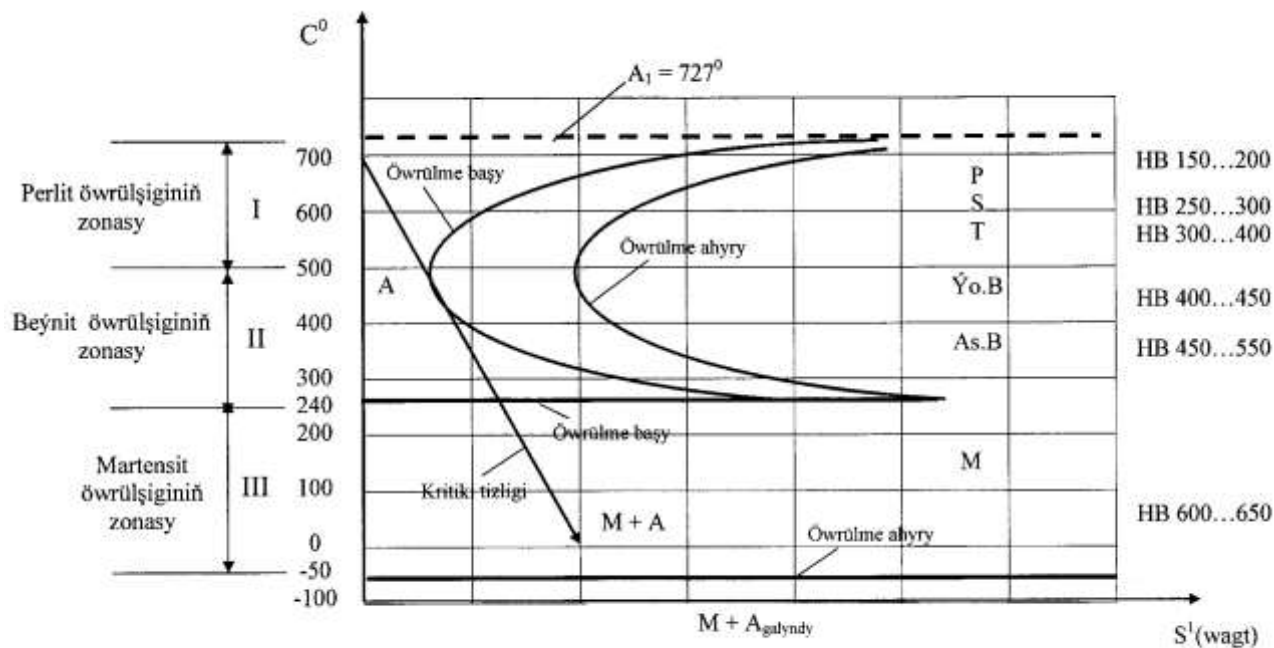
Aram gowşatmakda polat 350...450°C temperaturalara çenli gyzdyrylýar. Şeýle gyzdyrlanda sementidiň owunjak bölejikleriniň bölünip çykmagy bilen amala aşýan uglerodyň bölekleýin diffuziýasy bolup geçýär. Aram gowşatmagyň netijesinde polat HB 450...500 gatylykda ýokarlandyrylan berklige we maýyşgaklyga eýe bolýar. Aram gowşatmak oňnositel ýokary gatylykda maksimal maýyşgaklyk

häsiýetleri talap edilýän taplanan önümler: pružinler, ressorlar, urgy guraly-çapgyç, şamplar we başgalar üçin ulanylýar. Gyzdymak we saklamak wagty 0,5...2 sagada bara-bardyr.

Ýokary gowşatmakda taplanan polatlar 580...650 °C temperaturalara çenli gyzdyrylýar. Bu proses poladyň ferrit esasynda sementidiň bölejikleriniň ulalmagy we tegelenmegi bilen bolup geçýär. Sementidiň bölejikleriniň ulalmagy bilen gatylyk HB 250...300-e çenli peselýär, içki dartgynlylyk gowşaýar, çeýelik bilen urgy şepbeşikligi bolsa ep-esli ýokarlanýar. Ýokary gowşatmagyň netijesinde gowşatmagyň sorbidi diýlip atlandyrylýan struktura alynýar. Ýokary gowşatmaklygy urgynyň we üýtgeýän alamatly agramyň astynda işleýän detallar: hereketlendirijiniň şatuny, ýarym oklar, awtomobilleriň we traktorlaryň oklary, nurbatlar, wallar, palesler we başgalar üçin ulanýarlar. Soňundan ýokary gowşadylýan taplamaga köplenç polady gowulandyrmak diýip atlandyrylar. Ýokary gowşatmakda gyzdymak we saklamak wagty 0,5...1 sagada barabardyr.

Barlag soraglary

1. Polat gyzdyrlanda nähili öwrülmeler bolup geçýär?
2. Sowadylan austenitde nähili öwrülmeler bolup geçýär?
3. Sorbit troostit we martensit baradaky düşüňjeleriňizi aýdyp beriň.
4. Austenit dyngysyz sowadylanda nähili öwrülmeler bolup geçýär?
5. Martensit we galyndy austenit gyzdyrlanda nähili öwrülmeler bolup geçýär?



Austenit öwrülme (dargamagy) izotermik diagrammasy.

6. Polady termiki işläp bejermegiň tilsimaty.

6.1. Ýylyk (termiki) işläp bejermek umumy maglumatlar.

Metaly we erginleri ýylyk (termiki) işläp bejermekde - bu olaryň mehaniki, fiziki we beýleki häsiýetlerini üýtgetmek üçin gyzdyrmak hem-de sowatmak bilen baglanyşykly tilsimat prosesdir. Metallary işlenip bejerijilik taslamasyny we taýýar önümleriň materiallaryny talap edýän häsiýetleri bermek üçin termiki işläp bejermeklige sezewar edilýär. Şolara baglylykda termiki işläp bejermekligi başlangyç we ahyrky görnüşlere bölünýär.

Termiki işläp bejermek gyzdyrmakdan, saklamakdan we sowatmakdan ybaratdyr we ferritden, ewtektoida polatlaryňky perlitden, ewtektoidan ahyrky polatlaryňky perlitden we ikinji sementitden ybarat bolmaly. Sementit plastina görnüşde bolmaly.

Termiki işläp bejermek diýlip polady kesgitlenen temperatura çenli gyzdyrmakdan, şol temperaturada kesgitlenen wagt aralygynda saklamakdan we berlen tizlik bilen sowatmakdan durýan tehnologik prosese aýdylýar.

Termiki işläp bejermäniň maksady detalyň görnüşine, poladyň düzümini üýtgetmän poladyň strukturasyny üýtgedip onuň talap edilýän häsiýetlerini almakdan ybaratdyr.

Termiki işläp bejermek himiki düzümi deňeşdirmek, içki dartgynlylygy, berçinlemegi aýyrmak, işlenerliklidigini gowulandyrmak, gatylygy we iýilmeklige garşy durnuklylygy ýokarlandyrmak we başga-da birnäçe häsiýetleri almak üçin ulanylýar.

Gyzdyrmak temperaturasy termiki işläp bejermäniň görnüşine baglylykda kritiki nokatlar bilen ýagny faza öwürilmeleriniň temperaturalary bilen kesgitlenilýär. Demir-uglerod splawlarynda şu aşakdaky kritiki nokatlary tapawutlandyryrlar.

1. A_1 (A_{c1} , A_{r1}) – P S K (727°C) çyzygynyň üstünde

ýatýar we $P \leftrightarrow A$ öwrülmesine gabat gelýär.

2. A_2 (A_{c2} , A_{r2}) – M O (768°C) çyzygynyň üstünde ýatýar. Bu temperaturada ferritiň magnit öwrülmesi bolup geçýar.
3. A_3 (A_{c3} , A_{r3}) – G S çyzygynyň üstünde ýatýar. Bu çyzyk boýunça $F \leftrightarrow A$ öwrülmesi bolup geçýar.
4. A_{cm} – S E çyzygynyň üstünde ýatýar. Bu kritiki nokat gyzdyrylanda sementit austenite öwürlmeginiň soňuny görkezýär.
 A_c we A_r – degişlilikde polat gyzdyrylanda we sowadylanda alynýan kritiki nokatlardyr.

Termiki işläp bejermäniň dürli görnüşleriniň temperatura aralyklary suratda görkezilendir.

Termiki işläp bejermäniň şu aşakdaky esasy görnüşlerini tapawutlandyrýarlar: ýakmak, taba, getirme, taplama we gowşatmak.

Gyzdyrmagyň gyzygynlyk derejesine baglylykda diffuziýa (gomogenleşdirme), doly, doly däl, däneli perlit üçin, izotermiki gyzdyrylyp taplamagyň görnüşleri bolýar.

Diffuzion gyzdyrylyp taplama - adatça ergin denurit ýa-da içki kristallik likwasiýa duşulanda peýdalanylýar. Onda gaty ergindäki diffuziýa prosesini ulanýarlar. Ol polatda uglerodyň we goşantlaryň konsentrasiýasyny deňleşdirýär. Diffuzion gyzdyrylyp taplama başgaça gomogenleşdirme diýilýär, sebäbi onuň maksady - polady köplenç ýagdaýlarda işlenýän gurluşy we häsiýetleri almaklykda sowatmaklyga esasy orun degişlidir.

6.2. Gyzdyrylyp taplama we onuň görnüşleri .

Gyzdyryp taplama - diýlip polatlary faza öwürlmeler gyzygynlyk derejesinden ýokary gyzdyrmak, ýetilen gyzygynlyk derejesinde saklamak we soňra haýallyk bilen sowatmak (adatça peç bilen). Gyzdyryp taplamanyň maksatlaryna baglylykda onuň görnüşleri saýlanyp alynýar.

Gyzdyryp taplamakda sowatmaklygyň tizligi austenit dargap ferritli-sementitli garyndyny (perliti) emele getirmegini üpjün etmeli. Uglerodly polatlar üçin 150...200 grad/sag, pes legirlenen polatlar üçin bolsa 30...50 grad/sag-a deň bolmaly.

Gyzdyryp taplamakdan soň ewtektoida çenli polatlaryň gurluşy perlitden birmeňzeş (gomogen) etmekdir .

Onuň üçin polady A_{c3} ýokary 150...300°C gyzdyrlyp, şol gyzgynlykda dowamly saklap we soňra haýallyk bilen sowatmak arkaly amala aşyrylýar . Diffuzion gyzdyryp taplama esasan legirlenen poladyň uly şekilli guýmalar üçin peýdalanylýar. Dowamly ýokary gyzgynlyk derejesinde saklamak netijesinde dänäniň uly ölçegde bolmagyna eltýär, ony bolsa normallaşdyrmak arkaly düzedip bolar.

Doly gyzdyryp taplama - polady A_{c3} kritiki nokatdan 30...50°C ýokary gyzdyryp saklaýarlar, soňra haýallyk bilen sowadylýar. Ol poladyň gatylygyny peseltmek, plastiklikligini we özüne çekijiligini ýokarlandyrmak, ýagny deňagramly ýagdaýa getirmek üçin geçirilýär. Doly gyzdyryp taplama ewtektoida çenli uglerodly we legirlenen polatlar gyzgyn ýagdaýda basyş bilen işlenilenden soň ulanylýar.

Doly däl gyzdyryp taplama - diýlip polady A_{c1} kritiki nokadyndan 30...500°C ýokary gyzdyryp saklaýarlar, soňra haýallyk bilen sowadylýar. Şu gyzdyryp taplama termiki işläp bejermeginiň umumy görnüşidir, şol sebäpli ol diňe polatlary däl-de, eýsem içki dartgynlylyklary bolan metal materiallara ulanmak bolar.

Doly däl gyzdyryp taplamada diňe bölekleyin kristallaşma bolup geçýär. Ewtektoida çenli polatlardaky artykmaç ferrit ýa-da ewtektoidadan aňyrky polatlarda sementit gaty ergine (austenit) geçmeýär. Doly däl gyzdyryp taplama ewtektoida çenli polatlarda basyş bilen işlenip bejerilenden soň gurluşyny düzetmek (dänelere ownatmak). Şonuň ýaly gyzdyryp taplama esasan ewtektoida we ewtektoidadan ahyrky polatlardan içki dartgynlyklary aýyrmak, gatylygyny peseltmek, maýyşgaklygyny ýokarlandyrmak we kesip işläp

bejermekligi gowulandyrmak üçin peýdalanylýar .

Däneli perlit üçin gyzdyryp taplamak - prosesi aşakdaky yzygiderlikde geçirilýär. Plastina sekilli perlit gurluşly polady haýallyk bilen A_{c1} kritiki nokatdan (740°C töweregi) sähelçe ýokary gyzdyryp saklaýar (takmynan 5 sag) soňra A_{r1} kritiki nokada (680°C töweregi) çenli haýallyk bilen sowadylýar we ýene-de takmynan 5 sagat saklaýarlar. Ondan soňra , tä sementitiň gerek bolan şar şekillilik derejesi gazanylýança, бүтін prosesi gaýtalamaly. Başgaça gyzdyryp - taplamanyň bu görnüşine sikleyin diýilýär .

Onuň maksady - plastinaly perliti дәnelә öwürmek. Bu bolsa gatylygyň, berkligiň peselmegine we kesiji gural bilen işlenip bejerilişini gowulandyryýar.

Izotermiki gyzartma polady doly gyzartmadaky ýaly gyzdyrylyar we A_{c1} kritiki nokatdan $50...100^{\circ}\text{C}$ aşakdaky gygzynlyk derejesine çenli oňa garanda çalt sowadylýar. Şol gygzynlyk derejesinde poladyň austenidi perlide doly dargaýança, saklanýar. Ondan soňra sowatmak howada geçirilýär. Izotermiki gyzartma esasan petrlenlen polatlar üçin peýdalanylýar. Onuň artykmaçlygy tilsimat siklinin az dowamlylygydyr.

Ýakmak – ewtektoida çenli uglerodly polatlary A_{c1} nokadyndan $30...50^{\circ}\text{C}$ ýokary, ewtektoidadan soňky polatlary A_{c1} nokadyndan $30...50^{\circ}\text{C}$ temperatura çenli gyzdyryp, şol temperaturada belli bir wagt aralygynda saklap we haýal sowadyp (peç bilen bile) geçirilýän termiki işläp bejermidir. Ýakylan poladyň durnukly (deňagramly) we dartgynly bolmadyk strukturasyny bolýar.

Ýakmagy mehaniki işläp bejermegi ýa-da çеýе deformasiýany ýeňilleşdirmek üçin splawy soňky termiki işläp bejermek üçin taýynlamak üçin, likwasiýany aýyrmak üçin ulanýarlar.

Ýakmagyň şu aşakdaky görnüşlerini tapawutlandyryýarlar:

a) diffuzion ýakmak (gomogenizasiýa) polatlary

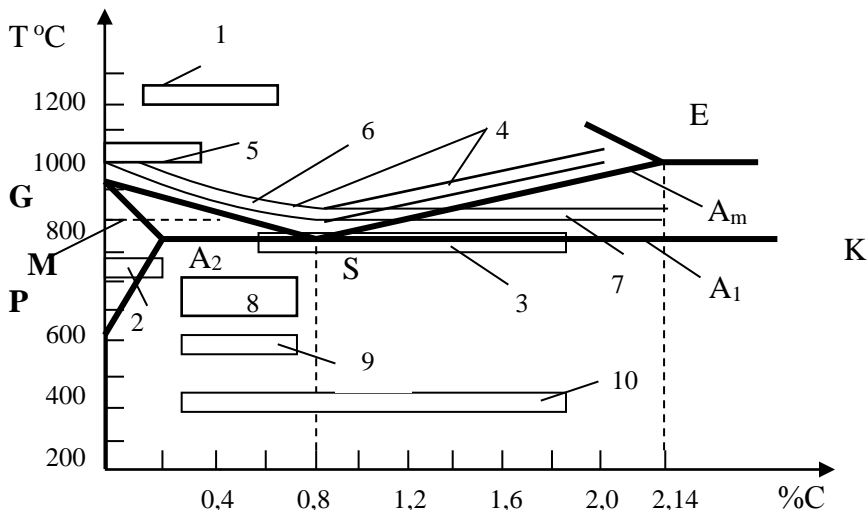
1100...1200°C temperatura-lara ($0,8...0,9 T_k$) çenli gyzdyryp, dowamly saklap we haýal sowadyp geçirilýär. Diffuzion ýakmagyň maksady – splawy himiki dürli-dürlüligini (likwasiýany) aýyrmak.

b) rekristallizasion ýakmak sowuklygyna basyp işlenip bejerilenden soň önümlerdäki berçinlenmegi we içki dartgynlyklary aýyrmak üçin geçirilýär. Ýakylanda deformirlenen metalda täze däneler emele gelýär we metalyň çeyeligi dikeldilýär. Gyzdyrmagy faza öwrülmeleriniň temperaturalaryna ($0,4 T_k$) çenli dowam edýärler.

c) kebşirmekde, ýasamakda (ýençmekde) we guýmakda döreýän içki dartgynlyklary aýyrmak üçin geçirilýän ýakmagy detallar 400...600 °C temperaturalara çenli gyzdyrylyp geçirilýär.

d) izotermiki ýakmak esasan legirlenen polatlar üçin ulanylýar. Ýakmagyň bu görnüşi polady austenit ýagdaýyna çenli gyzdyrmakdan, A_{r1} nokadyndan 50...100°C aşak sowatmakdan, şol temperaturada austenidiň ferritli-sementitli garynda ýagny, perlite doly geçýänçä saklamakdan we howada sowatmakdan durýar.

e) gutarnykly ýakmak ewtektoida çenli polatlar üçin ulanylýar. Polat A_{c3} nokadyndan 30...50 °C ýokary temperatura çenli gyzdyrylýar, şol temperaturada saklanylýar we peç bilen bile haýal sowadylýar. Gutarnykly ýakmak gyzdyrylanda fazaly gaýtadan kristallaşmasy bilen – austenitli strukturanyň emele gelmegi bilen we sowadylanda austenidiň ferritli-sementitli garynda doly öwrülmegi bilen bolup geçýär. Netijede ýumşak, şepbeşik hem-de içki dartgynlyklary bolmadyk struktura alynýar.



Termiki işläp bejermäniň dürli görnüşlerinde polatlary gyzdyrylýş temperaturalary: 1 - diffuzion ýakmak; 2 - rekristallizasion ýakmak; 3 – däneli perlit üçin ýakmak; 4 – taba getirme; 5 - ýokary taba getirme; 6 – gutarnykly ýakmak we gutarnykly taplamak; 7 - gutarnyksyz ýakmak we gutarnyksyz taplamak; 8 – ýokary gowşatmak; 9 – ýarym gowşatmak; 10 – pes gowşatmak.

f) gutarnyksyz ýakmak ewtektoidadan soňky polatlar üçin ulanylýar. Polat A_{c1} kritiki nokadyndan 20...50°C ýokary temperaturalara çenli gyzdyrylýar, şol temperaturalarda saklanylýar we haýal sowadylýar. Gutarnyksyz ýakmak gatylygy peseldýär we polatlaryň işlenerlikligini ýokarlandyrýar.

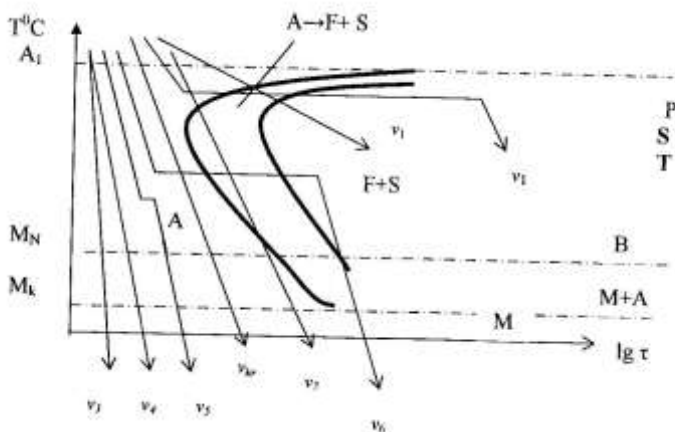
6.3. Normallaşdyrma prosesi (taba getirme).

Normallaşdyrma ewtektoidadan öňki polatlary A_{c3} kritiki nokatdan ýokary, ewtektoida we ewtektoidadan soňky polatlar A_{cm} kritiki nokatdan ýokary 30...50°C gyzdyrylýar, az wagtläýyn saklanylýar hem-de howada sowadylýar. Normallaşdyrmakdan soň uglerodly polatlaryň gurluşy gyzartmadakydan soň ýaly, ýöne olarda perlit has ýaýraň

ýerleşen we mehaniki häsiýetleri has ýokarydyr.

Taba getirmeden soň polatlar edil ýakylandaky ýaly ýöne has ownuk däneli we birmeňzeş strukturany alýarlar . Taba getirmegiň maksady poladyň dänesini gaýtadan kristallaşdyrmakdan, içki dartgynlyklary aýyrmakdan, polady çyýe deformasiýasyny, mehaniki ýa-da termiki işläp bejermekligi önünden taýynlamakdan ybaratdyr. Az uglerodly polatlar üçin taba getirmek ýakmagyň ýerini, orta we köp uglerodly polatlar üçin bolsa – gowşadylýan taplamagyň ýerini çalşyp biler. Taba getirme termiki işläp bejermäniň has arzan we ýönekeý görnüşidir.

Normallaşdyрма wezipesi boýunça dürli-dürlüdür we poladyň düzümine baglydyr. Az uglerodly polatlar üçin normallaşdyrmany gyzartmanyň ýerine ulanylýar. Ýokary gatylykly polatlary normallaşdyrmak, olary kesip işläp bejermegi ýeňilleşdirýär we has arassa üsti almaga mümkinçilik berýär.



Termiki işläp bejermede sowadylyş tizlikleri.

v_1 – izotermiki ýakmak; v_2 – taba getirme; v_3 – bir sredada taplamak;

v_4 – iki sredada taplamak; v_5 – başgançakly taplamak; v_6 – izotermiki

no taplamak; v_7 – gutarnyksyz taplamak; v_{kr} – taplamagyň kritiki tizligi.

taplamanyň we ýokary gyzartmanyň ýerine ulanylýar. Şeýle edilende, detallaryň mehaniki häsiýetleri birneme pesrāk bolýar, ýöne olar az deformirlenmek bilen, jaýryklaryň emele gelmek ähtimallygy aradan aýrylýar.

Ýokary gyzartmak bilen 600...650°C normallaşdyrmak köplenç legirlenen polatlaryň gurluşyny düzetmek üçin doly gyzartmanyň ýerine geçirilýär. Çünki ol iki operasiýanyň öndürijiligi ýeke gyzartmanyňkydan ýokarydyr.

6.4. Taplama we onuň görnüşleri.

Taplama diýip, polatlary A_{c3} kritiki nokatdan (ewtektoida çenli polatlar üçin) ýa-da A_{c1} (ewtektoidadan soňky polatlar üçin) 30...50°C ýokary gyzdymaklyga, şol gyzygynlykda saklamaklyga aýdylýar. Taplamada berkligi we gatylygy ýokarlanýar.

Ewtektoida çenli polatlary taplamak üçin GS çyzykdan ýokary 30...50°C gyzdyrýarlar, netijede olaryň perlitli-ferrit gurluşy austenide öwrülýär. Soňky bolsa kritiki tizlikden ýokary tizlik bilen sowadylanda düzüminde az mukdarda austenit bolan ownuk iňne görnüşdäki martensite öwrülýär. Bu usula doly taplamak diýilýär.

Egerde ewtektoida çenli polady PS we GS çyzyklaryň arasyndaky gyzygynlyk derejä çenli gyzdyrylsa, onda poladyň diňe bölekleýin täzeden kristallaşmagyna getirýär. Austenitden başgada az mukdarda ferrit galýar, ol taplama prosesinde (çalt sowadylanda) üytgemeýär. Alnan martensitden we ferritden ybarat gurluş, taplanan poladyň gatylygyny peseldýär. Taplamagyň bu görnüşine doly däl taplama diýilýär we örän seýrek ulanylýar.

Ewtektoida we ewtektoidadan soňky polatlary taplamadan öň A_{c1} nokatdan 30...50°C gyzdyrylýar, ýagny doly däl taplama ulanylýar. Şol gyzygynlykda ewtektoida polatlaryň gurluşy austenitden, ewtektoidadan soňky austenitden we ikinji sementitden ybaratdyr. Çalt sowadylmagy

netijesinde ewtektoida polatlaryň gurluşy martensitden we galyndy austenitden, soňky polatlaryňky bolsa martensitden, ikinji sementitden we galyndy austenitden ybarat bolar.

Sowatmagyň usulyna görä taplamagyň aşakdaky usuly bolýar: bir: sowadyjyda iki sredada (arasy bölünýän), başgançakly, izotermiki, özüni gowşatmak bilen, üst taplamalary.

Taplamak – ewtektoida çenli polatlary A_{s3} kritiki nokadyndan 30...50 °C ýokary, ewtektoida poladyny we ewtektoidadan soňky polatlary A_{s1} kritiki nokadyndan 30...50 °C ýokary temperaturalara çenli gyzdyryp, şol temperaturalarda saklap we kritiki tizlikden (sowadylan austenidiň martensite öwrülmeğini üpjün edýän in kiçi tizlik) uly tizlik bilen sowadyp geçirilýän termiki işläp bejermidir. Kritiki tizlikden ýokary tizlik bilen sowadylanda uglerod kristallik gözenekden çykyp ýetişmeýär, netijede martensit diýlip atlandyrylýan bir fazaly, uglerodyň α – demirdäki aş doýgun gaty ergini alynýar. Polat ýokary gatylyga eýe bolýar, ýöne şu ýagdaýda onuň çeýeligi peselýär.

Poladyň gyzdyrylyşynyň temperaturasyna baglylykda taplamagyň şu aşakdaky görnüşleri tapawutlandyrylýar.

Gutarnykly taplamak – ewtektoida çenli polatlary A_{s1} kritiki nokadyndan 30...50°C ýokary temperaturalara çenli gyzdyrmakdan we kritiki tizlikden ýokary tizlik bilen sowatmakdan durýar. Bu taplamadan soň poladyň strukturasy ownuk inňeli martensitden, uglerodyň möçberi 0,6 % -den köp bolan halatynda bolsa, martensitden başga-da saklanyp galan austenidiň in köp mukdary bolýar.

Gutarnykly taplamak diňe ewtektoida çenli polatlar üçin ulanylýar. Gutarnyksyz taplamak ewtektoidadan soňky polatlar üçin ulanylýar we bu polatlary A_{s1} kritiki nokadyndan 30...50 °C ýokary temperaturalara çenli gyzdyrmakdan, şol temperaturalarda saklamakdan we kritiki tizlikden uly tizlik bilen sowatmakdan durýar.

Ewtektoidadan soňky polatlaryň strukturalary

gutarnyksyz taplamakdan soň martensitden, ikinji sementitden we saklanyp galan austenitden durýar. Sementidiň gatylygy ýokary bolup, ol taplanan poladyň gatylygyny peseldýär, austenit bolsa, tersine martensitden ýumşak bolup umumy gytçylygy pese gaçyrýar.

Polatda faza öwrülmesiniň doly amala aşmagy üçin poladyň gyzdirmek we saklamak wagtlaryny kesgitleýärler. Bular poladyň düzümi we detalyň ölçegleri boýunça kesgitlenilýär. Uglerodly polatlardan edilen önümler mufel elektrik peçlerinde gyzdyrylyp taplanylanda gyzdirmagyň kadaly wagtlary tablisada görkezilendir.

Gyzdyrylyp taplamagyň temperaturasynda saklanylandan soň detal çalt sowadylýar.

Taplanylanda sowadyjy sredalar bolup: suw, duzlaryň, aşgarlaryň, kislotalaryň suwly erginleri we ýag hyzmat edýär. Suwda uglerody 0,3 % - den köp saklaýan uglerodly polatlar taplanylýar. Uglerodly az saklaýan uglerodly poladyň sowadylyş tizligi hat-da suwda-da taplamagyň zerur bolan kritiki tizliginden azdyr. Austenidiň diňe az bölegi martensite ýa-da ferritli-sementitli garynda öwrülýär. Ýag suwa garanda metaly haýal sowadýar. Ýagda adaty, uly bolmadyk taplanyş kritiki tizligi bolan ýokary hilli, uglerody köp saklaýan we legirlenen polatlar taplanylýar.

Uglerodly polatlar taplanylanda gyzdirmek wagtynyň kadaly dowamlylygy.

Gyzdirmek temperaturasy, °C	Önümiň daşky görnüşi		
	Tegelek	Kwadrat	Plastina
	Gyzdirmagyň dowamlylygy, min		
	Diam 1 mm-ine	Galyňlygyň	1mm-ine
600	2	3	4
700	1,5	2,2	3
800	1,0	1,5	2,2
900	0,8	1,2	1,6
1000	0,4	0,6	0,6

Dürli sredalaryň sowadyjylyk ukyplary tablisada görkezilendir.

Taplaýjy sreda	Temperatura aralygynda sowadylyş tizligi, °C	
	650...550 °C	300...200 °C
Suw: 18 °C	600	270
28 °C	500	270
50 °C	100	270
18°C–de NaOH 10%-li suwly ergini	1200	300
18°C–de NaCl 10%-li suwly ergini	1100	300
Mineral ýagy	100...150	20...50
Rahat howa	3	1

6.5. Gowşatmak we onuň görnüşleri.

Gowşatmak diýlip taplanan polady faza öwürilmelerinden aşakdaky gyzgynlyk derejelerine çenli gyzdyryp, şol gyzgynlykda saklap we sowadylyp (adatça howada) geçirilýän termiki işläp bejermäge aýdylýar.

Polady gowşatmak taplamadan soň içki dartgynlyklary bölekleyin ýa-da gutarnykly aýyrmak üçin, şepbeşikligi we çeyeligi ýokarlandyrmak üçin, gatylygy we portlugy peseltmek üçin geçirilýär.

Gyzdyrmagyň gyzgynlyk derejelerine baglylykda gowşatmagyň üç sany görnüşini tapawutlandyryýarlar pes (kesiji we ölçeýji gurallar üçin), aram (pružinler, resorlar, urgy guraly, çapgyç , şamplar) we ýokary (urgynyň we üýtgeýän alamatlary agramyň astynda işleýän detallar: satun, ýarym oklar, AT-yň oklary, nurbatlar, wallar, palesler we ş.m.).

Polady gowşatmak taplamadan soň içki dartgynlyklary bölekleyin ýa-da gutarnykly aýyrmak üçin, şepbeşikligi we çeyeligi ýokarlandyrmak üçin, gatylygy we portlugy peseltmek üçin geçirilýär.

Gyzdyrylyş temperaturalaryna baglylykda gowşatmagyň üç sany görnüşini tapawutlandyryýarlar: pes, aram we ýokary gowşatmak.

Pes gowşatmakda polat 150...250°C temperaturalara

çenli gyzdyrylýar. Şu ýagdaýda tetragonal martensit mikroskopyň aşagynda garamtyl iňňe şekilli bolup görünýär gowşatmagyň martensitine öwrülýär. Poladyň portdugy bir az aşak düşýär. Pes gowşatmak kesiji we ölçeýji gurallar taplanylandan soň, şeýle hem sementitleşdirmeden hem-de sianlaşdyrmadan soň ýüzleý taplanan detallar üçin ulanylýar.

Aram gowşatmakda polat 350...450°C temperaturalara çenli gyzdyrylýar. Şeýle gyzdyrylanda sementidiň owunjak bölejikleriniň bölünip çykmagy bilen amala aşýan uglerodyň bölekleyin diffuziýasy bolup geçýär. Aram gowşatmagyň netijesinde polat HB 450...500 gatylykda ýokarlandyrylan berklige we maýyşgaklyga bolýar. Aram gowşatmak otnositel ýokary gatylykda maksimal maýyşgaklyk häsiýetleri talap edilýän taplanan önümler: pružinler, resorlar, urgy guraly-çapgyç, şamplar we başgalar üçin ulanylýar. Gyzdyrmak we saklamak wagty 0,5...2 sagada bara-bardyr.

Ýokary gowşatmakda taplanan polatlar 580...650 °C temperaturalara çenli gyzdyrylýar. Bu proses poladyň ferrit esasynda sementidiň bölejikleriniň ulalmagy we tegelenmegi bilen bolup geçýär. Sementidiň bölejikleriniň ulalmagy bilen gatylyk HB 250...300-e çenli peselýär, içki dartgynlylyk gowşaýar, çeýelik bilen urgy şepbeşikligi bolsa ep-esli ýokarlanýar. Ýokary gowşatmagyň netijesinde gowşatmagyň sorbidi diýlip atlandyrylýan struktura alynýar. Ýokary gowşatmaklygy urgynyň we üýtgeýän alamatly agramyň astynda işleýän detallar: dwigateliň şatuny, ýarym oklar, awtomobilleriň we traktorlaryň oklary, nurbatlar, wallar, palesler we başgalar üçin ulanýarlar. Soňundan ýokary gowşadylýan taplamagy köplenç polady gowulandyrmak diýip atlandyrýarlar. Ýokary gowşatmakda gyzydyrmak we saklamak wagty 0,5...1 sagada barabardyr.

Çoýunlaryň käbir görnüşleri hem termiki işlenilýär. Mysal üçin, çoýunlaryň birinji toparyna degişli bolan ak çoýunlaryň örän portlugy we gatylygy sebäpli, olary termiki işlenilýär. Ak çoýunlary termiki işlenilenden soň, polady ýa-da

ýenjilýän çoýuny alynýar. Sowadylyşyň tizligi bilen çoýnuň grafitleşmek prosesini sazlap bolýar. (Bu proses hem çoýny termiki işlenilişe degişli.)

Barlag soraglar.

1. Termiki işläp bejermeginiň maksady näme we ol nirelerde ulanylýar?
2. Ýakmagyň düýp mazmuny nämeden ybarat we ol nirelerde ulanylýar?
3. Ýakmagyň nähili görnüşleri bar?
4. Taba getirmeginiň düýp mazmuny nämeden ybarat we ol haçan ulanylýar?
5. Taplamagyň dürli görnüşleriniň düýp mazmunlary nämeden ybarat we olar näme üçin ulanylýar?
6. Stal 45 markaly poladyň gutarnykly taplanyşynyň gyzdymak temperaturasy näçä deň?
7. Stal Y12 markaly poladyň taba getirilişiniň gyzdymak temperaturasy näçä deň?
8. Taplananda nähili sowadyjy sredalar ulanylýar?
9. Gowşatmagyň temperaturasy taplanan polatlaryň gatylygyna nähili täsir edýär? Sebäbini düşündiriň.

7. Himiki-termiki işlenip bejerilişi.

7.1. Fiziki esaslary.

Metal önümleriniň himiki düzümini, gurluşyny we häsiýetini üýtgetmek üçin onuň üst gatlagyna uglerod, azot we başga elementler bilen doýurmak prosesine himiki-termiki işlenip bejeriliş diýlip düşünilýär.

Himiki-termiki işläp bejermegiň esasy maksady poladyň üst gatlagyny berkitmek (gatylygyny, ýadawlyk berkligini, iýilmäge durnuklylygyny ýokarlandyrmak), fiziki-himiki we başga häsiýetlerini üýtgetmek (poslamazlyk, friksion we ş. m.).

Himiki-termiki işlenilişiniň sementasiýalaşdyrmak, azotlaşdyrmak, sianlaşdyrmak, diffuzion metallaşdyrmak ýaly görnüşleri bardyr.

7.2. Sementasiýa prosesiniň geçirilişi.

Sementitleşdirmek - poladyň üst gatlagyny uglerod bilen doýurmakdyr. Sementasiýalaşdyrmakda köplenç detalyň içki şepbeşikligini saklap ýokary gatylygy we iýilmäge durnuklylygy almak üçin ýerine ýetirilýär. Çarhly tigirleri, barmaklary, wallary, oklary, ryçaglary, çerýaklary, podşipnikleriň detallaryny (uly göwrümlü halkalary we rolikleri) we başgalary sementasiýalaşdyrylýar.

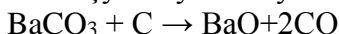
Sementasiýalaşdyrmagy gaty karbýurizatorda we gazda ýerine ýetirilýär. Gaty karbýurizator hökmünde agaç kömründen (70% agramyna görä, kömürturşy kalsiýden (2.5...3.5% çenli) we kömürturşy bariýden (20...25% golaý) ybarat bolan garyndyny ulanylýar.

Işleniljek detaly demir ýaşıkde ýerleşdirip üstüne karbýurizatory guýup, ýaşığıň agzyny ýapyp, ýaşığıň içine howa we peç gazy girmez ýaly oda çydamly palçyk bilen suwaýarlar. Ýaşığı peçe salyp 930...950°C gyzygynlyk

derejesinde 5...10 s saklaýarlar. Saklamagyň dowamlylygy sementasiýalaşdyrmagyň çuňlugyna baglydyr. Köplenç 1 sagadyň dowamynda 1mm çuňluga çenli doýrup bolýar. 930...950°C detal ýaşige salnanda, ýaşikde galan howanyň kislorody karbýurizatoryň uglerody bilen täsir edip, uglerodyň okisini emele getirýär.



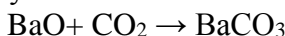
930...950°C gyzgynlyk derejesinde agaç kömrüniň barlygynda kömürturşy bariý reaksiýa boýunça dargaýar.



Demiriň okisiniň bar bolanlygy sebäpli, uglerodyň okisi dargap, atomar uglerod emele gelýär.



Atomlar ýagdaýdaky uglerod aktiw bolup we yeňillik bilen demre diffundirlenýär hem-de onuň üst gatlagyny iň uly derejede doýurýar.



Şeýlelikde gaty karbýurizatorda hakykatdan hem sementasiýalaşdyryjy bolup uglerod hyzmat edýär.

Gaz bilen sementasiýalaşdyrmakda karbýurizator hökmünde: tebigy gazlar, ýagtylyk gazy we metanyň, etilen, propanyň, nebitiň pirolizinde nebit önümlerinden alynýan başga gazlary we gaz garyndylary ulanylýar.

Gaz bilen sementasiýalaşdyrmak üçin mufel peçini içini detallar bilen dolduryp agzyny jebis ýapýarlar, soň bolsa şonuň içine birnäçe sagadyň dowamynda 900...950°C gyzgynlyk derejesindäki ýagdaýda gaz goýberýärler.

Gaz bilen sementasiýalaşdyrmak gaty karbýurizatorda sementasiýalaşdyrmaga garanynda prosesiniň tizligi 2...3 esse ýokarydyr we bu prosesde uglerodyň doýurylyşyny anyk sazlap bolýar, mehanizmleşdirilişi hem-de awtomatlaşdyrylyşy yönekeýdir, iş ýeri hem arassa bolýar.

Nitrosegmentasiýa. Nitrosegmentasiýa diýip 840...860°C temperaturada düzümi uglerodlaşdyrylmaýan gazdan we ammiakdan ybarat bolan gaz gurşawynda poladyň üstki gatyny

şol bir wagtyň özünde uglerod, azot bilen diffuzion usulda doýurma (baýlaşdyrma) hadysasyna aýdylýar. Hadysanyň dowamlylygy 4...10 sagat.

Onuň esasy maksady:

- gatylygy ýokarlandyrmak;
- iýilmägedurnuklylyk;
- polat şaýlaryň çydamlylyk çäginini ýokarlandyrmak.

Gatyň galyňlygy adatça 200-800mkm we ol 1000 mkm köp bolmaly däldir.

Galyňlyk köpelen mahaly ýetmezçilik köpeliýär we poladyň mehaniki häsiýeti peseliýär.

Nitrosementasiýa bilen adatça çylşyrymly konfigurasiýaly ýarsjak bolýan şaýlar doýrulýar.

Onyň artykmaçlygy:

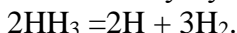
- hadysa pesräk temperaturada ($840-860^{\circ}\text{C}$ $910-930^{\circ}\text{C}$ derejine) geçirilýär;
- gatyň galyňlygy az: şaýlaryň deformasiýasy we ýarsmasy az bolyp geçýär;
- iýilmäge we korroziýa garşy durmaklyk köpeliýär.

Bu usul awtomobil we traktor zawodlarynda köp ulanylýar. Meselem, WAZ-da himiko-termiki usulda işlenip bejerilýän şaýlaryň 94,5% nitrosementasiýa usuly bilen işlenip bejerilýär.

7.3. Azotlaşma prosesi.

Poladyň ýa-da çoýnuň üst gatlagyny azot bilen doýurma prosesine azotlama diýlip aýdylýar. Bu prosesi gaz görnüşli ammiakda (NH_3) $430...600^{\circ}\text{C}$ -de gatylygyny, iýilmäge durnuklylygyny we berkliginiň çäginini ýokarlandyrmak üçin ýerine ýetirilýär. Eger bu prosesi $600...800^{\circ}\text{C}$ ýerine ýetirilse, onda diňe poslamazlyga durnuklylygy artýar. Esasan legirlenen polatlary azotlaşdyrylýar. Olaryň düzümindäki hrom, molibden, wolfram, alýuminiý, titan, azot bilen berk nitrid birleşmesini emele getiryär.

Azotlaşdyrmazdan öň detalyň ýagyny, hapasyny aýryp arassalaýarlar. Soň bolsa biri-birine degmez ýaly edip ýaşıkde ýerleşdirilýär ýa-da simde asýarlar. Ýaşığı berk ýapyp peçde Pianlaşdyrmakda poladyň üst gatlagyny bir wagtyň özünde ýerleşdirýärler. Peji işledip ýuwaş-yuwaşdan gyzygynlyk derejesini galdyryp bellenen çägene ýetirilýär. Ýokary gyzygynlyk derejesinde ammiak bölünip azody aktiw çykarýar. Çykan azot bolsa üstüni doýurýar.



Azotlaşmanyň sementasýyalaşdyrma garanynda birnäçe gowy taraplary bar. Azotlaşdyrmany pes gyzygynlyk derejesinde ýerine ýetirip bolýar. Doýurlan gatlagyň gatylygy ýokary bolýar. Portlugy hem az bolýar.

Çylşyrymly konfigurasiýaly ýukadiwarly önümleri azotlaşdyrma işini 500...520°C temperaturada geçirmeklik maslahat berilýär. Hadysanyň dowamlylygy azotlaşdyrma gatyň galyňlygyna baglydyr. Azotlaşdyrylan gatyň tempraturasy näçe ýokary bolsa, şonça-da azotlaşdyrylan gatyň gatylygy pesdir we gatyň galyňlygy köpdür. Adatça galyňlyk 0,3...0,6 mm. Azotlaşdyrma hadysasy 500...520°C temperaturada dowamly hasaplanýar we onuň dowamlylygy 24...60 sagatdyr. Azotlaşdyrmanyň tempraturasy we gatyň galyňlygy köpelen mahaly deformasiýa ösýär.

7.4. Sianlaşdyrma prosesiniň görnüşleri.

Sianlaşdyrmakda poladyň üst gatlagyny bir wagtyň özünde uglerod we azot bilen doýrulýar. Suwuk, gaty we gazly sianlaşdyrmagy ulanylýar. Sianlaşdyrylýan gatlagyň galyňlygy köplenç 0,1..0,2 mm deňdir. Şu usul bilen işlenilende gatylygy we iýilmäge durnuklylygy hem-de poslamazlyga garşylygy ýokarlanýar.

Ownuk we orta ululykly detallar üçin (şesterne, porşenler, barmaklar, waljagazlar we ş.m.) sianlaşdyrma bilen işlenilende has netijeli bolýar.

Uly bolmadyk galyňlygy almak üçin hadysany 820...860°C temperaturada wannada geçirýärler, hadysanyň dowamlylygy talap edilýän gatyň galyňlygyna baglydyr we 30...90min düzýär.

Sianlaşdyrylan gat sementirlenen gat bilen deňeşdirilende juda ýokary iýilmäge durnuklylyk bilen tapawutlanýar we çydamlygynyň çäginä netijeli ýokarlandyrýar. Bu usul iýilmäge we korroziýa ýokary garşylyk görkezýän ownuk şaýlary berkleşdirmek üçin ulanylýar. Usulyň ýetmezçiligi onuň gymmatlygydyr we sianly duzlaryň awylylygydyr, şonuň üçin hem zähmeti goramak üçin ýörite çäreleriň görülmegi zerurdyr.

7.5. Diffuzion metallaşdyrma.

Poladyň üstüni alýuminiý, hrom, kremniý, bor, titan, berilliý we başga himiki elementler bilen doýurmak prosesine diffuzion metallaşdyrmak diýip aýdylýar. Bu himiki-termiki prosesi polat önümleri bilen ady tutulan himiki elementleriň biri ýa-da birnäçesi bilen kontakt ýagdaýynda gyzdryp amala aşyrylýar. Himiki elementler bu proses degaty, suwuk we gaz halýnda bolup bilerler. Üst bölegi bu himiki elementler bilen doýurlan önümler gyzgyna, poslama we ýokary iýilmä durnuklydyrlar hem-de gatylygy ýokarydyr.

Alitirleme - poladyň üst bölegini (850...900°C) gyzgynlyk derejesinde alýuminiý bilen doýurmakdyr. Alitirlemede polady gyzdyrlanda, onuň üst böleginde alýuminiň okisinden dykz örtük emele gelip metaly poslamadan goraýar. Alitirlemek bilen gazogenerator maşynlarynyň detallaryny termoparlaryň atgýçlaryny, dürli susguçlaryň detallaryny, ýokary gyzgynlyk derejesinde işleýän klapanlary we başga detallary işlenip bejerilýär BaCO₃.

Hromlama - poladyň üst bölegini gaty, suwuk we gaz haldaky hromly önümi 900...1100°C gyzgynlyk derejesine çenli bariýniň, magniýniň we kalsiýniň ergin halýndaky

duzundan 15...30% hlorly hrom ýa-da 15...25% ferrohrom goşulan wannadaky ergininde ýerine ýetirilýär.

Hromlamagy bug güýç enjamlaryň detallaryny, bug suw armaturalaryny, klapanalary, wentilleri, patrubkalary şeýle-de agressiw sredada işleýän detallary işläp bejermek üçin, şeýle-de detallara bezeg bermek üçin ýerine ýetirilýän işdir.

Silisirleme - poladyň üst gatlagynyň iýilmezlige we poslama durnuklylygyny ýokarlandyrmak we kislota durnuklylygyny gowulandyrmak üçin, polat önümleriň üst gatlagyny kremniý bilen doýurmakdyr. Silisirleme bilen himiki, kagyz, nebit senagatlarynyň enjamlarynyň detallaryny (nasoslaryň waljagazlary, geçiriji turbalar, armaturalary, gaýkalary, boltlary we başgalary) işlenip bejerilýär.

Borirleme - poladyň üst gatlagyny bor bilen doýurmakdyr. Bor bilen doýurmaklygy iýilmeklige durnuklylygy we gatylygyny ýokarlandyrmak üçin işlenip bejerilýär. Borirlenen önümler öz häsiýetini 950°C gyzgynly derejesinde hem saklaýarlar.

Barlag soraglar.

1. Himiki termiki işlenip bejerilişiniň fiziki esaslaryny aýdyp düşündiriň.
2. Himiki-termiki işläp bejermegiň nähili görnüşleri bar?
3. Sementasiyalaşdyrmagyň manysyny düşündiriň.
4. Sementasiýa usuly bilen nähili şertde işleýän detallary dikeldilýär.
5. Azotlama manysyny düşündiriň.
6. Azotlama usuly bilen nähili şertde işleýän detallary dikeldilýär?
7. Sianlaşdyrmagyň manysyny düşündiriň.
8. Sianlaşdyrmak usuly bilen nähili şertde işleýän detallar dikeldilýär
9. Diffuzion metallaşdyrmagyň manysyny düşündiriň.
10. Diffuzion metallaşdyrma usuly bilen nähili şertde işleýän detallar dikeldilýär?

8. Metallaryň we splawlaryň korroziýasy.

8.1. Metallaryň we splawlaryň korroziýasy.

Metallaryň we splawlaryň korroziýasy (sözi-iýilme) diýlip olaryň daşky sredanyň täsirinde dargamasyna aýdylýar.

Takmynan hemme metallar (gymmat bahaly metallardan başga - altyn, platina, kümüş) we splawlary gurşap alýan howanyň çyglylygynyň, gazyň, turşy erginleriň, aşgarlaryň we ýokary temperaturalaryň täsirinden daşda käbir himiki üýtgeşmeler (dargama) bolup geçýär:

demir poslaýar, maşyn daşy ýaşyl kömür turşy mis bilen örtülýär, gurşunyň reňki öçýär we ş.m.

Gämileriň suwdaky bölüminiň suwda iýilmesi, her hili erginleriň täsirinde himiki apparaturalaryň döwürmegi, nebit we gaz turbageçirijileri we ş.m. korroziýanyň nusgasy bolup bilýär.

Maşynlar, gurluşyk konstruksiýalary we başga önümler görnüşinde her ýyl korroziýanyň netijesinde metall bölekleyin ýa-da бүтүнлейin dargaýar, önümiň hili peselýär we olar işe dereksiz bolup galmagy ähtimal.

Korroziýa halk hojalygyna uly zyýan ýetirýär. Senagatda, oba hojalygynda, gurluşykda, ýol ulaglarynda köp sanly maşynlaryň we mehaniki gurnamalaryň bolmagy sebäpli, olary goramaklyk halk hojalygy üçin iň uly mesele bolup durýar.

Korroziýa sebäp bolýan sreda baglylykda, iki görnüşli korroziýa bolýar: himiki we elektrohimiiki.

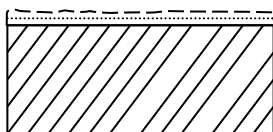
Himiki korroziýa: gury gažlaryň ýa-da ergin elektrolit dälleriniň (benžin, ýag we ş.m) we şonuň bilen bir wagtda metallaryň gažlar bilen ýokary temperadurada täsirleşmeginde himiki korroziýa bolup geçýär.

Elektrohimiiki korroziýa. Metallaryň we splawlaryň suwuklyklary - elektrolitler, tok geçirýänler (suw, bug, dužlaryň suwdaky ergini, aşgarlar, kislotalar) bilen

täsirleşmeginde bolup geçýär. Bäräk atmosferadaky korroziýada (Atmosfera korroziýasy) degişli, sebäbi howada metaly inçe plýonka bilen örtýän arza kân çyglyk bar.

Häsiýeti we dargaýyş ýeri boýunça korroziýa şeýle görnüşli bolýarlar: üstleýin (tutuslaýyn, deňölçegli) – metalyň dargamagy tutuş üsti boýunça deň ölçegli bolmagy bilen häsiýetlendirilýär (a sur).

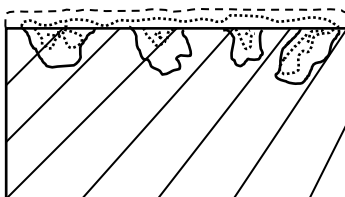
a) Üstleýin korroziýa



Bu görnüşli korroziýa arassa metallarda duş gelýär, ony tapmak ýeňil, egerde ony aýyrmasynda azyndan detalyň darganlygynyň derejesini we ulanylyş möhletini kesgitlep bolýar.

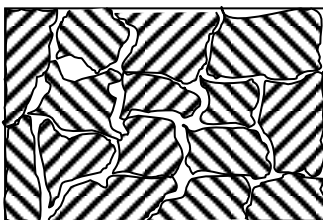
Ýerli. Metallaryň aýry ýerinde, käte uly bolmadyk ýerlerdede dargaýar we bildirtmän metalyň içine ýaýrap gitýär.

b) Ýerli korroziýa



Bu korroziýanyň howply görnüşi. Umuman ol sypçyrylan, jaýyk atan ýerlerde we metaly detallaryň tekiz üstäniň mehaniki zaýalanma bolan ýerlerinde başlaýar.

Kristalikara (interkristaly): üstde hiç-hili üýtgeşme bolmalyk bildirtmän, ol kristallaryň kenarlary bilen metalyň içine tarap ýaýrap gidýär (sur w) we ulanylyşda şol detallaryň göni dargamagyna getirýär.



Kristalikara korroziýanyň özgermegine metallaryň içindäki däneleriň kenarynyň üsti bilen başga bir goşulma täsir edýär.

Howa (takygy onuň kislorodynyň) korroziýasy hususan himiki reaksiýanyň netijesinde bolup geçýär. Bu hili korroziýa metalyň üstüne çyg ýok ýagdaýynda bolup bilýär-metalyň üsti çyg bilen örtülen ýagdaýynda elektrohimiiki reaksiýa (korroziýa) bolup geçýär. Şu sebäpden umuman gaz, korroziýasy geçmek üçin metalyň üsti gury bolmaly. Bu şetr bolsa temperatura ýokary bolanda we metalyň üstündäki çyg bug gaz halyna öwrüleninden soň kanagatlandyrylýar.

Gaz korroziýasynyň netijesinde korrozilaşýan materialyň üstünde oksid perdesi emele gelýär. Bu perde özüniň fiziki-himiki häsiýetine baglylykda we materialyň hem gaz (bug) gurşawyň tebigatlaryna baglylykda belli bir temperatura çenli şol materialyň üstünde bolup geçýän himiki reaksiýasynyň geçmegini duruzýar. Netijede materialy gelejekki korroziýalaşmaktan goraýar. Bu hili ýerde “gorabiliji” ýa-da “goraýjy” oksid perdeli diýilýär. Bu perde berk, dykyz bolýar we materialla jebis ýapyşyp onuň üstüne korroziýa hadysyny döredýän gazy goýbermeýär.

Eger emele gelen perde küpürsi (gowşak, öýjük-öýjük, pytrap duran) bolsa onda oňa “gorapbilmeýän” perde diýilýär. Sebäbi bu perdeden materialyň üstüne barýan gaz azdyr-köp päsgelsiz geçip bilýär we perde korroziýa hadysasyny düýbünden togtadyp bilmeýär.

Senagatda gaz korroziýasy örän köp duş gelýär: gyzdyryjy peçleriň metal şaýlarynyň korroziýalaşyp ýumrulmagy, metallary termoişläp bejerilende olaryň korroziýalaşmagy we ş.m. başgalar.

Şeýlelikde, metallaryň howa we gaz korroziýasy diňe ýokary temperaturalarda howanyň we gazyň “gury” hallarynda geçip bilýär.

Gaz korroziýasynyň tizligi metalyň tebigatyna, we onuň üstünde korroziýa zerarly emele gelýän oksid perdesiniň “gorapbilijilik” ukybyna bagly. Meselem, demir (polat) howa korroziýasyna sezewar edilende $575\div 600^{\circ}\text{C}$ çenli onuň üstünde emele gelen oksid perdeli “goraýjy” perde bolýar we $< 600^{\circ}\text{C}$ -

da demriň (poladyna) korroziýalaşmagyny kesýär (tandadýar). Emma 600°C-dan ýokary temperaturada ol perde küpürsi bolýar we “goramak” ukybyny ýitirýär-demriň üstüne kislorod gelip başlaýar we korroziýanyň tizligi birden ýokarlanýar.

Polatlara we reňkli metallara kisloroddan başgada SO₂, H₂S, HCl-yň bugy, Cl₂, H₂ (basyş 10 MPa köp) we başga gazlar güýçli täsir edýärler. Bulardan has howplylary Cl₂ we HCl-yň bugy. Bularyň we beýleki agzalan gazlaryň täsirleri metalyň häsiýetlerine (tebigatyna) pes temperaturanyň ululygyna bagly. Meselem. Gury Cl₂ temperatura 200°C –dan ýokary , HCl 300°C-dan ýokary, SO₂, kükürdiň bugy we NO₂≈500°C–da, H₂S 500°C-dan ýokary bolanda polady korroziýalaşdyryp başlaýarlar (temperatura) 500°C–dan pes bolanda H₂S adaty polatlary korroziýalaşdyрмаýar.

Ýokarda agzalan hyjuwly (agressiw) gurşawlar reňkli metallara başga temperaturalarda täsir edýärler. Meselem, Cl₂ temperatura 300°C ýokary bolanda misi (Cu), 540°C-dan ýokary bolanda nikeli (Ni) korroziýalaşdyrýar. Emma kükürdiň we kükürt birleşmeleriniň buglary ylaýtada H₂S, nikeli eýýäm 300°C–dan ýumurýar. Kislorodyň barlygynda H₂S mise örän güýçli täsir edýär, SO₂ bolsa diňe 700÷900°C-da misi ýumrup başlaýar.

Gurşawyň düzüminde suw bugy bolsa, onda ähli metallaryň gaz korroziýasy üzül-kesil ýokarlanýar. Netijede, olary şol gaz gurşawynda ulanmak temperaturasynyň çäkleri örän peselýär.

8.2. Metalary korroziýadan gorap saklamaklyk.

Metallary korroziýadan gorap saklamagyň düýp maksady metallaryň dargadyjy sreda bilen täsirleşmesini ýok etmektir.

Bu maksada esasan önümleriň üstüne metally we metally däl maddalary çaymak bilen ýetirilýär.

Bu çaymalar örän inçe bolsada (millimetrden ýüz käte

müň esse inçe) önümleriň ulanylyş möhletini uzaldýar.

Mehaniki önümleriniň korroziýadan goraýyş usullarynyň esaslary:

1. Metally çayma.
2. Metally däl çayma.
3. Himiki çayma.
4. Protektorlar bilen goramak.
5. Legirlemek.

Metally çayma: başga korroziýa çydamly metallar bilen ýonekeý metally önümleriň üstüni goramak.

Metally çaymak üçin (galaýy, nikel, mis, hrom, sink, kadmiý) ulanylýar.

8.3. Metally çayma usullar.

Eredilen metala batyryp çykarmak:

1. Elektrolitiki (galwaniki) proses bilen.
2. Diffuzion usul bilen metalizirlemek.
3. Serpmek usuly bilen.
4. Plakirlemek usuly bilen.

Eredilen metala salynan metalyň üstünde goraýjy plýonka emele gelýär, ol plýonkalar korroziýa çydamlylykdan başgada ýokary mehaniki berklige eýedirler. Bu usul bilen detaly galaýy bilen örtýärler; sink (sinklemek) – tekiz üst demirleri simleri we käbir kiçi önümleri örtmek üçin ulanylýar.

Kadmiý (kadmirmek).

Hrom (hromirmek).

Nikel (nikellemek) we başga reňkli metallar we splawlar bilen.

Elektrolitiki çayma – Detallary korroziýadan goramaklygyň iň oňat usuly. Üstünden tok geçirilýär elektrolit erginine batyrlanda detallaryň üstüne metal ýelmeşmesine aýdylýar. Şeýlelik-de önümleri nikellemek, hromlamak we mislemek amala aşyrylýar.

Diffuzion metalizirlemek. –Termohimiki işläp

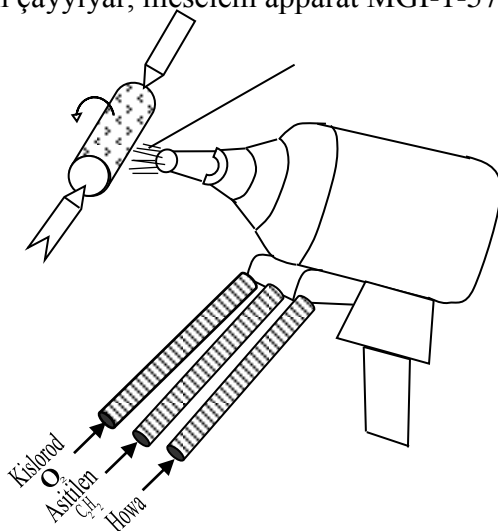
bejermäge degişlidir.

Serpmek usuly: bu önümiň üstüne eredilen metaly serpmekdir, oňa şeýle hem elektrometalizasiýa diýilýär. Bu usul giňden ulanylýar we detallaryň üstüne metal çaymanyň iň uniwersal usullaryň biri bolup durýar, bu usul bilen islendik formadaky we islendik ululykdaky materialy saýlap bolýar.

Prosesiň manysy, ergin metaly eredip gysylan howa akymy ýada başga bir gaz akymy bilen eredilen metaly serpmekdir. Güýçli tizlige eýe bolan metaliki bölekler üst süýşüp ýelmeşip galýar.

Çaymanyň galyňlygy 0,02 mm-den başlap hem uly bolup bilýär.

Çayma elektrodugaly we gazly apparat-metalizatoryň kömegi bilen çayylýar, meselem apparat MGI-1-57.(sur seret).



Gazly apparat-metallizator
MGI-1

Plakirlmek. Prokatka wagtynda bir metaly başga metal bilen örtmeklige aýdylýar. Bu usul bilen metalurgiki zawodlarda daşy poslamaýan polat ýa-da mis bilen çayylan polat plakirlenen dýuralýuminiý we başga materiallary alynýar,

olara başgaça bimetaliki hem diýilýär.

Metally däl çayma: Detalyň üstüne ýagly kraska, lak, emal we ş.m. ýa-da üstüne mineral ýaglar çalmagy bilen amala aşyrylýar.

Ýagly kraskalar. Olaryň taýýarlanylşy mineraliki ýa-da organiki gelip çykan gury kraskalar bilen guraýan ýa-da ýarymgurak ýaglar we oliflar garyşdyrylýar.

Laklar. Belli bir temperaturada smolanyň ýagda ýa-da başga eredijilerde eredilmegidir. Lakokraskaly çayma hemme korroziya garşy çäýmalaryň 70%-idir.

Emallar. Atmosfera korroziýasyna suwuň täsirine, mineral we organiki turşulara, duruň erginlerine we ş.m. garşy durnukly we örän port. Emal çäýmany himiki apparaturanyň we nahar iýilýän jamlaryň daşyna edilýär.

Çalma. Metal önümleri saklamakda we başga ýerik geçirilende gorag serişdesi bolup dur. Başga ýerik geçirilende we saklanylanda şonuň ýaly çalmalar ulanylýar: tehniki wazelin-mehanizmler maşynlar we aýry detallar üçin, bu görnüşli çälmalaryň möhleti 6-8 aýdyr.

Korroziýa garşy çalma – polatdan ýasalan detallar (ätiýaçlyk bölekler) üçin.
Gümmirlemek

Metaly rezin ýa-da ebonit bilen çäýmak usuly bolup, bu usul himiýa senagatynda we suw arassalaýjy sistemalaryndaky apparatlary korroziýadan görämaklygyň görnükli usulydyr.

Himiki çäýma. Emeli usul bilen oksidiň plýonkasy döredilýär. Esasy metalda saklanýan okislenmeler korroziýa garşy örän durnukly.

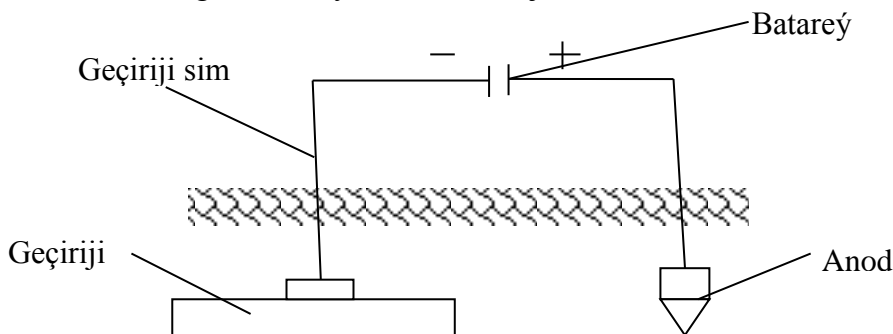
Munuň üçin metaly gowy edip arassalaýarlar we güýçli okislendirýän sreda täsir etdirýärler. Bu görnüşli himiki çäýmany şeýle tapawutlandyryrlar, okislenmek we fosfotirlenmek (gara metallar üçin), anodlamak(alýumin splawlary üçin), hromirlemek (misiň we sinkiň splawlary üçin).

Protektorlar bilen görämak. Önümiň tok geçiriji sredada (meselem deňiz suwunda) bolanda ulanylýar. Şol halda önüme

protektor (metall goraýjy) berkidilýär, ol konstruksiýanyň ýasalan metala garanynda anod bolýar. Galwaniki bag emele gelende anod bolup hyzmat edýän metal dargaýar, we şeýdip protektor özi dargap katod bolup durýan önümi goraýar.

Protektorly gorag esasan giňden suw gämilerinde, gidrawliki uçarlarda, nebit we gaz trubageçirijilerde we ş.m. ulanylýar.

Magistral turbageçirijileriň daşky tok bilen katodly gorawy, mydamalyk tok çeşmesinden katodyň üstünden goralýan turbageçirijä tok geçirilýänliginde jemlenýär, anod bolup elektrolide goýberilen goşmaça plastinalar gulluk edýär. Netijede esasy önüm (turbageçiriji) katod bolýar we korrodirlmegini bes edýär. Galwaniki jübütde anod dargaýar.



Legirlemek. Bu usulda metalyň ýa-da splawyň düzümine goşulmalar girizilýär, olar splawy korroziýa durnukly edýär. Polat üçin munuň ýaly element bolup hrom (12-18%) we nikel (4-8%) hyzmat edýär. Legirlemek usuly bilen poslamaýan, gyzgynlyga çydamly, turşa çydamly polady alýarlar.

Barlag soraglar.

1. Metalda korroziýa diýlip näme düşünilýär? Korroziýanyň görnüşleri.
- 2 Metal we metal däl gatlagy çäýmak nähili amala aşyrylýar? Şu usullaryň her biri nähili ýagdaýlarda peýdalanylýar?
- 3 Legirlemek we himiki taýdan çäýmaklygyň usullary barada gürrüň beriň.
- 4 Protektor usuly bilen metallary gorap saklamagyň esasy näme?

9. Legirlenen polatlar.

9.1. Demriň uglerod bilen erginlerde ulanylýan legirleýji elementleri.

Belli bolşy ýaly uglerodly polatlaryň mehaniki, fiziki-himiki, häsiýetleri şu günki maşyn gurluşygynyň talaplaryny ödäp bilmeýär. Şol sebäpli gerek häsiýetleri almak üçin polady Cr, Mo, Ni, V, Mn, Si, Ti, Al, B, Co we ş.m. ýaly legirleýji elementler goşulýar. Bu prosese legirlemek, alynýan polada bolsa ligirlenen diýip aýdylýar.

Poladyň düzüminde hemişelik garyndy hökmünde margensiň we kremniýniň mukdary 1 % - den kän bar bolsa onda, olara legirleýji elementler diýip hasaplanylýar.

Legirleýji elementleriň goşulmagynyň netijesinde polatlaryň berkligi, gatylygy, iýilmäge durnuklylygy, döwürmeklige we poslamazlyga, garşylygy ýokarlanýar.

Polada goýji elementler demir bilen bilelikde gaty ergin emele getirip biler, sementidiň gözeneginde demriň atomynyň ýerine oturyp, sementitde eräp biler we şeýlelikde legirlenen sementit ýa-da özbaşdak karbit emele getirýär (ýokary mukdarda bolan ýagdaýynda).

Polatlar görnüşlere bölünen mahaly legirleýji elementleriň şertli belenilişi.

Elementleriň atlary	Himiki aňladylyşy	Şertli belenilişi
Marganes	Mn	Г
Kremniý	Si	С
Hrom	Cr	Х
Wolfram	W	В
Wanadiý	V	Φ
Alýuminiý	Al	Ю
Nikel	Ni	Н
Molibden	Mo	М
Titan	Ti	Т
Kobalt	Co	К
Bor	B	Р

Uglerodan, azotdan, wodorodan we kăbir ýagdaýlarda bordan başga hemme legirleýji elementler demir bilen orun tutma gaty ergin emele getirýär . Olar demirde eräp A_3 we A_4 nokatlaryň ýerleşýän ornuna täsir edýär. Ol nokatlar bolsa α we γ demriň gyzgynlyk derejesiniň ýerleşişini kesgitleýär.

Elementleriň köpüsi A_4 nokadyň ornuny ýokarlandyrýar ýa-da A_3 nokadyň ornuny aşaklandyrýar.

Demir-legirleýji elementleriň hal diagrammasynyň shemasyndan görnüşi ýaly margensiň, nikeliň we başgalaryň kesgitlenen mukdaryndan ýokarda bolan ýagdaýynda γ - ýagdaýy normal gyzgynlyk derejesinden ereýän gyzgynlyk derejesine çenli durnukly saklanýar. Şonuň ýaly demir esasyndaky erginlere austenitli diýip aýdylýar .

Wanadiýniň, molibdeniň, kremniýniň we başga elementleriň kesgitlenen çäklerinden mukdary köp bolup hemme gyzgynlyk derejelere durnukly ýagdaýda α - ýagdaýy diýip hasaplanýar. Şonuň ýaly demriň esasyndaky erginlere ferritli diýip aýdylýar. Demriň esasyndaky erginlere we ferritli erginler - başga erginlere garynyňda gyzdyrlanda we sowadylanda öwürlmeler bolmaýar.

Hemme legirleýji elementler ugleroda garanynda, karbit emele getirmeýänlere we emele getirýänlere bölünýärler. Mendeleyewiň periodik tablisasy boýunça karbit emele getirmeýänlere Ni, Co , Cu, Al we başgalar girýär. Karbit emele getirijilere bolsa Mn, Cr, W, Mo, V, Ti, Ta we başgalar degişlidir.

Legirlenen polatlaryň legirlenen ferrit, legirlenen austenit we legirlenen sementit (karbidler) fazalary bardyr.

Legnirlenen ferrt - α demirdäki uglerodyň we legirleýji elementiň gaty erginidir. Legirlenen ferritiň häsiýeti legirleýji elementleriň mukdaryna baglylykda üýtgeýär .

Legirlenen austenit - γ demirdäki uglerodyň we legirleýji elementleriň gaty erginidir. Legirlenen austenidiň berkligi ýokarydyr. Poslama, magnit we elektrik häsiýetleri uly

ara tapawut edýär.

Sementidiň kristal gözeneginde demiriň atomlarynyň bir bölegini legirleýji elementiň atomlarynyň orun tutmagyna legirlenen diýip aýdylýar.

9.2. Legirlenen polatlaryň toparlary we bellenilişi.

Şu wagtky standartlara görä legirlenen polatlar; himiki düziimi, mikrogurluşy we niýetlenilişi boýunça klassifisirlenýär.

Himiki düzümi boýunça; hromly, hromnikelli, hromnikelmolibdenililere bölünýärler.

Gurluşlary boýunça legirlenen polatlar; deňagramlylyk şertlerinde ewtektika çenli (düzümünde artykmaç mukdarda feriti), ewtektikaly (perlit gurluşly), ewtektikadan soňky (gurluşynda artykmaç mukdarda karbit) we ledeburitli polatlarda (gurluşy boýunça suwuk polatdan aýrylýan ilkinji karbit).

Legirlenen polatlaryň wezipesi boýunça; konstruksiýa, gural we aýratyn fiziki häsiýetlere bölünýärler .

Legirlenen polatlaryň markalaryny bellemek üçin harp - san ulgamy kabul edilipdir. Her bir himiki elementi şu aşakdaky baş harplar bilen aňladylýar: Γ - marganesi, C - kremniý, X - hrom , H - nikel, M – molibden, B - wolfram, K - kobalt, P - bor , Φ - wanadiý, Π - fosfor, Δ - mis, Π –seziý, Ψ - (redkozemelniý) seýrek duş gelýän metal.

Markanyň öňünde ýazylan iki sany san uglerodyň mukdaryny ýüzden bir bölekde aňladýar (konstruksiýa polatlar üçin), markanyň öňünde ýazylan bir san uglerodyň mukdaryny ondan bir bölekde görkezýär (gural polatlar üçin).

Ýokary legirlenen poladyň düzümindäki uglerodyň mukdary 0,08 % - den az bolan ýagdaýynda markalarynyň öňünde 0 ýazylýar.

Gural polatlaryň birnäçesinde uglerodyň mukdary 1% golaý bolanda, ýokary legirlenen polatlarda uglerodyň

mukdarynyn aşakky çägi çäklendirilmedik we ýokary çägi bolsa 0,09% ýokary bolmadyk ýagdaýynda markalary belgilenende markalaryň önünde san ýazylmaýar.

Galan ýagdaýlarda harpdan soňky sanlar, şol legirleýji elementleriň prosentdäki mukdaryny görkezýär (eger elementiň mukdary 1% den az bolsa san ýazylmaýar).

Markalaryň soňundaky ýazylan A kükürdiň we fosforyň mukdarynyň çäklendirilendigini aňladýar. Poladyň käbir markalary standarta göre aýratyn belgilenýär. Mysal üçin; çalt kesiji polatlary - P harpy bilen şarikopodşibniklik üçin - III harpy bilen belgileýärler. Eger III harpy markanyň soňunda gelýän bolsa onda ol eredilişini ýagny – elektroşlaklydygyny görkezýär.

9.3. Konstruktion legirlenen polatlar.

Konstruktion legirlenen polatlaryň mehaniki häsiýetleri termiki işlenip bejerişde ön we soň ýokarydyrlar; olar uglerody polatlara garanynda ýenil taplanylýar we uly kesimde gyzarýarlar.

Pes legirlenen polady kebşirlenen konstruksiýalary, geçiriji turbalar we gurluşyk konstruksiýasynyň elementlerini ýasamak üçin ulanylýar. Bu topardaky esasy legirleýji elementler marginis we kremniýdir.

Legirlenen polatlary hökmany himiki – termiki işlenip bejerilýär. Himiki-termiki işläp bejermek üçin esasan sementasiýany ulanylýar. Şonuň esasynda legirlenen polatlar sementitleşdirilenlere we gowulandyrylýanlara bölünýärler.

Hrom 2% golay bolanda termiki işlenilip bejerilen poladyň uly derejede berkligini ýokarlandyrýar. Uly göwrümlü detallaryň бүтін kesimi boýunça mehaniki häsiýetlerini gowulandyrmak üçin marganesi we nikeli goşýarlar. Olar poladyň gyzarmasyny nem çaltlandyrýar. Molibden gowşatma portlugyny ýok edýär, alýuminiý bolsa azotlaşdyrylan gatlagyň gatylygyny ýokarlandyrýar.

Legirlenen polatlar 14 sany topara bölünýärler. Olaryň

atlary hem wezipeleri gabat gelýändir. Maşyn gurluşygynda giňden ulanylýanlaryna hromle polat (15X, 15XA, 15XP, 15XPA, 20X, 20XP markalary), marganesli polat (10Г2, 35Г2, 40Г2, 25Г2 we 50Г2 markalar), hrommarganesli polat (18ХГ, 17ХГТ, 30ХГТ, 40ХГР, 35ХГ2 markalary), hromkremniýlimarganesli polatlar (25ХГСА, 30ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА we 2СХГСА markalar) hromnikelli polatlar (40XH, 45XH, 50XH we 30XH3A markalary), resor - pružin we şarikopodşipnik polatlar (55ГС, 55С2, 50ХГА, 50ХΦА we başga markalar) deňişlidir.

Yrgyldyly podşipnikleri ýasamak üçin ýokary uglerodly hromly ИХ6, ИХ9, ИХ15, ИХ15СТ ulanylýar.

Himiki düzümi (legirleýji elementler boýunça)

Polat	Elementleriň mukdary					Termiki işläp bejermek	
	Uglerod	Marganes	Hrom	Nikel	Beýleki element-ler	Taplama, taplamaň t-sy, we gurşawy	Göýber-me, tem-sy we gurşawy
Hromly polat							
20X	0,17-0,23	0,5-0,8	0,7-1,0			880, howa, ýag	180, howa, ýag
Hrommarganesli polat							
18XГТ	0,17-0,23	0,8-1,1	1,0-1,3		0,03 Ti	880, howa, ýag	200, howa, ýag
25XГМ	0,23-0,29	0,9-1,2	0,9-1,2		0,2-0,3 Mo	850 ýag	200, howa
Hromnikelli polat							
12XH3A	0,09-0,16	0,3-0,6	0,6-0,9	2,75-3,15		860, ýag	
12X2H4A	0,09-0,15	0,3-0,6	1,25-1,65	3,25-3,65		860, ýag	
Hrommarganesli – nikelli polat							
12XГН2ТА	0,13-0,18	0,7-1,0	0,7-1,0	1,4-1,8	0,03-0,09	960, howa	180, howa
Hromnikellimolibdenli polat							
18X2HЧМА	0,14 - 0,2	0,25-0,55	1,35 -165	4,0 – 4,4	0,3-0,8Mo 0,8W	950, nowa	200, ýag

9.4. Elektrotehniki metallar we erginler.

Geçiriji metallar we erginler kiçi udel garşylykly, poslama durnukly, iki tarapdan berk, sowuk we gyzgyn halynda basyşlap bejermäge ukyply, kebşirlemäge we galaýylmaga ýaramly bolmaly. Metallaryň içinde şu talaplary belli bir derejede mis we onuň erginleri, alýuminiý, polat, gurşun, gyzyl, platina hem başga metallar kanagatlandyrýarlar.

Mis - esasy geçiriji materialaryň biri diýip hasaplanylýar.

Demir we polat - has tapyp bolýan we arzan hem-de ýokary mehaniki häsiýetli geçiriji materialdyr. Ýöne muňa garamazdan mise we alýumine poslama durnuklylygynyň pesligi hem-de udel garşylygynyň ululygy sebäpli ulanyşy çäklidir. Sim ýasamak üçin ulanylýan az uglerodly polatlaryň poslamazlygynyň önüni almak maksady bilen olaryň ýüzüni siňkiň ýuka gatlagy bilen örtýärler.

Gurşuny kabeliň daşky gorag örtügin, ýeňil ereýän gorag oturtmalaryny, kislotaly akumulýatorlaryň plastinkalaryny, rentgen gurnawlarynda gorag ekranlaryny ýasamak üçin ulanylýar.

Platina we kümüş ýokary plastiklige eýedir we poslamaga durnuklydyr. Olardan diametri 0,002 mm - lik simler ýasalýar .

Wolframý we molibdeni ýagtylyk çyralarynyň ýagtylyk burumларыny, saklayjy garnaklary, elektrowakum abzallarynyň katodlaryny, elektrik apparaturalarynyň kontaktlaryny ýasamak üçin ulanylýar.

Simaby ýöriteleşdirilen aýryjy relelerde we simap göneldijilerinde suwuk kontakt hökmünde ulanylýar .

Uly udel garşylykly geçiriji materiallar ýokary gyzgynlyk derejesinde okislenmäge durnukly bolmaly we gyzgynlyk derejesiniň koeffisienti kiçi bolmaly. Olara misnikelli (manganlar we konstantanlar), nikelliler we gyzgyna berk erginler degişlidir.

Magnit metallar we erginler ferromagnit häsiýetlidir we magnitgatlara bölünýärler. Bu erginleriň esasy demir, kobalt we nikeldir. Magnit metallary we erginleri özleriniň häsiýetleri boýunça magnitýumşaklara bölünýärler.

Magnit ýumşaklaryndan transformatorlaryň, generatorlaryň we elektromagnitleriň (dinamo we transformator polatlary) serdeçnikleri ýasalýar.

Magnit gatlary ölçeg abzallaryna, radioaparaturalarda oturdylýan hemişelik magnitleri ýasamak üçin peýdalanylýar. Özüniň düzüminde köp mukdarda nikeli we marganesi saklaýan magnitli däl polatlary we polatlary maşynlaryny ýasamak üçin peýdalanylýar.

Magnit polatlarynyň we garyndylarynyň esasy häsiýetnamalary: galyndy induksiýasy, magnit syzyjylygy.

Magnit garyndylary (splawlary) galyndy induksiýasynyň we magnit syzyjylygynyň ululygyna baglylykda bölünýärler:

-gatymagnit garyndylaryna, olar köp galyndy induksiýa, az magnit syzyjylyga eýedir, olar mydamalyk magnit üçin ulanylýar.

-ýumşak magnit garyndylaryna, olar ýokary magnit syzyjylyk bilen häsiýetlendirilýär, bular transformator we dinam polatlary hökmünde bolýar.

Olara deňişliler:

- uglerodly polatlar: Y7, Y10 - uglerod 0,60 – 0,84%;

- hromly polatlar: EX2, EX3 - uglerod 0,95-1,1%, hrom 1,3-1,6%;

- ýörite garyndylar: AA1 (АлНн 1 – Ni 22%, А1 11%), AA2 (АлНн 2 - Ni 24,5%, А1 13%, Cu 3,5%,) we başgalar.

Transformator polatlarynyň ýetmezçiligi onuň portlugydyr, dinam polady özünde kremniýni az saklaýar we onuň üçin hem ol maýyşgak, çеýе, emma az magnitdurnukly.

Ýokary elektrikgarşylykly garyndylar elektrik peçleriniň gyzdyryjy elementlerini we abzallary hem-de reostatlary (reostat garyndylar) ýasamak üçin ulanylýar, olara

aşakky talaplar bildirilýär:

- ýokary udel garşylyk;
- elektrikgarşylygyň pes temperatura koeffisienti;
- ýokary köýmä durnuklylyk, aýratyn hem iş hadysasy mahaly ýokary temperaturada gyzýan elementler üçin.

Gyzdyryjy elementler üçin nikel ýa-da demir esasly garyndylar, reostatlar üçin bolsa mis esasly garyndylar ulanylýar.

Olara degişliler:

Garyndynyň atlary	Poladyň görnüşi (markasy)	Himiki düzümi, % C, Cr, Ni, A1 udel garşylyk.				
Hrominikelli	X15H60 (ЭХН60)	0,15	15,0-18,0	55,0-61,0	-	mm ² /m 1,1 Ом
Hromalýuminiýli	1X16105 (ЭН341)	0,12	16,0-19,0	0,6	4,0-6,0	mm ² /m 1,24 Ом
Reostatly, konstalin	MHMII 40-45	-				
Mangalin, nikelin	MHMII 3-12	-				

9.5. Iýilmäge durnukly austenitli polatlar.

Typyp sürtülýän, ýokary udel basyş we urgy şertlerinde işleýän (traktoryň zynjyrynyň zwenosy we başga maşynlaryň zynjyrlary, üweýjiniň gapdal taraplary (şeki), ýer gazyjy maşynlaryň susguçlarynyň dişlerini demir we tramwaý ýollarynyň krestowinalaryny we başgalary) ýasamak üçin düzüminde 1...1,5 % C, 11...15 % Mn bolan 110ГБЖI austenit poladyny ulanylýar. Bu polatdan hemme detallary metal galyba (kokile) guýup alýarlar. Guýmanyň gurluşy austenitiň däneleriniň serhedinde ýerleşýän austenitlerden we karbitlerden ybaratdyr. Şonuň ýaly karbitleriň ýerleşmesi poladyň berkligini we şepbeşikligini aşakladýar. Şol sebäpli 110ГЗЖI polady 1050...1150⁰C gyzgynlyk derejesinde suwda sowadylyp taplanyar. Şu gyzgynlyk derejesine gyzdyrylanda karbitler austenitde ereýärler. Çalt sowatmak bolsa karbitleriň

ikinci gezek yüze çykmagyna päsgelçilik berýär. Taplamagyň netijesinde gurluşy ugleroddan doýurlan austenitden ybaratdyr.

9.6. Poslamaýan polatlar.

Poslama - daşky sredanyň täsiri netijesinde metallar dargap, olaryň köp ýitgisi bolýar we uly zeel çekilýär.

Metala gazlaryň täsir etmeginiň netijesinde bolup geçýän himiki poslama (daz poslamasy), elektrolitdäller (nebit we onuň önümleriniň), elektrolitleriň (kislotalaryň aşgarlaryň we duzlaryň) täsir etmeginiň netijesinde yüze çykyan elektrohimiki poslama ýaly poslamanyň görnüşleri bardyr.

550 °C gyzgynlyk derejesinden ýokary ýagdaýda haz poslama durnukly polatlara köýige ýa-da gyzgynlyga durnukly diýlip aýdylýar. Elektrohimiki poslama durnuklylara poslama durnuklylar ýa-da poslamaýanlar diýlip aýdylýar.

Poslama garşy durnuklylygy ýokarlandyrmagyň esasy usuly - önümiň üst tekizligine gorag gatlagyny döredýän elementleri goşmakdyr.

Uglerodly we az legirlenen polatlar poslama durnuksyzdyr. Düzüminde köp mukdarda (hromly poslamaýan polatlar) ýa-da hrom we nikel bolan (hromnikelli poslamaýan) polatlara bölünýärler.

Hromly poslamaýan polatlar. Poslamaýan polatlara hromyň mukdary azyndan 12% möçberde bolmalydyr, mundan az bolan ýagdaýynda polat posa garşy durup bilmeýär. Posa oňat durnukly we oňat mehaniki häsiýetli polady almak üçin 13% hromly polady 900-1000°C temperaturada ýagdaýda taplaýarlar, a soňra bolsa $T = 100-700^{\circ}\text{C}$ temperaturada göýberme geçirýärler. Özünde 17, 28% hrom bolan polatlar dürli gurşawda posa durnukly häsiýete eýedir, şol sanda azot we sirke kislotalaryna, emma hromly poslamaýan polatlar kükürt we duz kislotalaryna durnukly däldir.

Hromnikelli OX18A9, 1X18A9 polatlar özünde hloryň we nikeliň köp mukdaryny saklaýarlar. Hromnikelli polatlary

$T=1050-1150^{\circ}\text{C}$ temperaturada adatça suwda taplaýarlar. Hromly polada garanyňda bu polatlar posa köp durnukly häsiýete eýedir, şonuň üçin hem bular himiýa, nebit, transport we azyk senagatynda hem-de awtomobil gurluşygynda örän köp ulanylýar.

Köýgedurnukly we gyzgynadurnukly polatlar we garyndylar.

Köýgedurnukly (gyzgynadurnukly, odadurnukly) polatlara we garyndylara aşakdaky talaplar bildirilýär: gaz korroziýasynyň täsiri netijesinde ýokary temperaturanyň täsiri mahaly üstleriň okislenmäge garşy (himiki zaýalanma) gurmaklygyny, şol bir wagtyň özinde ýokary mehaniki häsiýeti saklamaklygy, syrgyp almaklyga ýokary garşylyk görkezmekligi üpjün etmelidir.

Gorag gatlagyny emele getirmek üçin polatlary hrom, kremniý, alýuminiý ýaly elementler bilen belgileýärler.

Gyzgynadurnuklylyk derejesi ondaky legirleýji elementleriň mukdaryna baglydyr.

Mysal üçin, haçanda hromyň mukdary 5...8% mahaly polat $T = 700...850^{\circ}\text{C}$ tempratura çenli köýgedurnuklydyr, haçanda hromyň mukdary 16...20% mahaly polat $T=850...1000^{\circ}\text{C}$ tempratura çenli köýgedurnuklydyr, a haçanda hromyň mukdary 25...30% mahaly polat $T=1000...1200^{\circ}\text{C}$ tempratura çenli köýgedurnuklydyr.

Bular kotloturbinogurluşygynda, iş hadysasy mahaly ýokary tempratura çenli gyzyýan klapanlary ýasamakda ulanylýar. Bu polatlar: hromnikelwolframly, hromnikelli, hromnikelkremniýwolframly polatlar degişlidir.

9.7. Aýratyn ýylylyk we maýýşgak häsiýetli erginler.

Kesgitli termiki giňeliş koeffisientli material hökmünde düzümi köp nikelli demirnikelli erginleri ulanylýar. Pressizion mehanizmlerde uzynlygyň etalony hökmünde inwar erginini (36H). Onuň düzüminde 36 % nikel bardyr. Inwar ergini

gyzgyňlyk derejesiniň 0...100 °C aralygynda giňelmeýär. Ony takyk enjamlaryň detallaryny ýasamak üçin peýdalanylýar. Inwardan ýasalan detallar gyzgyňlygyň derejesi üýtgesede, olar öz ölçeglerini üýtgetmän saklamalydyr.

Bu garyndylar özüde nikelin köp mukdaryny saklaýar.

Garyndynyň atlary	Görnüşi (markasy)	C	Ni	Cr
Inwar	A36	0,25	35 - 37	0,20
Platinin	A48	0,25	47 - 49	0,20
Elinwar	X8H36	0,3 - 0,4	35 - 37	7 - 8

Inwar garyndysy edil penjire aýnasynyňky we platinanyňky ýaly giňelme koeffisientine eýedir, ol elektrolampalarda ulanylýar.

Elinwar garyndysy 100°C temperatura çenli üýtgemeyän, mydamalyk çeyelik modulyna eýedir, olar sagat pružinlerini, kamertonlary, maýatnikleri, hronometrleri we ş.m.ýasamak üçin ulanylýar.

Aýna wakuum-turbajyklarynyň sepini bitirmek üçin kowar (29HK) ergini ulanylýar. Onuň düzümi 29% nikelden ybaratdyr. Kowaryň çyzyk boýunça giňelme koeffisienti aýnanyňka ýakyndyr.

Aýratyn maýyşgak häsiýetli erginlere maýyşgaklyk modulynyň kiçi gyzgyňlyk derejeli koeffisientlisi degişlidir. Olardan anyk abzallaryň burunlary we başga maýyşgak elementler ýasalýar. Olar kesgitlenen gyzgyňlyk derejesiniň arasynda hemişelik maýyşgaklyk moduly bolmaly. Bu talaplara elinwar görnüşli erginler kanagatlandyrýarlar. Mysal üçin, 42HXTiO görnüşli erginiň düzümi 42% Ni, 5,5% Cr, 2,7% Ti, 0,75% Al-den ybaratdyr.

950 °C taplap suwda sowadylandan soň, ergin austenit gurluşdan ybarat bolýar. Kiçi berkligi bilen, ýokary plastiklige eýe bolýar. Elinwary inçe (0,1...0,2mm) lenta we diametri 0,3 ...5 mm-e deň sim görnüşinde ulanylýar.

Barlag soraglary.

1. Legirleýji polady almak üçin haýsy legirleýji elementler polada goşulýarlar?
2. γ - hal ýagdaýy diýip näme hasaplanýar?
3. α - hal ýagdaýy diýip nähili ýagdaýa aýdylýar?
4. Legirlenen ferrit barada öz düşüňjäňizi aýdyp beriň.
5. Legirlenen austenit barada öz düşüňjäňizi aýdyp beriň.
6. Legirlenen polatlaryň nähili toparlary bar?
7. Legirlenen polatlar nähili belgilenýär?
8. Konstruksiýa polatlar barada öz düşüňjäňizi aýdyp beriň.
9. Elektrotehniki metallar we erginler barada öz düşüňjäňizi aýdyp beriň.
10. Ýilmäge durnukly austenit polatlar barada öz düşüňjäňizi aýdyp beriň.
11. Poslamagyň nähili görnüşleri bar?
12. Haýsy polatlar aýratyn ýylylyk we maýyşgak häsiýetli erginlere degişlidir?

10. Gural polatlary.

10.1. Kesiji gurallar üçin polatlar.

Demriň uglerod bilen bilelikdäki splawyna (garyndysyna) haçanda uglerodyň mukdary 0,65% köp bolan ýagdaýyndaky garynda we şonuň netijesinde ýokary gatylygy bilen tapawutlanýan polada instrumental polatlar diýilýär.

Olaryň ekspluatasion we tilsimat häsiýetlerini gowulandyrmak üçin olaryň düzümine legirleýji elementleri goşýarlar we olara legirlenen polatlar diýilýär. Legirleýji garyndylar hökmünde ulanýarlar: hrom (Cr) – X ; wanadiý (V) – Φ; nikel (Ni) – H; kobalt (Co) - K; magniý (Mn) – Γ; titan (Ti) – T; molibden (Mo) - M; nobeliý (No) - Б; kremniý (Si) – C; tantal (Ta) – Ta ; wolfram (W) – B we ş.m.

Kesiji gurallara: burawlar, kesgiçler, metçikler, frezalar, protýažkalar we ş.m. degişlidir. Gurallaryň iş şertlerini göz önünde tutup, olara kesgitli talaplar bildirilýär. Kesiji gurallar üçin niýetlenen polatlaryň gatylygy, iýilmäge we gyzgynlyga durnuklylygy işläp bejerilýän materialyňkydan ýokary bolmaly.

Kesiji gurallar uglerodly, legirlenen we çalt kesiji polatlardan ýasalýar. Çalt kesýän polatlary ýokary legirlenen polatlar diýlip hasaplanýlar.

Uglerodly gural polatlar Y7, (Y7A), ..., Y13, (Y13A) we başga uglerodly polatlara birden we güýçli urga sezewar bolup işlemeýän gurallary (burawlary, plaşkalary, metçikleri, razwýortkalary, kesgiçleri, frezalary, demir kesiji pyçgylary, igeleri, şaberleri we başgalar) ýasamakda ulanylýar.

Uglerodly gural polatlaryň markalary şu aşakdaky ýaly okalýar. Mysal üçin Y7: Y - uglerodly polatlara degişlidigini; 7 - gural poladyň düzüminde uglerodyň ondan bir böleginiň barlygyny prosentde görkezýär. Ýokary hilli polatlaryň markalaryny hilli polatlardan tapawutlandyryp aňlatmak üçin birinjiniň soňunda A - harpy goýulýar.

Uglerodly gural polatlary kiçi tizlik bilen işleýän gurallary ýasamak üçin peýdalanylýar. Gural bilen işlenip bejerilýän materiallaryň arasyndaky döredýän gyrgyzlygyň derejesi 190...200 °C ýokary bolan ýagdaýynda işlenende, gural gatylygy peselýär.

Legirlenen gural polatlara uglerodly polatlara garanyňda gyrgyzlyga aşa durnuklydyrlar. Olar uly çuňluk bilen gyzarýar we gowy taplanýar. Taplananda ýagda sowatmaga mümkinçilik berýär. Ol bolsa guralyň deformasiýasyny we ýarsmagyny azaldýar.

Bu polatlar aşakdaky ýaly ulanylýarlar:

9XO - tegelek we lenta görnüşli pyçgylary, sowuk halda metallary kesmek üçin ulanylýan pyçaklary ýasamak üçin;

11X - diametri 30 mm çenli we gyrgyz sredada taplanýan metçikler we başga keseji gurallary ýasamak üçin;

13X - sakgal syrýan maşynyň pyçagyny, almazy, ýiti hirurglaryň gurallaryny, şaberleri, hatam (grawit) gurallaryny ýasamak üçin;

9CX - burawlary, razwýortkalary, metçikleri, plaşkalary, frezalary ýasamak üçin;

XBГ we 9XBГ - kesiji gurallary, hyr kalibrlaryny, protýažkalary, plaşkalary uzyn metçikleri we razwýortkalary ýasamak üçin gerek ;

XBCГ - tegelek plaşkalar, razwýortkalar, uly. protýažkalar we başga kesiji gurallary ýasamak üçin.

Polatdaky esasy elgirleýji element hrom (X) hasaplanylýar. Onyň polatdaky mukdary 1,3...1,65 -e çenli bolup bilýär. X - hromly polady tokar kese - ýasy ýonuujy we boý - ýasy ýonuujy stanoklaryň kesgiçlerini ýasamak üçin peýdalanylýar.

Çaltkesiji polatlar – ýokary tizlikde, güýçde we kesmek temperaturasynda işleýän kesiji instrumentleri ýasamak üçin ulanylýar. Bu polatlar aşakda getirilen häsiýetler bilen tapawutlanýarlar:

- ýokary iýlip zaýalanmaga durnuklylyk ;
- ýylylyga durnuklylyk;
- maýyşgaklyk.

Çaltkesiji polatlar iki topara bölünýärler:

1-nji topar – wolfram we molibden bilen legirlenen hem-de özüniň düzüminde 2 % çenli wanadiý bolan polatlar (P18; P12; P9; P6M5; P6M3 we başgalar.)

2-nji topar – wolfram we kobalt bilen legirlenen hem-de özüniň düzüminde 2% köp wanadiý bolan polatlar (P18Φ2; P14Φ5; P9Φ5; P10Φ5K5; P9K10 we başgalar). Bu ýerde , harp “P” - çaltkesiji; 18 – wolframynyň mukdary %.

Çaltkesiji polatlarda uglerodyň mukdary, kada hökmünde 0,7...1,5 %-den köp bolmaýar, hromyň mukdary bolsa 3...4,4%-den köp bolmaýar, we beýleki elementler bolýar.

Çaltkesiji polatlaryň ýokary ekspluatasion häsiýetlerini olaryň wolfram, wanadiý, molibden bilen legirlenmegi üpjün edýärler, sebäbi olar uglerod birleşip karbidleri emele getirýärler. Uglerodly we peslegirlenen polatlara garanyňda çaltkesiji polatlaryň iýilmäge durnuklylygy 3-5 esse ýokarydyr.

- ýylylyga durnuklylyk 620⁰C düzýär, haçanda kobalt bilen 640⁰C legirlenen mahaly.

- olary gyzdyrylan ýagda we howada taplaýarlar.

- olar ýokary tilsimat häsiýetlere hem eýedirler.

Çalt kesýän polatlary uýy tizlik bilen, agyr şertlerde işleýän kesiji gurallary ýasamak üçin peýdalanylýar. Kesgiçleriň, burawlaryň we gurallaryň hili çalt kesýän poladyň hiline, guralyň ýasalyşynyň we taplanyşynyň hiline baglydyr. Çalt kesýän polatlaryň ýokary çylşyrymly legirlenen polatlar diýip hasaplanýar.

Çalt kesýän polatlaryň uglerodly polatlara garanyňda, ýokary gyzgynlyga (615...635 ⁰C çenli) durnuklylygy üçin, kesgijiň tizligi 2...4esse, guralyň durnuklylygyny 10...30 esse artdyrmaga mümkinçilik berýär.

10.2. Ölçeyji gurallar üçin polatlar.

Ölçeyji gurallaryň ýokary gatylygy, iýilmäge durnuklylygy bolmaly we ulanylýan wagtynda öz ölçeglerini saklamalydyr. Olary ýasamak üçin X, 12X, XГ, X9 ýaly legirlenen polatlar; Y8...Y12 ýaly uglerodly gural polatlar; polat 20 ýaly sementirlenen ýönekeý polatlar; 38X2IOA ýaly azotlaşdyrylan polatlar ulanylýar. Bu polatlary taplanandan soň pes gowşadylan ($150...160^{\circ}\text{C}$) ýokary gatylyga eýe bolýarlar. Ölçeg gurallarynyň zaýalanmagynyň önüni almak üçin käbir ýagdaýlarda taplanandan soň, olary sowuk bilen hem işläp bejerilýär ($60...70^{\circ}\text{C}$). Sowuk bilen işläp bejerilende austenidiň doly öwrülmesi bolup geçýär. Soň bolsa $12...24$ sagadyň dowamynda $120...130^{\circ}\text{C}$ gowşadylýar. Şonuň ýaly işlenilenden soň gatylygy HRC 62...64 deň bolýar.

10.3. Galyp üçin polatlary.

Galyp polatlary sowuk we gyzgyn halynda deformirlenmek üçin ulanylýanlary ýasalyan polatlara bölünýär.

Sowuk halynda deformirlenmek üçin ulanylýan gural polatlary uly ölçegde bolmadyk (diametri 25...30 mm), ýönekeý şekilli, ýeňil şertlerde işleýän galyplary Y10A, Y11A, Y12A uglerodly gural polatlaryndan ýasalyar.

Kesimi 75...100 mm - den köp bolan, çylşyrymly şekilli agyr şertlerde işleýän galyplary X, XБГ, 7XГ2BM polatlardan ýasalyar. Bu polatlardan taplap ýagda sowadylýar. Ýagda sowadylanda deformirlenmesi bilen bir derejede azalýar.

Aýratyn köp iýilýän, has uly galyplary ýasamak üçin X12M we X12Φ1 polatlary ulanylýar. Bu polatlary ýakylandan soň düzümindäki karbidiň mukdary 31...16 % - ne ýetip, detalyň iýilmäge ýokary durnuklylygyny üpjün edýär.

X12M polatlardan ýasalan galyplara $1000...1050^{\circ}\text{C}$ we X12Φ1 polatdan ýasalan galyplara bolsa $1040...1070^{\circ}\text{C}$

gyzgyňlyk derejesinde taplap, 150...170 °C hem gowşadylýar. Şular ýaly işlenip bejerilen guralyň gatylygy HRC 60...63 deň bolýar.

Uly urgy agramy bilen işleýän gurallary (pneumo çapgyçlary, gysyjylary, metaly sowuk halynda kesmek üçin ulanýan gaýçylary) ýasamak üçin 4XC, 6XC, 4XB2C polatlary ulanylýar. Olaryň düzüminde 0,4...0,6 % uglerod bolup, ýokary şepbeşiklikdir. Bu polatlary 840...900 °C gyzgyňlyk derejesinde ýagda taplap, HRC 50...55 gatylyga çenli 240...270 °C gowşadylýar.

Gyzgyn halda deformirmek üçin gural polatlary. Metallary gyzgyn halynda defomirmek üçin galyplyk polatlary ýokary gyzgyňlyk derejesinde mehaniki häsiýetleri ýokary bolmaly. Köp gyzdrylanda we sowadylanda jaýryk emele getirýän saklamaly. Şulardan başgada bu polatlar gymzaga ýokary ukyply bolmaly we gowşatmadaky porluga duýgur bolmaly.

Urgyly işleýän dürli galyplar üçin 5XHM we 5XГМ - polatlary ulanylýar. Bu polatlara (200...300 mm çenli) gyzarmak mahsusdyr. Şu markaly polatlary 820 ...860°C gyzgyňlyk derejede ýagda sowadylyp taplanýar. Ýokary şepbeşikli karbit gurluşy polady almak üçin 500...580 °C - da gowşadylýar. Gowşadylandan soňky gatylygy HRC 35...45 deň bolýar.

Süýündiriji we basyjy (wysadoçnyý galyplar şeýle-de metaly basyş bilen guyup almak üçin pres - şekilleri ýasamak üçin ýokary gyzardyjylykly (3X2B8Φ, 4X5MΦ1C, 4X3B2Φ2M2 we başgalar) polatlar ulanylýar.

1070 °C 4X5MΦ1C polady gyzdryyp we ýagda sowadyp taplap, 610...620°C gowşadylandan soňra HRC- 45-deň gatylygy alyp bolar .

Barlag soraglary.

1. Kesiji gurallar nähili polatlardan ýasalýar?
2. Y7 (Y7A) haýsy poladyň markasyny aňladýar we nähili okalýar?
3. Uglerodly gural polatlarynyň artykmaçlyklaryny aýdyp düşündiriň.
4. Uglerodly gural polatlary haýsy gyrgyznylyk derejesiniň aralygynda çalt kütelýär?
5. Legirlenen gural polatlaryndan nähili gurallar ýasalýar?
6. Legirlenen gural polatlarynyň markalarynyň aňladylyşy we okalyşyny düşündiriň?
7. Çalt kesýän polatlardan haýsy gurallar ýasalýar?
8. Ölçeg gurallary ýasalýan polatlary taplananda näçe gyrgyznylyk derejesine çenli gyzdyrylýar we haýsy sowadyjy serişdede sowadylýar?
9. Galyp polatlaryndan nähili şertlerde işleýän galyplar ýasalýar?
10. Ölçeg gurallary haýsy polatlardan ýasalýar ?

11. Reňkli metallar we erginler.

11.1. Mis we onuň erginleri.

Mis agyr reňkli metal, onuň dykzlygy $8,94 \text{ t/m}^3$. Erediş gyrgyzlyk derejesi $1083 \text{ }^\circ\text{C}$, gaýnamasy $2360 \text{ }^\circ\text{C}$ gyrgyzlyk derejesinde bolup geçýär, kristal gözenegi gran merkezleýin kublydyr. Ýakylandan soň arassa misiň mehaniki häsiýetleri: $\sigma_B=220...240 \text{ N/sm}^2$, HB 45, $\delta=50\%$, $\Psi =75\%$. Arassa misi elektrotehniki maksatlary üçin ulanylýar (simler, kabeller, şinalar we ş.m.). DUST-a görä tehniki misi on sany marka bölünýär: MOO (99,99% Cu), MO (99,95% Cu), M1 (99,90% Cu), M2 (99,70% Cu), M3 (99,50% Cu), M4 (99,0% Cu), M0p, M1p, M2p, M3p.

Mis howanyň we suwuň täsirine durnukly, ýöne kükürtli gazlarda we ammiakda okislenilýär. Mis ýeňillik bilen basyş arkaly işlenilýär. Ýöne kesip işlenilip bejerilişi ýaramaz. Çökündililigi sebäpli guýma (liteýnyýe) häsiýeti ýokary däl.

Ýokary bolmadyk, mehaniki we tilsimaty häsiýetleri sebäpli, arassa misi maşyn gurluşygynda seýrek ulanylýar. Bu erginler özläriniň berkligi, gowy işläp bejerip bolýandygy we guýma häsiýetleriniň gowulygy bilen tapawutlanýarlar.

Latunlar - mis bilen sinkiň erginidir. Latunyn gurluşy we şonuň netijesinde häsiýeti onuň düzümindäki sinkiň mukdaryna baglydyr.

Latunyň ýönekeý (ikili), ýagny diňe misden we sinkden ybarat bolan çylşyrymly (legirlenen) görnüşi bardyr. Legirlenen misden we sinkden başga- da ýene-de düzüminde bir ýa-da birnäçe legirleýji elementler bolýar.

Olardan käbirlerini (alýuminiý, nikel, demir) latunyň düzümine goşup onuň mehaniki häsiýetini gowulandyryýarlar.

Adaty latunyň markasyny ЛI harpy bilen belgilenýar. Sonky iki sany san bolsa, latunyň düzümindäki misiň mukdaryny görterme görkezýär. Adaty latunyň 7 sany markasy bar (ЛI99, ЛI90, ЛI85, ЛI80, ЛI70, ЛI58, ЛI62).

Legirleýji elementler harp boýunça şu aşakdaky ýaly aňladylýar:

A - alýuminiý, Б - berilliý, Ж - demir, К - kremniý, Мн - marganes, Mg - magniý, Н - nikel, О - galaýy, С - gurşun, Ц - sink, Х - hrom. Olaryn markalarynyň ýazylyşy:

ЛС74-3, ЛС60-1 - gurşunly latunlar;

ЛЮ70-1 we ЛЮ62-1 - galayýly latunlar;

ЛН65-5-nikelli latun, (podşipnikleriň wkladyşlary, pružinleri ýasalýar).

ЛД67 - alýuminli latunlar (podşipnikler, wtulkalar, poslama

ЛДЖ60-1-1-durnukly detallar).

Bürünçler - misiň galaýy, alýumin, gurşun, kremniý, berilliý, hrom, surma, marganes bilen erginidir. Käbir bürünçlere demir we nikel hem goşulýar. Oň bürünç diňe mis bilen galaýynyň ikillik sistemasyna degişlidir. Şu wagt misiň esasynda täze erginler işlenilip taýýarlanylady. Galaýynyň ýerini käbir ýagdaýlarda doly başga elementler bilen çalşylýar. Bürünçler şu aşakdaky ýaly markalaşdyrylýar. Markanyň başynda Бр - bürünç diýip belgilenýär. Soň bolsa bürünjiň düzümine girýän elementleri aňladylyşy boýunça ýazylýar. Elementleriň yzyndaky sanlar bolsa olaryň mukdaryny prosentde görkezýär.

Bürünçde latunyňky ýaly misiň mukdary görkezilmeýär. Onuň mukdaryny galanlaryndan aýryp kesgitleýärler. Mysal üçin БрОФ 10-1 düzüminde 10% galaýy, 1% fosfor we 89% mis we belli däl garyndylar.

Bürünçdäki legirleýji elementleriň komponentleriniň mukdary boýunça galayýly we galayysyz görnüşlere bölünýärler:

galayýly bürünçler БрОС4-3, БрОЦС 4-4-2,5, БрОЦСН3-7-5-1 we başgalar;

alýuminli bürünçler БрА5, БрА7, БрАМs9-2,

БрАМs9-2L we başgalar; berillili bürünçler БрБ2,

БрБНТ1,7, БрБНТ1,9 we başgalar;

kremnili bürünçler БрКМs3-1, БрКНl-3 we başgalar;
gurşunly bürünçler БрC30, БрCH60-2,5 we başgalar.

Gurşunly bürünçler, esasan podşipnikler üçin ulanylýar
(Бр C30, Бр CH60-2,5 we başgalar.)

Alýuminli bürünçler gurşunly bürünçlerden berk we
posa durnukly, ýöne ýaramaz guýulýar. Olar dürli
armaturalary, dişli tigrileri we ş.m. ýasamak üçin ulanylýar.
(aňladylyşy Бр А7, Бр АМg-9-2 we başgalar.)

Berillili bürünçler (Бр Б2, Бр БНТ-1-7-1, Бр БАТ 1,9)
elktro, radio-tehnika, sagat senagatynda pružinleýji we
uçgun çykarmaýan kontaktlary ýasamak üçin ulanylýarlar.

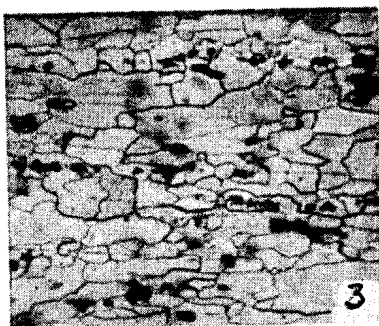
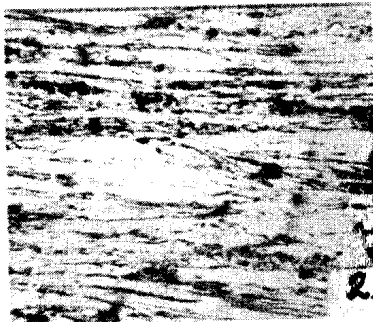
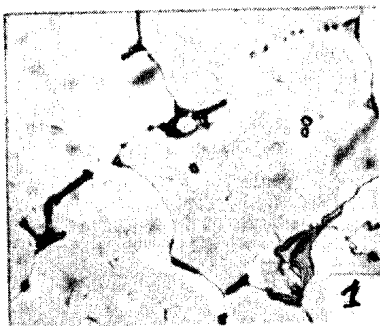
Kremnili bürünçler (Бр КМ 3-1, Бр КА 1-3 we
başgalar) pružinalar we pružinleýji kontaktlar ýasamak üçin
ulanylýar.

Kadmili bürünçler 1% çenli kadmini özünde saklaýar,
emma mis bilen deňeşdireniňde elektrik geçirijiligi az däl,
olaryň berkligi bolsa ýokarydyr, trolleýbus, telefon, telegraf
simlerini ýasamak üçin ulanylýarlar.

11.2. Alýuminiý we onuň erginleri.

Kristal gözenekli gran merkezleýin kublydyr.
Dykyzlygy $2,7\text{t/m}^3$, ereyiş gyzgynlyk derejesi $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ -den.
Arassa ýakylan alýuminiýniň berkligi has kiçidir ($\sigma_b=80\ldots100$
 N/sm^2), plastikliki ýokary (otnositel uzalması $35\ldots40\%$).

Arassa alýuminiý elektrotehnika geçirijileri
ýasamak üçin ulanylýar. Alýuminiýniň ýylylygy we elektrik
geçirijiligi arassa mise garanyňda pesdir. Alýumindäki hemme
garyndylar onuň görkezijilerini ýaramazlaşdyryar.
Alýuminiýniň ýüzündäki dykyz okis plýonkasy poslama
durnuklylygyny ýokarlandyrýar. Alýuminiý atmosfera şertinde
azot kislotasynyň täsirine durnukly, ýöne duz, kükürt
kislotalarynda we aşgarlarda ýeňillik bilen dargaýar.
Alýuminiý gaz we kontaktly kebşirleýjiler bilen kanagatly
kebşirläp bolýar . Kesip işläp bejerilişi we guýma hilleri
ýaramazdyr.



Alýuminiý garyndylarynyň gurluşynyň üýtgeşi

- 1) guýmanyň dendrit bölegi; 2) deformasiýadan soňky süýümi;
- 3) 1-nji rekristalizasiýasy; 4) ýygňalan rekristalizasiýasy.

Standart boýunça alýuminiýniň has arassa (A 999), ýokary arassa (A999, A99, A97 we A95), tehniki arassa (A85, A8, A7, A6, A0, A we AE) toparlara bölünýär. Markalary okalanda A- harpy alýumindigini, soňky sanlar bolsa alýuminiýniň arassalygyny prosentde aňladýar. Mysal üçin, A99 düzüminde 99,99% alýuminiý we 0,01% garyndy bardygyny aňladýar.

Arassa alýuminiý elektrik kondensatorlarynda goýulýan folgalary ýasamak we başga maksatlar üçin ulanylýar.

Alýuminiýniň esasy agramyny alýumin erginlerini öndürmek üçin sarp edilýär. Olar bolsa öz aralarynda

defomirlenýän we guýmalara bölünýär.

Tehnikada arassa alýuminiý däl-de onyň garyndysy köp ulanylýar. Garyndylar ALI (ALI1-den ALI18-e çenli) görnüşde aňladylýar. Garyndylaryň kremniniý özünde köp saklaýan görnüşine silumin diýilýär. Özinde marganesi köp saklaýan (AM_{II}, AM_{II}C), we magnili garyndylar (AM_r1, AM_r2, AM_r3, AM_r5, AM_r6) oňat maýyşgaklyga eýedir we kebsirläp bolýar hem-de korroziýa garşy erbet durmaýarlar. Bu garyndylar berkleşdirilmeyärler.

Berkleşdirilen garyndylar ýokary berklige eýedir we olar ilki bilen samolýot gurluşygynda ulanylýar. Bu topar garyndylara dýural ýa-da dýuralýiminiý diýilýär we olar “Д” harpy bilen we olaryň şertli nomerini görkezýän san bilen (Д1, Д7, Д16) aňladylýar. Dýurallar ýokary mehaniki häsiýete eýedir, olar oňat işlenip bejerilýär we korroziýa durnuklydyr. Onuň maýyşgaklygy köp däl, dýuraldan ýasalan listleri we turbalary egreltmek üçin olary gyzdymalydyr. Zawoddan listler iberilmezinden önürti işläp bejermegiň ol ýa-da beýleki görnüşi bilen işlenip bejerilýär, meselem:

- metalyň üstüni mehaniki usul bilen berkleşdirmek (seçme bilen ýygy-ýygýdan urmak we başgalar.).

- dýural garyndylarynyň üstüni arassa alýuminiý bilen ýukajyk gat edip örtmek.

Zawodda gyzgyn görnüşinde süýülen dýural listleri “A” harpy bilen (Д1A), süýmeden soň ýakylan listlere “M” harpy (Д1A-MJI) goşulýar.

“П” harpy (Д1A-П) “H” harpy (Д1A-H) eger-de taplanan bolsa “T” harpy ýa-da “TB” harpy (Д1A-T) goşulýar. “Б” harpy

Alýuminiý garyndylaryny (AK4, AK6) süýmek we galyplamak bolýar. Olardan samolýotyň wintiniň lopasty, porşenler, awiamatorlar we başgalar ýasalýar.

11.3. Alýuminiý, galaýy, gurşun we sink esasyndaky sürtülmesi az erginler.

Sürtülmesi az erginleri typýan podşipnikleri ýasamak üçin ulanylýar. Sürtülmesi az erginlere edilýän talaplar typýan podşipnikleriň iş şertleri boýunça kesgitlenýär. Bu erginleriň ýokary bolmadyk, ýagny wal iýilmez ýaly ýeterlik derejedäki gatylygy bolmaly; ýerli dartgynlygyň netijesinde ýeňil defomirlenmeli, ýagny plastiklik bolmaly, öz üstünde ýaglaýjy ýagy saklamaly; kiçi sürtülme koeffisiýenti bolmaly. Bu erginleriň eremek gyzgynlyk derejesi ýokary bolmaly däl. Olaryň ýylylyk geçirijiligi gowy bolmaly we poslamagada durnukly bolmaly.

Alýuminiýniň esasyndaky standart boýunça göz önünde tutulan erginlere A03-1, A09-2, A02C-1, AH2,6 degişlidirler. Olaryň düzümine Sn, Cu, Ni we Si ýaly komponentler girýär.

Erginleriň düzüminde galaýy näçe köp bolsa, şonça onuň poslama durnuklylygy hem ýokary bolýar. Ýöne guýma erginlerde galaýynyň mukdary 10...12%-den köp bolmaly däl. Galaýynyň mukdary görkezilenden köp bolan ýagdaýynda, erginde galaýydan gödek gözenek emele gelip, iýilmäge durnuklylygyny we ýokary gyzgynlyk derejesinde ýadawlyga bolan garşylygy aşaklanýar.

A03-1 we A09-2 erginleri transportda we umuman maşyn gurluşygynda monometal wkladyşlary hem-de galynlygy 10 mm-lik wtulkalary ýasamak üçin peýdalanylýar. A020-1, AH2,5 erginleri metal lentalary sozup soň bolsa galyplap wkladyş ýasamak üçin ulanylýar. AH2,5 erginlerden podşipnikleri ýasap we guýup alyp bolýar.

Gurşunly babbitleri ony jogapkärçiligi talap etmeýän gurnawlarda podşipnik üçin peýdalanylýar. B16, BH, BC6 babbitleriň gurluşy galaýynyň gaty ergininden we gurşundaky misden (ýumşak düzüji) hem-de Cu_3Sn , Cu_2Sb , SnSb gaty bölekleriň himiki birleşmelerindeň ybaratdyr.

Kalsiýli we natriýli babbitteri (BKA, BK2, BK2III) önümçilikde giňden ulanylýar. Babbitiň guýma gurluşy natriýniň α - gaty ergininden we gurşundaky kalsiýden hem-de Pb_3Ca himiki birleşmesinden ybaratdyr.

COC-6-6 erginin düzüminde 6% galaýy, 6% surma we galany gurşundan ybaratdyr. Bu ergini awtomobil dwigatelleriniň podşipniklerini guýmak üçin ulanylýar.

11.4. Titan we onuň erginleri.

Titan - kümüş öwüşginli ak metal bolup, agyr ereýän metallaryň toparyna degişlidir. Onuň ereýän gyzygynlyk derejesi $1668^{\circ}C$, gaýnamasy $3227^{\circ}C$, dyklyzlygy $4,507 \text{ t/m}^3$, gatylygy HB 850, berkligi bolsa $32,0 \text{ N/sm}^2$ deňdir.

Titan $500^{\circ}C$ gyzygynlyk derejesinde hem özüniň udel berkligini we poslama durnuklylygyny saklap bilýär.

Arassa titan plastikli, ýumşak tehniki titan bolsa port we gaty bolýar. Senagatda titanyň BT-1 we BT-2 markalaryny ulanylýar. Titanyň erginleri has amatly material diýlip hasaplanylýar. Legirleýji elementler goşulan titan ýokary mehaniki berk bolýar.

Titany we onuň erginlerini sowuk we gyzygyn halda basyş bilen gowy işläp bolýar, inertli sreda-da gowy kebşirlenýär. Muňa garamazdan olaryň sürtülmä durnuklylygy kiçidir (ylaýta-da polat bilen) we kesip işlenip bejerilişi hem ýaramazdyr.

Häzirki wagtda enjamlaryň dürli görnüşlerini ýasamak üçin ulanylýan titan erginleriniň (BT6, BT14, BT3-1, BT5-1 we başgalar) ýokary berklikli uly toparlary bardyr.

Titan garyndylaryny taplama $850...950^{\circ}C$ temperaturada suwda geçirilýär.

Taplanan titan garyndylarynda $500...600^{\circ}C$ temperaturada könelme (garrama) geçirýärler, bu ýagdaýda berkleşme bolup geçýär, titandan ýasalan uly şaýlar üçin berkleşmäni seçen ulanyrlar, bu bolsa titanyň az

taplanýanlygy, döwülme şepbeşikliginiň pes bahasy we şaýlaryň jaýrylmagy bilen düşündirilýär.

Titan garyndylary iýilmäge az garşylyklydyr we olary sürtülme uzeline ulanylýan mahaly olar himiko-termiki işläp bejerme bilen işlenilýär. Iýilmägedurnuklylygy ýokarlandyrmak üçin titan 850...950°C temperaturada 30...60 sagadyň dowamynda azot atmosferasynda azotlaşdyrylýar, galyňlyk 0,05...0,15mm, gatylyk bolsa 750...900 birlik HV boýunça.

Titan - uly bolmadyk dyklylyk, ýokary udel berklik, ýylylygadurnuklylyk we korroziýa oňat garşylyk-esasy rol oýnaýan ýerde ulanylýar.

Titan garyndylary awiasiýa we raketa tehnikasynda, we himiýa senagatynda ulanylýar.

Garyndy (splaw)	Elementleriň mukdary,%				Mehaniki häsiýetleri	Ýarymfabrik atlaryň görnüşleri
	Al	V	Mo	Beýleki elementler		
BT-6	6	4,5	-	-	950-1170	Listler, turbalar, pokowkalar
BT-14	5,5	1,3	3,0	-	900-1050	Galyplamalar, pokowkalar
BT-8	6,5	-	3,5	0,30Si	1050-1250	Galyplamalar, pokowkalar

BT-6 garyndy oňat mehaniki we tilsimat häsiýete eýedir we 900...950°C temperaturada taplama we 400...500°C temperaturada könelme bilen berkleşdirilýär, ýakma bolsa 750...800°C geçirilýär.

Kebşirleme konstruksiýalary üçin BT-14 garyndy ulanylýar, onda alýuminiý azdyr (5,5%), ony agyrýükgöterýän şaýlar üçin ulanmak maslahat berilýär, şeýle hem 400°C temperaturada köp wagt işleýän ýa-da 500°C temperaturada az wagt işleýän şaýlar üçin ulanmak maslahat berilýär. Garyndy 850...880°C temperaturada suwda taplama bilen berkleşdirilýär, soňra 480...500°C temperaturada könelme 12...16 sagatda geçirilýär, 750...800°C temperaturada doly

ýakma we 600...650°C temperaturada doly däl ýakma geçirilýär.

Fasonly guýma üçin BT5JI, BT6JI, BT14JI garyndylar ulanylýar, olar oňat guýma we mehaniki häsiýete eýedir.

11.5. Magniý we onuň erginleri.

Magniý - açyk çal reňkdäki metal, eremek temperaturasy 650°C. Magniý howada aňsat ot alýar. Magniý pirotehnikada we himiýa senagatynda ulanylýar.

Magniý esasyndaky garyndylar. Magniý esasyndaky garyndylar az dykzlyga, ýokary udel berklige eýedir, ol yrgyldyny özüne oňat siňdirýär, bu bolsa ony awiasion we raketa tehnikasynda giňden ulanmaga mümkinçilik berýär, korroziýa garşy ýaramaz durnuklydyr, uran bilen özara täsirde bolmaýar we neýtrony özüne siňdirmek ukyby pesdir. Şonyň üçin hem ony ýader redaktorlarynyň ýylylyk çykaryjy elementleriniň perdesini taýýarlamak üçin ulanylýar.

Magniý esasly garyndylaryň ýetmezçiligi-olaryň basyş astynda işläp bejermegiň we guýmagyň kynlygydyr, olar kesmek bilen oňat işlenip bejerilýär we inert gazlarynyň gorag gurşawynda dugaly kebşirlemegi kanagatlanarlykly geçirmegidir.

Magniý köplenç ýagdaýda magniýniň alýuminiý (10% çenli), sink (5-6% çenli), marganes (2,5% çenli), sirkoniý (1,5% çenli) bilen garyndysy ulanylýar.

Alýuminiý we sink 6-7% mukdarynda magniýniň mehaniki häsiýetini ýokarlandyrýar, marganes magniý bilen gatlygy emele getirýär we korroziýa garşylygy hem-de kebşirlenmegi yokarlandyrýar. Sirkoniý sink bilen mehaniki häsiýeti gowulandyryr we korroziýa garşylygy ýokarlandyrýar we garyndynyň kebşirlemegini gowulandyryr.

Magniý esasly garyndylaryň himiki düzümi we olaryň ulanylýan ýerleri

·	Elementleriň mukdary, %				Ulanylýan ýerleri
	Al	Zn	Mn	Beýleki elementler	
MJ1	7,5-9,0	0,2-0,8	0,15-0,5	—	Dwigatelleriň güýç düşýän şaýlary üçin, karbýuratorlar, karterlar, tizlik korobkasy, ýag nasosy, tormozyň barabanlary, priborlaryň şaýlary, şturwallar.
MJ10	—	0,1-0,7	—	0,4-1,0 2,2-2,8 Nb	Dwigateliň güýç düşýän şaýlary üçin, ýokary germetikligi talap edýän priborlar we ölçegleriň durnuklylygy üçin.
MJ12	—	4-5	—	0,6-1,1 Zr	Güýç düşýän şaýlar üçin (tigirleriň barabanlary, rebodlary).
Deformirlenýän garyndylar					
MA1	—	—	1,3-2,5	—	Kebşirlenýän şaýlar üçin, armaturalar, uly bolmadyk güýç geçirýän şaýlar, ýangyç we ýag sistemasynyň şaýlary üçin.
MA2-1	3,8-5,0	0,8-1,5	0,3-0,7	—	Paneller üçin, çylşyrymly galyplanýan zagatowkalar, kebşirlenýän konstruksiýalar üçin.
MA14	—	5-6	—	0,2-0,9	Ýokary ýük (güýç) düşýän şaýlar üçin.

Magniý esasly garyndylar hem öz taýýarlanylş tilsimaty boýunça iki topara bölünýär:

1. Guýma garyndylar-fason guýma usulynda şaýlary almak üçin, “MJT” harplar bilen aňladylýar, mysal üçin: MJ15, MJ110, MJ112.

2. Deformirlenýän garyndylar, bular preslemäge, süýmäge, galyplamaga we beýleki basyşly işläp bejermekde ulanylýar. Olar “MA” harplar bilen aňladylýar, meselem: MA1, MA2-1, MA14.

Magniý esasly garyndylar hem alýuminiý esasly ýaly termiki işläp bejerilýär: ýakma, taplama, könelme:

- Ýakma 400...490°C temperaturada 10...24 sagadyň dowamynda geçirilýär, naklýopy azaltmak üçin 250...300°C temperaturada geçirýärler.

- Taplama-berkligi ýokarlandyrýar, taplamany 380...540°C temperatura çenli gyzdyrmak bilen 4...24 sagat saklamak bilen geçirýärler, sowadyjy gurşaw-howa.

- Könelme-berkligi ýokarlandyrýar, ony 150...200°C temperatura mahaly geçirýärler we 15...20 sagat saklaýarlar. Bu ýagdaýda berklik 20...35% ýokarlanýar, maýyşgaklyk bolsa azalýar.

Magniý esasly garyndylar eredilende we guýulanda garyndynyň ýanmazlygynyň önüni almak üçin ýörite çäreler görülýär: Eretmekligi ýörite demir tigellerde flýusyň astynda geçirýärler; guýulan mahaly bolsa metalyň akymyny kükürt bilen ýapýarlar, bu bolsa metalyň ýanmazlygynyň önüni almak üçin kükürtli gaz emele getirýär.

Magniý esasly garyndylardan ýasalan önümleriň korroziýa az durnukly bolany üçin olar okislendirilýär. Okislendirilmedik üstler lak reňkler bilen örtülýär.

Barlag soraglary.

1. Mis metalyna häsiýetnama beriň.
2. Misiň nähili markalary bar we nirelerde ulanylýar?
3. Latun nähili ergin?
4. Latunyň nähili markalary bar we nirelerde ulanylyar?
5. Bürünç nähili ergin?
6. Bürünjiň nähili markalary bar we nirelerde ulanylýar?
7. Alýuminiý metalyna häsiýetnama beriň.
8. Alýuminiýniň nähili markalary bar we nirelerde ulanylýar?
9. Alýuminiý, galaýy, gurşun we sink esasdaky sürtülmesi az erginler barada öz düşüňjäňizi aýdyp beriň.
10. Titan metalyna häsiýetnama beriň.

12. Poroşok materiallary.

12.1. Poroşok erginleriniň öndürilişi.

Presläp we eretmän ýa-da bölekleýin eredip metal poroşoklaryndan taýýarlanýan erginlere poroşokly erginler diýlip aýdylýar.

Poroşokly materiallaryň öndürilýän göwrümi köp bolmasada, halk hojalygynda olaryň ähmiýeti uly bolup, giňden ulanylýar.

Poroşokly erginlerden ýasalan detallaryň hili adaty detallardan ýasalan detallaryň hilinden gowudyr.

Poroşokly erginler ulanyş ahmiýetleri boýunça typma podşipnikleri üçin - antifriksionlara, tormoz lentalary we mufta seplenýanyň diskasy üçin-friksionlara, filtr üçin - öýjük-öýjükli lere, polatdan bolan maşynyň detallary üçin - dykzlylyklara, gyzygynlyga berk we köýüge durnukly erginlere, ýagtylyk lampalarynyň simleri, kontaktlar we esbaplaryň detallary üçin hem-de kesiji gurallar üçin niýetlenen gaty erginlere bölünýärler.

Poroşok erginlerini öndürmegiň tilsimaty poroşogy almakdan, şahtany düzmekden, preslemekden we bişirmekden ybarat.

Poroşogy öndürmegiň esasy usullarynyň bin metaly okislerden dikeltmek; mehaniki ownutmak, elektrolitik örtmek, suwuk metaly pürkmek we karbonirleri dargatmakdan ybaratdyr.

Poroşoklary almagyň birinji iki usuly has giň ýaýrandyr.

Poroşogy preslemeden öň elläp ýumşadyan ýa-da dikeldýän ýakmagy geçirip gowy garyşdyrylýar.

Presleme 100...1000 MPa basyş bilen press galyplarda preslenýär. Preslemede basyşynyň ululygy poroşogyň gatylygyna we önümiň şekiline bagly. Poroşok näçe gaty bolsa, basyş hem şonça uly bolýar.

Häzirki wagtda gyrgyz preslemäni has giňden ulanyp başladylar. Şu usulda preslemegi bişirme bilen birlikde ýerine ýetirilýär. Gyrgyz preslemedäki basyşyň ululygy takmynan adaty basyşyň 5...10% deňdir. Bu usul bilen çylşyrymly şekili we anyk ölçegli önümleri alynýar.

12.2. Metal keramiki gaty erginler.

Kobaltnyň WC gaty ergininde özara baglansykly karbidiň WC inçe dänelerinden ybarat bolan erginine poroşokly gaty ergin diýilýär.

Metal keramiki gaty erginler sürtülmä durnukly. Olar 1000°C -a çenli gyzan ýagdaýynda hem kesijilik häsiýetini saklaýarlar. Olardan sozuýjy we burawlaýjy enjamlar üçin kesiji gurallar ýasalýar.

Metal keramiki gaty erginler öz aralarynda wolframly, titanwolframly we titantantalwolframlylara bölünýärler.

Birinji erginleriň toparyna wolframnyň we kobaltnyň karbidlerinden durýanlar degişli. Olary BK-harplary bilen aňladylýar. Soňky ýazylýan sanlar bolsa kobaltnyň prosentdäki mukdaryny aňladýar (BK2, BK3, BK3M, BK4, BK4B, BK6M, BK6, BK6B, BK8, BK8B, BK15, BK20, BK25). Mysal üçin, BK2 erginiň okalyşyna görä 2% -e golaý kobaltnyň we 98%-e golaý wolframnyň karbidiniň bardygyny aňladýar.

Erginleriň ikinji toparyna wolframnyň, titanyň we metal kobaltnyň karbidleri girýärler. Erginleri TK harplary bilen belgilenip aňladýar. T-harpdan soňky yazylýan san titanyň mukdaryny prosentde görkezýär. P-harpdan soňky san bolsa kobaltnyň mukdaryny prosentde görkezýär. Galany bolsa wolframnyň mukdary.

Üçünji erginleriň toparyna wolframnyň, titanyň, tantalyň we metal kobaltnyň karbidleri girýärler. Erginleri TTK harplar we sanlar bilen belgilenýär. TT-harplardan soňky sanlar titanyň we tantalyň mukdaryny prosentde aňladýarlar. K- harpdan soňky san bolsa kobaltnyň mukdaryny prosentde görkezýär.

Galanlaryny bolsa wolframyň karbidi (TT7K12, TT10K8B). Gaty erginiň soňundaky harplar däneleriň ölçeğini häsiýetlendirýändir. (B-uly däneli we M- kici däneli).

Gaty poroşokly erginleriň hili we kesijilik häsiýetleri olaryň mikrogurluşlaryna baglydyr.

Wolfram kobaltly BK15 gaty erginiň mikrostrukturasy ýagty çüňkli we göniburçly wolframyň karbidinde we gara uçastokdaky wolframyň hem-de kobaltyň karbidiniň ergininden ybaratdyr.

Metallkeramiki gaty splawlary kobaltyň poroşogyny wolframyň karbidiniň poroşogy bilen (BK topar garyndylar) ýa-da wolframyň karbidiniň we titanyň karbidiniň poroşoklarynyň garyndylary bilen (TK topar garyndylar) preslemek we soňra 1400⁰C temperaturada tutuşdyryp gatatmak netijesinde ýasaýarlar. Bu garyndylar örän ýokary gatylyga we kesiji insturmentler bilen işlenip bejerlende örän ýokary gyzygnadurnuklylyga (takmynan 1000⁰C çenli) eýedir. Şonuň üçin hem bu garyndylardan dürli ölçeğdäki we profildäki plastinalary ýasaýarlar we soňra olary mis bilen saklaýja galaýylyp tutdurýarlar. Olar özüniň kesijilik häsiýeti boýunça uglerodly we çaltkesiji polatlardan ýasalan abzallardan ýokarydyr.

Olara wolframly we titanwolframly garyndylar degişlidir.

1. Wolframly

2. Titanwolframly.

Garyn- dynyň görnüşi	Himiki düzümi, %		Egrelen mahaly berklik çägi	Gatylygy RA boýunça	Garyn- dynyň görnüşi	Himiki düzümi, %			Egrelen mahaly berklik çägi	Gatylygy RA boýunça
	Ni	Co				W	Co	Ti		
BK 3	97	3	100	89,0	T5 K10	85	9	6	115	88,5
BK 6	94	6	120	88,0	T14 K8	78	8	14	115	89,5
BK 8	92	8	130	87,5	T15 K6	79	6	15	110	90,0
BK 10	90	10	135	87,0	T30 K4	66	4	30	90	92,0
BK 15	85	15	160	86,0	T60 K6	34	6	60	75	90,0

BK topara degişli garyndylar port ürgün gyryndyly materiallar (çoyun, aýna) işlenip bejerilende, TK topara degişli garyndylar bolsa dürli polatlar işlenip bejerilende ulanylýar.

12.3. Eredilýän gaty erginler.

Gaty erginleriň alnys tilsimatyna baglylykda olar poroşokly metallurgiýanyň usuly bilen alynýan metalkeramiklere, eredilýänlere bölünýärler. Eredilýänlerem öz gezeginde guýmalara, däne şekillilere we elektrodlylara bölünýärler. Bu erginleri iş gurallarynyň kesiji erňeklerine ýada önümiň köp iýilýän üst tekizligine eredip birleşdirilýär. Guýma gaty erginleri şerti üç sany topara bölüp bolýar.

Birinji topara relit degişlidir. Ol wolframýň karbidiniň guýma kompozisiýasydyr. Onuň ereýän gyzgynlyk derejesi 3500 °C deňdir. Relit düzümi 0,25% demirden we galany wolframdan ybaratdyr. Ol ýokary gaty bolup iýilmäge-de durnuklydyr.

Ikinji topara stellinitler (B2K, B3K, BXH1, BXH2) degişlidirler. Erginiň esasy düzümi kobaltdan, wolframdan (B2K we B3K), nikelden, hromdan (BXH1, BXH2) we sormaýtdan ybaratdyr.

Stellinitleriň gurluşyna we mehaniki häsiýetlerine, olaryň sowadylyşynyň tizligi täsir edýär. Çalt sowadylanda däneler ownalyp erginleriň gatylygy ýokarlanýar.

Stellinitler poslama ýokary durnuklydyrlar. Olaryň gowy kebşirlenýänligi üçin, kesiji gurallara eredip birleşdirip iýilma durnuklylygyny has ýokarlandyrýar.

Sormaýtlar - demirhromýň esasyndaky marganesli we nikelli ergindir. Olaryň gatylygy we gyzyly durnuklylygy stellinitlere garanynda azrakdyr, ýöne bahasy arzandyr.

Sormaýt-2 taplap we gowşadyp, onuň ýokary gatylygyny alyp bolýar.

Stellinit we sormaýt örän döwülegen, portdyr. Erginleri diametri 5...10 mm we uzynlygy bolsa 300...400 mm-e deň bolan sim görnüşinde çykarylýar. B2K markaly stelliniti we sormaýt-1 -yň uly titremesiz we urgusyz işleýän detallary (matrisalary, egredilýän we süýndürýän galyplary, tokar stanoklarynyň merkezlerini, tutawaçlary, ülüňni ş.m.) eredip

guýmak üçin peýdalanylýar.

Guýma gaty garyndylaryň himiki düzümi ,%.

Garyndylaryň atlary	Uglerod	Hrom	Nikel	Marganes	Krem-niý	Kobalt	Wol-fram	Demir
Sormaýt №1	2,5-3,3	25-31	3-5	0,5-1,5	2,8-4,2	-	-	55-67
Sormaýt №2	1,5-2,0	13,5-17,5	1,5-2,5	1,0	1,5-2,2	-	-	75-81
Sormaýt №3	1,0-2,0	20-35	-	-	-	45-60	4,5-2,0	1-3

B3K markaly stellinitiň we sormaýt-2-iň gatylygy we portlygy birneme pesdir. Bulary titremeli, urguly we abraziwli şertde işleýän (çapýan matrisalary we kesýän galyplary, ýer azallarynyň lemeplerini, kultiwatorlaryň lapalaryny, şer azalynyň ýer daşkasyny we ş.m.) eredip guýmak üçin peýdalanylýar.

Üçünji topara stalinite M degişlidir. Bu ergin demriň esasyndadyr (24...26% hromdan, 6...8.5% marganesden, 3%-e çenli kremniýdan, 7...10% hem ugleroddan ybaratdyr). Staliniti, ferrohromy, ferromarganesi, nebitiň koksyny we çöýün garyndysyny üwäp we ownadyp alynýar. Gowy garylandan soň 400...500°C gyzgynlyk derejesinde 3..4 sagadyň dowamynda gyzdyryp, soň bolsa ownadylýar.

Eredilen stalinitiň legirlenen ewtekoitdan soňky ak çöýnüň gurluşyna eýe bolup, iýilmäge durnukly gaty gatlak emele getirýär. Staliniti gödek iýilmä sezewar bolýan bölekleri (daş döwüjileriň gapdallaryny, ekskawatoryň susgujynyň dişlerini, buldozeriň pyçaklaryny we ş.m.) eredip guýmak üçin peýdalanylýar.

12.4. Mineral keramiki gaty erginler.

LIМ 332 markaly mineral keramiki (mineralokeramiki gaty erginmikrolit) täze gural hökmünde giňden ulanylýar. Onuň düzümi 0,5...3 mkm deň bolan alýuminiýniň däneleriniň okisinden ybaratdyr. Ony 1700...1800 °C gyzgynlyk derejesinde bişirýär.

Mineral keramikanyň durli ölçegdäki we görnüşdäki plastinalary bilen kesiji gurallary üpjün edilýär.

Häzirki wagtda taplanan we taplanmadyk polatlary hem-de çöýunlary işläp bejermek üçin mineral keramikanyň soň ýiteldilmeyän üç, baş we alty granly görnüşlerini çykarylýar. Plastinalary basyş bilen gyzgyn guýup (şliker usuly) we poroşoklary presläp alynýar. Mineral keramiki plastinalary gurallaryň saklawaçlarynyň galaýylyp ýa-da ýelimläp birleşdirýärler.

Mineral keramiki materiallaryň gyzyly durnuklylygy gaty erginlere garanda ýokarydyr. Ýöne şol wagtyň özünde hem berkligi pesräkdir. Şol sebäpli hem olar uly agramlary saklap bilmeýärler. Olar köplenç halatlarda ýarym gutarnykly we doly gutarnykly gurallary ýasamak üçin ulanylýar. Mikrolit gaty we port materiallary işläp bejermäge has ýaramlydyr. Mineral keramiki gurallaryň çöýny işläp bejerilendäki durnuklylygy polady işläp bejerilendäkidən ýokarydyr.

Mineral keramiki materiallaryň ýylylyk geçirijiligi pesdir. Şol sebäpli olary çalt hem-de endigansyz gyzdyrylanda we sowadylanda jaýrygyň emele gelmegine getirýär.

Barlag soraglary.

1. Poroşokly erginler diýlip haýsy erginlere aýdylýar?
2. Poroşokly erginler ulanyş ähmiýetleri boýunça haýsy toparlara bölünýär?
3. Poroşokly erginleri öndürmegiň tilsimatynyň yzygiderliligini aýdyp beriň.
4. Metal keramiki gaty erginlere häsiýetnama beriň.
5. Metal keramiki gaty erginleriň nähili görnüşleri bar?
6. Eredilýän gaty erginlere häsiýetnama beriň.
7. Guýma gaty erginler näçe sany şertli topara bölünýärler?
8. Relit, stellit, sarmaýt we stalinit M eredilýän gaty erginlerine häsiýetnama beriň.
9. Mineral keramiki gaty erginlere häsiýetnama beriň.
10. Mineral keramiki gaty erginleriň artykmaçlygyny we kemçiligini belläp geçiň.

13. Metal däl materiallar.

13.1. Polimer materiallary we olaryň häsiýetleri.

Halk hojalygynyň köp pudaklarynda tehniki prosesi ösdürmekde täze konstruksiýa materiallaryň içinde plastmassalar esasy orunlaryň birini eýeleýärler.

Organiki birleşdiriji polimer maddalar esasynda alynýan emeli materiallara plastmassalar diýilýär. Polimer - bu ýokary molekulýar organiki birleşmedir bolup, plastmassyň esasy bölegini tutýar we olaryň düzümine girýän hemme komponentleri birleşdirýär. Polimerler hakyky kauçuk, selýuloza, slýuda, asbest tebigy grafit ýaly materiallar görnüşinde tebigatda duşýar. Ýöne himiki sintez prosesiniň netijesinde pes molekulýar birleşmelerden alynýan sintetiki polimerler, polimerleriň esasy topary diýip hasaplanylýar. Täze polimerleri döretmek ýa-da şu wagtkylarynyň häsiýetini üýtgetmegiň mümkinçiligi örän uly.

Hemme polimerler organiki, elementorganiki we organiki dällere bölünýär. Organiki polimerlere smola we kauçuk degişlidir. Elementorganiki birleşmäniň düzüminde kremniýniň, alýuminiýniň we başga elementleriň atomlary bar. Organiki dälpolimerlere aýnanyň silikaty, keramika, slýuda, asbest degişlidir.

Polimeriň mehaniki häsiýetleri (maýyşgaklygy, berkligi) özleriniň strukturasyna, fiziki ýagdaýyna, temperaturasyna we başgalara baglydyr. Polimer aýna görnüşli, ýokary maýyşgak ýer sepbeşik akymly polimeriň görnüşleri bardyr.

Plastmassanyň hökmany komponenti birikdirilen madda diýip hasaplanylýar. Plastmassalaryň düzüminde köplenç birikdiriji hökmünde sintetik smolalary seýregräk bolsa selýulozanyň efiri ulanylýar. Plastmassalaryň köpüsi termoplastikdir. Olary birikdiriji maddasy polietilen, organiki aýna we başgalar bolup biler.

Dolduryjylary plastmassanyň esasy komponenti diýip hasaplanýar. Doldurjylar hökmünde poroşok, süým görnüşli we başga-da gelip çykysy boýunça organiki hem-de organiki däl materiallar ulanylýar. Olardan metal ýonuşgalaryny we poroşoklaryny, kwars çägesini, grafiti, aýna süýümini (steklowolokna), portlandsementi, tagtakagyzmatany, aýna matany, kagyzy, asbest, slýudany mysal getirip bolýar.

Dolduryjylar materialyň mehaniki berkligini ýokarlandyrýar, preslenende çökündirijiliginiň derejesi nikiýär, hem-de friksion, antifriksion häsiýetlerini üýtgedip bilýär.

Plastikligini ýokarlandyrmak üçin ýarym fabrikata plastifikatorlar goşulýar (gaýnamak temperaturasy ýokary we doňýan temperaturasy pes organiki maddalar). Plastifikator polimere maýyşgaklyk berýär we işläp bejermesini ýenilleşdirýär. Plastifikator hökmünde olein kislotasyny, stearin, dibutilftalat we başgaly ulanylýar.

Plastmassa almak üçin jemleýji komponentler hökmünde doňduryjylar we reňkleýjiler goşulýar. Doňduryjylar plastmassyň gaty we eremeýän halyna geçmäge ýardam berýär. Doňduryjylar hökmünde aminler, magneziýa hek, polietilenpoliamin mysal getirip bolýar. Reňkleýjiler plastmassa belli bir reňk bermek üçin peýdalanylýar. Reňkleýjiler hökmünde nigrozin, ohra, mumiýa, surik we başgalar ulanylýar.

13.2. Termoreaktiw we termoplastik polimerler. Olaryň esasyndaky ýumşak massalar.

Birikdiriji materiallaryň häsiýetleri boýunça termoplastiklere (termoplastlar) termoreaktiwlere (reaktoplastlara) bölünýärler. Termoplastlary- termoplastik polimerleriň esasyndan alýarlar. Termoplastlary önüm görnüşinde işläp bejermek ýenil we guýma görnüşinde işlenende çökündisi kiçi bolýar. Takmynan çökündiniň mukdary 1...3% e golaý bolýar. Material özüniň maýyşgaklygy

we kiçi portlugy bilen tapawutlanýar. Köplenç halatlarda termoplastlar dolduryjysyz ýasalýar. Soňky ýyllar termoplastlary mineral we sintetiki süýümi (organoplastlar) dolduryjylar bilen ulanyp başladylar.

Termoreaktiv polimerler gatandan soň birikdiriji termodurnukly ýagdaýa geçip port bolýarlar, köplenç halatlarda işlenilende uly çökündili (10...15% çenli) bolýarlar. Şol sebäpli olaryň düzüminde güýçlendiriji dolduryjylary goşýarlar.

Plastmassalary ulanylyşy boýunça güýç bilen işleýänlere (konstruksion, friksion we antifriksion, elektroizolýasion) we güýç bilen işlemeýän (açyk optikalar himiki durnuklylar, elektroizolýasionlar, ýylyizolýasionlar, dekorativ (gelişik üçin ulanylýanlara), kömekçilere bölünýäler.

Termoreaktiv plastmassalaryň fiziki-menaniki häsiýetleri.

Plastmassalar	Dykyzlyk kg/m ³	Tempera- turan çägi	Berkligiň çägi, MPa			Brinell boýunça gatylyk
			Çekip gartylan mahaly	Gysylan mahaly	Egredilen mahaly	
Poroşok görnüşli	1400	100-110	30	50-150	60	300-400
Süýümlü						
Woloknitler	1350-1450	110	30-60	80-150	50-80	250-270
Asbowoloknitler	1950	200	-	110	70	300
Steklowoloknitler (aşnawoloknitler)	1700-1900	280	80-500	130	120-150	-
Gat-gat gatlanan						
Getinaks	1300-1400	150	80-100	160-290	80-100	-
Tekstolit 1400	125	65-100	120	150	120-160	-
Asbotekstolit	1600	190	55	-	-	186-300
DSP	1350	140-200	180-300	100-180	140-280	-
Steklotekstolit (aýnatekstolit)	1600-1900	200-300	250-600	210-260	150-420	-
Gazdoldurylan plastmassalar						
Penopolistiroł	25-200	-60-dan +60 çenli	0,7-4,2	0,1-3	1-6	0,035-0,045
Penopouliritan	60-200	-60-dan +60 çenli	1,8-2,8	0,2-3	-	0,04-0,055
Porolon	30-70	-40-dan +100 çenli	0,1	-	-	0,03-0,06

Plastmassalar özleriniň fiziki-mehanik we tilsimaty häsiýetleri boýunça has progressiw hem-de maşyn gurluşygynda käbir ýagdaýlarda ýerini çalşyp bolmaýan materiallar diýip hasaplaýar.

Plastmassanyň artykmaçlygy: agramynyň ýeňildigi, ýokary mehaniki berkligi, iýilmaşy durnuklylygy, maýyşgaklygy, suwa, benzine we ýaga durnuklylygyny, himiýa durnuklylygyny, ýokary ýa-da antifriksion (dielektriki) häsiýeti, sürtülme koeffisientiniň pesligi, gowy işlenip bilinýändig, titreme durnuklylygy, olaryň bir toparynyň ýeterlikli derejede gyzgynlyga çydamlylygy, taýýar önümi işlenip taýýarlanylanda uly zähmet talap etmeýändig, degişlidir.

Plastmassalardan önümi galyplap, basyş bilen guýup, pressläp almak usullary önümlükde giňden ulanylýar. Galyplama usuly plenkalary, listleri, turbalaryň dürli görnüşleri öndürilýär.

Basyş bilen guýma usulyny dürli şekilli detallary almak üçin ulanylýar. Basyş bilen galyplamak üçin termoplastik materiallary (polietilen, poliamidler, polistirol, winiplast we başgalar) ulanylýar. Galyplap basyş bilen önüm almak usuly ýokary öndürijilikli we tygşytly usullaryň biri diýip hasaplanylýar.

Gyzgyn preslemäni (galyply - preslerde gaplamak), esasan termoreaktiv plastmassalardan önümi ýasamak üçin ulanylýar. Göni we guýma presleme görnüşleri bar.

Plastmassadan sudury ýapyk däl detallary kabinanyň aýnasyny), obtekateli hereket edýän wagtynda ýeliň garşylygyny azaldýan gurluş), kozyreklary (günden goranmak üçin gurluş).

List görnüşli termoplastlardan (winiplast, polietilen, organiki aýna) ýasalýar. Walsewaniýa usulyny plastmassadan ýuka gatlakly plenkalary almak üçin peýdalanylýar.

13.3. Rezin materiallary.

Kauçuk bilen kükürdiň garyndysyna dürli goşmaça maddalar goşulyp ýörite işlenip bejerilen (wulkanizasiýa bilen) önüme rezin diýilýär.

Rezin tehniki material hökmünde beýleki materiallardan ýokary maýyşgaklyk häsiýeti bilen tapawutlanýar:

- maýyşgaklyk 100% çenli, soňra öňki ýagdaýyny takmynan doly eýeleýär;
- çeyelik;
- iýlip zaýalanmaga ýokary durnuklylyk;
- gaz we suw geçirmezlik;
- himiki durnuklylyk;
- elektroizolirleýji häsiýetli;
- uly bolmadyk dyklylyk.

Umumy ulanylýan rezin.

Umumy ulanylýan rezinlere polýar däl kauçuklaryň wulkanizatorlary degişlidir:

- HK-natural kauçuk ýagly we aromatiki eredijilerde (benzin, benzol, hloroform, kükürtli uglerod we başgalar) eredilip maýyşgak ergin emele getirýär, ol bolsa kleýler hökmünde ulanylýar.

80-100°C temperaturadan yokary gyzdyrlan mahaly kauçuk maýyşgak bolýar we 200°C temperaturada dargap başlaýar. 70°C temperaturada HK port bolýar. Rezin almak üçin HK kükürt bilen wulkanizirlenýär.

- CK - sintetiki kauçuk. Stirolýň mukdaryna baglylykda CK bir näçe görnüşde (markada) göýberilýär (CKC-10, CKC-30, CKC-50), kauçugyň häsiýeti stirolýň mukdaryna baglydyr.

Meselem: stirolýň mukdary näçe köp bolsa şonça-da kauçugyň berkligi ýokarydyr, we şonça-da aýazadurnuklylygy pesdir.

Iň köp ýaýranlary CKC-30, 2505.

Kauçuk garramaga we iýlip zaýalanmaga oňat garşylyk

görkezýär.

Umumy ulanylýan rezinler.

Işläp berilýär:

- suw gurşawynda;
- howada;
- kislotalaryň we aşgarlaryň örän pes ergininde.

Iş temperaturasynyň çägi 35-den 130⁰C çenlidir.

Bu rezinadan ýasaýarlar:

- çekiler (remenler);
- şinalar;
- rukawalar;
- konweýer lentalary;
- kabelleriň izolýasiýasy;
- her dürli rezinotehniki önümler.

Ýörite ulanylýan rezinler.

Ýörite ulanylýan rezinler bir näçe görnüşe bölünýärler:

- ýagabenzinedurnukly;
- ýylylygadurnukly;
- ýagtylygaozonodurnukly;
- iýlipzaýalanmagadurnukly;
- elektrotehniki;
- gidrawliki suwuklyklara durnukly.

Ýaga durnukly rezinleri.

Hloropren kauçugynyň (neýrit), CKH we mekdep esasynda alýarlar. Neýrit watan hloropren kauçugydyr (onuň formulasy $\text{CH}_2=\text{CCL}-\text{CH}=\text{CH}_2$)

Neýrit esasyndaky rezinler eýedirler:

- ýokary maýyşgaklyga;
- titremädurnuklylyga;
- ozonodurnuklylyga;
- ýagyň we ýangyjyň täsirine durnukly;
- ýylylyga we garramaga oňat garşylyk görkezýän.

CKH esasyndaky rezinleri aşakdaky önümleri öndürmek üçin ulanylýar:

- çekilleri;

- konweýer lentalary;
- rukawlary;
- ýagadurnukly, benzinedurnukly rezin şaýlary (manžetler, dykzlandyryjy rezin prokladkalar we ş.m).

CKH ýylylyga durnukly.

Rezinler kremneorganiki birleşme bolup, onuň himiki formulasy

$\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{-O-Si}(\text{CH}_3)_2$, işçi temperaturanyň çägi -60°C -dan 250°C çenlidir, esasa boruň, fosforyň atomlaryny girizip reziniň ýylylygadurnuklylygyny ýokarlandyrýarlar we onuň kleýleşmek ukybyny artdyrýarlar.

Siloksel rezinleri.

$600\text{-}700^\circ\text{C}$ temperatura mahaly ýanýarlar, bir näçe sekundyň dowamynda bolsa 3000°C temperaturany saklaýarlar.

Aýazadurnukly rezinler.

Aýnalaşmagyň pes temperaturasy bar bolan kauçuklar esasyndaky rezinlerdir.

Meselem: CKC-10 we CKД esasyndaky rezinler -60°C temperatura çenli, CKT esasyndaky rezinler bolsa -75°C aşak temperaturada işläp bilýärler.

Ýagtylyygaozonodurnukly rezinler.

Doýan kauçuklar - ftorsaklaýy (CKФ) etilenpropilen (CKЭП) bu tilkauçuk esasynda işlenip çykarylýar. Bu rezinleri dykzlandyryjy önümleri, diafragmalary, maýyşgak şlangalary we ş.m. ýasamak üçin ulanylýarlar. Atmosfera şertinde işlän mahaly bir näçe ýylyň dowamynda zaýalanyp dargamaýar.

Ýlipzaýalanmagadurnukly rezinler.

CKY poliuritan kauçuklar esasynda alynýar. Poliuritan kauçuklary ýokary berklige, sürtülip zaýalanmaga garşylyk görkezmege, ýagabenzinedurnuklylyga eýedir. Reziniň iş temperaturasy -30°C -dan 130°C çenlidir. CKY esasyndaky rezinler awtomobil şinalary, konweýerleriň lentalary, aýakgaplar, abraziw materiallary daşamak üçin ulanylýar,

turbalaryň we želoblaryň (ternawlaryň) daşyna tutmak üçin we başgalar üçin ulanylýarlar.

Elektrotehniki rezinler – elektroizolirleýjä we elektrogeçirijä bölünýär.

Elektroizolirleýji rezinler – tok geçiriji simleri we kabelleri izolirmek üçin, şeýle hem ýörite elekler we aýakgaplar ýasamak üçin ulanylýar, olar HK, CKБ, CKC, CKT polýardäl kauçuklar esasynda taýýarlanylýar.

Elektrogeçiriji rezinler – ekranirlenen kabeller üçin HK, CKH kauçuklardan, neýtutden, aýratyn hem CKH-26 polýar kauçuklaryndan olaryň düzümine uglerod gurumyny we graniti (65...75%) girizmek bilen alýarlar.

Reziniň häsiýetine ekspluatasion faktorlaryň täsiri.

Rezin önümleri ekspluatasiýa hadysasy döwründe her dürli könelme (garrama) sebäplere (ýagtylyk, ozon, ýylylyk, radiasiýa, wakuum we baş.) sezewar bolýarlar, bu bolsa öz gezeginde olaryň işukyplylygyny peseldýär. Reziniň häsiýetiniň üýtgemegi yzyna dolanmaýan hadysadyr.

Reziniň häsiýetiniň üýtgemegine onuň berklik we maýyşgaklyk häsiýetnamalarynyň üýtgemegi boýunça, rezin täzeden dikeltmegiň mümkinçiligi boýunça (ýüki aýyranyňdan soňra deformasiýanyň ululygynyň üýtgemeginiň wagty), dartyp bölünişi boýunça baha berilýär.

Reziniň häsiýetiniň üýtgemegi barada aýdyp beriň.

13.4. Ýelmeşiji materiallar we germetikler.

Umumy maglumatlar, ýelmeşme emele – getiriji materiallaryň toparlara bölünişi we düzümi.

Kleýler we germetikler ýelmeşme emelegetiriji materiallara degişlidir we olarda umumylyk bardyr.

Kleýler we germetikler polimerleriň erginidir, bular organiki däl madda bolyp haýsy hem bolsa bir üste çalynýar. Bular guranyndan (gatanyndan) soňra her dürli materiala oňat ýelmeşýän berk gat emele getirýär.

Kleýleriň materiallarynyň düzümine girýärler:

- ýelmeşme emelegetiriji maddalar (esasan termoemelegetiriji smolalar, kauçuklar), bular adgezion, kagezion häsiýetleri we esasy fiziki-mehaniki häsiýetleri kesgitleýärler;
- eredijiler (spirtler, benzinler we başg.), bular kesgitli şepbeşikligi emele getirýärler;
- plastifikatorlar, bular plýonkadaky uglerod hadysasyny ýok etmek üçin we onuň maýyşgaklygyny ýokarylandyrmak üçin hyzmat edýärler;
- gatadyjylar we katalizatorlar, bular ýelmeşme emelegetiriji maddany termodurnukly ýagdaýa getirmek üçin hyzmat edýärler;
- dolduryjylar, bular mineral poroşok görnüşinde bolyp birleşmäniň berkligini ýokarlandyrýarlar, plýonkanyň girip gysgalmagyny azaldýarlar. Tok geçirijiligi ýokarlandyrmak üçin poroşoklar (kümüş, mis, nikel, grafit) girizilýär.

Kleýli birleşmeleriň birleşmäniň beýleki görnüşleri (berçinleme, kebşirleme) bilen deňeşdireniňde bir näçe artykmaçlygy bardyr: dürli materiallary (metallary we metal garyndylaryny, aýnany, keramikany we başg.) birleşdirmegiň mümkinçiligi, olary ozara birleşdirmegiň, şeýle hem dürli gatnaşykda: atmosfera durnukly we korroziýa durnukly gatnaşykda birleşdirmegiň mümkinçiligi. Birleşmäniň germetiki jebişligi, ýuka metallary - birleşdirmegiň mümkinçiligi, önümçiligiň bahasyny aşak düşürmegiň mümkinçiligi, massany tygşytlamagyň mümkinçiligi we önümi ýasamagyň tilsimatyny ep-esli ýonekeýleşdirmegiň mümkinçiligi.

Kleýli birleşmeleriň yetmezçiligi:

- otnositel pes dowamlylykly ýylylygadurnuklylyk (350 °C çenli);
- tekizdäl ýerlerde kleýleşdirmegiň ýokary däl

berkligi;

- kleýleşdirmegi gyzdyryp geçirmegiň zerurlygy;
- garramaga (könelmäge) ukyplylygy.

Kleýleriň toparlara bölünişi:

Aşakda getirilen kleýler tapawutlandyrylýar:

- ýelmeşme emelegetiriji maddalary boýunça: şepbikli (smolaly), rezinli;
- adgezin häsiýeti boýunça: uniwersal (BP), saýlanyp alynan adgeziýaly (belokly, rezinli);
- gyzdyrmaga garanynda; öňki derejesine öwrülip bilýän, öňki derejesine öwrülip bilmeýän;
- gatamak şerti boýunça: sowuk kleýleşdirilýän, gyzgyn kleýleşdirilýän;
- daşky görnüşi boýunça: suwuk görnüşde, pastagörnüşli, plýonkaly;
- ulanyş ähmiýeti boýunça: konstruksion, güýç talap edýän, güýç talap etmeýän.

Şepbikli we rezinli konstruksion kleýler:

Şepbikli kleýler. Bu toparda ýelmeşme emelegetiriji hökmünde termoreaktiv şepbikler ulanylýar, olar adaty we ýokary temperatura mahaly katalizatorlaryň we gatadyjylaryň gatnaşmagynda gataýarlar.

Kleýleriň esasy görnüşlerine seredeliň.

- Kleý arassa şepbik esasynda alnyp biliner, meselem, rezalnyý, emma kleýleşdirilen mahaly emele gelýän rezit port bolanyny nazara alyp şepbigi kauçuklar, termoplastlar we başg. Bilen garyşdyrýarlar.
- Modifisirlenen fenolformaldegid şepbigi esasyndaky kleý. Etilen köplenç ýagdaýda güýç talap edýän metal elementleri, aýnplastikasyndan ýasalan konstruksiýalary we ş.m. kleýleşdirmek üçin ulanylýar.
- Fenolkauçukly kompozisiýalar maýyşgak, metallara ýokary adgeziýaly ýylylygadurnukly plýonkaly bolýarlar. Bu topara BK-32-200, BK-3, BK-4, BK-

13 we başg. Kleýler degişlidir.

- Fenolopoliwinilasetatly kompozisiýalar kleýler БФ juda giňden ulanylýar. Kleýler БФ-2 we БФ-4 metallary, plastmassalary, keramikalary we başga gaty materiallary kleýleşdirmek üçin ulanylýarlar. Olaryň ýylylygadurnuklylygy ýokary däl. Juda ýylylygadurnukly kleý BC-101.
- Fenol kremniý organiki kleý. Bu kleýler termodurnuklydyr. Olar suwa we tropiki klimata çydamlydyr. Olar titremädurnuklydyr we uzak wagtlap berklige eýedir. Olara BK-18, BK-18M kleýler degişlidir, bular $t=500...800\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatura mahaly işläp bilýärler, olaryň instrumentleri kleýlemek üçin ulanylýarlar.
- Epoksid şepbigi esasyndaky kleý. Gatamaklyk hadysasy gatadyjlaryň kömegi bilen sowuk ýa-da gyzgyn ýagdaýda amala aşyrylýar.

Sowuk gatadylan kleýler: Л-4, BK-9, КЛН-1, BK-16, ЭПО.

Gyzgyn gatadylan kleýler: BK-32, K-153, ФЛ-4C, , BK-1 we başg. Bular metallary, aýnapplastikleri, ferritleri, keramikalary kleýleşdirmek üçin ulanylýarlar. Kleýler ТКМ-75, Т-73 kesiji instrumentleri kleýlemek üçin ulanylýarlar.

Ähli epoksidli kleýler üçin oňat mehaniki berklik, atmosferadurnuklylyk, ýokary dielektrik ukyplylyk häsiýetlidir.

Kleý УП-177 metaly we aýnapplastinany suwda kleýlemek üçin ulanylýar. Bular gämiler remont edilende jaýryklary, ýemşermeleri düzetmek üçin ulanylýar.

Poliuretanly kleýler hem sowuk, hem gyzgyn gataýan bolupbilerler. ПУ-2, BK-5, BK-11 kleýler bulara degişledir, bular uniwersal adgeziýa eýedir, titremädurnuklylygy oňatdyr, berkdir, nebit ýagyna we nebit ýangyjyna durnuklydyr. Bu kleýler awulydyr.

Kleý BK-20. Bu kleý ýokary termodurnukly häsiýete eýedir, we $t=350...400\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperetura mahaly işläp bilýär, we

gysga wagtlyk $t=800\text{ }^{\circ}\text{C}$ çenli temperatura çydap bilýär.

Kremneorganiki birleşmeler esasyndaky kleýler.

Bu kleýler ýylylygadurnuklydyr, olaryň könüşini mineral dolduryjylary özünde saklaýar.

Kleýler BK-2, BK-8, BK-15 ýokary temperaturada gataýarlar, bu kleýler ýaga, benzine durnukly, ýokary diametrik ukyba eýedir, metallarda korroziýa emele getirmeýär we olar legirlenen polatlary, titan garyndylaryny, aýnany, asboplastikleri, grafiti, organikidäl materiallary kleýlemekde ulanylýar.

Polikarboranseliksan esasyndaky kleýler.

Bular termookisleýji destruksiýa durnuklylyga eýedir, $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatura mahaly işlemäge ukyplydyr, gysga wagtlyk $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturada işlemäge ukyplydyr, her dürli materiallara bolan adgeziýasy bardyr.

Rezin kleýi rezinleri kleýlemek üçin rezinleri metallara, aýna we başg. kleýlemek üçin niýetlenendir.

Rezin kleýi kauçugyň erginidir ýa-da organiki eredijilerde rezin garyndysydyr. Kleýleşdirmegi $140\ldots150\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatura mahaly geçirýärler, birleşme berk bolýar, ol bütewi materialdan kem bolmaýar. Rezin kleýleriň görnüşleri: 9-M-35Φ, ΦЭН-1 we başg. Iň köp ýaýran kleý 88-H.

Keramiki kleý (frittler) aşgar metallarynyň oksidleriniň (MgO , Al_2O_3 , SiO_2) suwdaky ýukajyk suspenziýasy bolup, munyň ýaly kleýler kleýleşdirilýän üste çalynýar, guradylýar, soňra bolsa uly bolmadyk basyş astynda komponentleriň ereýän temperaturasyna çenli gyzdyrylýar we $15\ldots20$ min dowamynda saklanýar. Berklik $500\ldots1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatura mahaly saklanýar.

Germetikler berçinlenen, kebşirlenen we hyrly birleşmeleri, ýangyç geçirijileriň seplesýän ýerlerini we baklary, her dürli metal konstruksiýalary, priborlary, agregatlary dykzlandyrmak we jebislendirmek üçin ulanylýar.

Senagat Y-30M, YT-31 tiokol germetikleri göýberýär, germetikleriň hyzmat ediş möhleti 25 ýyldyr, olary awiasiýa

we awtomobil senagatynda, gämigarşylygynda, gurluşyk tehnikasynda ulanylýar. Germetikler $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ –dan $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatura mahaly işleýärler, gysga wagtylyk bolsa $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatura çenli işleýärler.

13.5. Organiki däl materiallar.

Organiki däl polimer materiallara mineral aýna, sintellalar, keramika we başgalar degişlidir.

Bu materiallara degişli häsiýetleri:

- ýanmazlyk;
- gyzgyna ýokary durnuklylyk;
- himiki durnuklylyk;
- garramaga ukypsyzlyk;
- uly gatylyk;
- gysyjy güýçlere oňat garşylyk görkezmek.

Ýetmezçiligi:

- ýokary portluk;
- temperaturanyň birden üýtgemegini erbet geçirýär;
- çekip dartyjy we egreldiji güýçlere pes garşylyk görkezýär;
- organiki polimer materiallar bilen deňşdireniňde uly dykzylyga eýedir.

Organiki däl materiallaryň esasan esasy bolup materiallaryň oksidleri we kislorodsyz birleşmeleri hyzmat edýärler, organiki däl materiallary köpüsi özünde kremniýni we onuň birleşmelerini saklaýar, şonuň üçin hem olaryň umumy atlary silikatlylar.

Häzirki wagtda başga oksidler hem ulanylýar. Adaty silikat materiallara garanyňda juda ýokary tehniki häsiýetlere eýe bolan alýuminiýniň, magniýniň, sirkoniniň we başgalar. Oksidler hem ulanylýar.

13.6. Aýna.

Aýnany (penjire aýnasy hem diýilýär) almak üçin oksidleriň dürli kombinasiýasy ulanylýar, olar ulanylyş ähmiýeti boýunça bölünýärler:

- aýna emelegetirijiler;
- modifisirleýjiler;
- aralykdakylar;
- aýna emelegetiriji oksidlere degişli oksidler:

kremniýniň, boryň, fosforyň, germaniniň, myşýagyň oksididir;

- modifisirleýji oksidler fiziko-mehaniki häsiýetleri üýtgetmek üçin ulanylýar, olara degişliler: aşgarýerli metallar.

- aralykdaky oksidlere degişli oksidler: alýuminiýniň, demriň, gurşunyň, titanyň, berilliniň oksidleridir, olar aýnanyň struktura karkasyndaky aýna – emele getiriji oksidleriň käbiriniň strukturasyny çalşyryp bilerler, we aýnanyň gerek ugur boýunça häsiýetini emele getirip bilereler.

Aýnanyň üstüki gatyny berkleşdirýän her dürli termiki, himiki we termohimiki usullar bilen işläp bejermek netijesinde aýnanyň mehaniki häsiýetini ep-esli ýokarlandyrmak mümkin.

- berkleşdirmegiň termiki usuly aýnany taplamakdan ybaratdyr. Aýnany 620...650 °C temperaturada saklaýarlar we iki tarapyndan hem çalt sowadýarlar.

Işläp bejermegiň bu usuly netijesinde aýnanyň üstki gatlarynda galyndy dartgynlygy pese düşürýän gat emele gelýär, şonuň netijesinde aýnanyň statiki güýçlere aýnanyň durnuklylygy 4-6 esse artýar, urga bolan durnuklylyk 5-7 esse artýar, termiki durnuklylyk bolsa 2-3 gezek artýar.

- berkleşdirmegiň himiki usuly bolsa aýnanyň defektli (mikrojaýrykly) üstki gatyny himiki awulama usuly bilen aýyrmakdan ybaratdyr.

Kwars aýnasy. Kwars aýnasy iş ýüzünde kremnezýomdan (95,5% SiO_2) durýar. Kwars aýnasy özüniň ýokary termiki we himiki durnuklylyk görkezijiler bilen tapawutlanýar. Bularan ýokary temperaturada işleýän himiki

durnukly gaplar, termoparalar üçin çehollar, izolýatorlar, elektrowakuum önümleri ýasalýar.

Böleklere dagamaýan aýna (tripleks) – adaty senagat aýnasynyň 2 ýa-da birnäçe gatyndan ybarat bolan kombinirlenen aýna bolup, olaryň arasynda dury maýyşgak we dury çeyje organiki polimer gat goýulyp olar kleýlenendir.

Köpürjik aýna. Köpürjik aýna 700...900 °C temperaturada eredilen aýnany dürli ergin maddalar (hek, kömür, koks) bilen köpürjikledip alýarlar. Köpürjik aýna az dykzlyga eýedir, ony ses izolýasiýasy hökmünde ulanýarlar, şeýle hem ony ýylylyk izolatory hökmünde ulanýarlar, mundan başga-da ony ýokary himiki durnuklylyk talap edýän süzgüç hökmünde ulanýarlar.

Aýna süýüme. Aýnamassasyny filtrleriň içinden çekip-dartyp ýa-da başga usullar bilen eredilen aýnadan alýarlar. Aýna süýümi ýokary berklik, agressiw gurşawa garşy durnuklylyk häsiýetleri bilen tapawutlanýar. Aýna süýüminiň materialy aýnatekstolitini ýasamak üçin, nebit önümlerini we dürli himiki önümleri süzmek üçin ulanylýar.

Aýnakristalliki materiallar – sittallar aýnadan mineralogiki düzüme we mikrokristalliki gurluşy bilen tapawutlanýarlar. Sittalary almagyň hadysasy – ol hem bolsa özünde katalizatorlar (kristallizasiýanyň merkezini emele getirmek üçin) bolan kesgitli düzümlü eredilen aýnadan önüm alýarlar, ol önüm sowadylanýndan soňra aýna görnüşli ýagdaýa eýe bolýar. Aýna emelegelmegiň temperaturasyňa çenli (400...600 °C) gaýtadan gyzdýrlanda bolsa aýnada kristallizasiýanyň başlangyç düwünçeginiň emelegelmegine getirýär. Kristallizasiýanyň derejesi gatylyga eýedir, egredilen mahaly berklik çägi 150...500 MPa, ýokary termo (700...800 °C) we himiki durnuklylyga eýedir. Sittallardan dolandyrylýan anarýadlaryň obtekatelleri ýasalýar, $t=540$ °C temperatura mahaly ýaglamazdan işlemek üçin podşibnikler ýasalýar, içinden ot alyp işleýän hereketlendirijileriň porşenleri we silindrleri, himiki we beýleki apparaturalar ýasalýar.

Aýna	Dykyzlyk, g/sm ²	MPa			Ýumşamak temperatu- rasy, °C	Termodu rnu- lylyk, °C	Ýagtylyk geçirijiligi, %
		Gysylan mahaly	Çekip dartylan mahaly	Egreldile n mahaly			
Listli	-	-	-	-	-	-	-
Silikat	2,5-2,0	600-700	30-70	50-100	-	40-80	82-90
№ 31	2,5	400	-	70-85	790	150	86-5
„Mazda“	2,6	-	-	-	800	185	-
MKP-1	2,3	78	-	45-50	650	180	90
Kwarsly	2,0-2,3	350-650	40-60	45-100	1200	1000	90
Köpürjik -aýna	0,18-0,8	150-250	50-100	50-100	300-400	110-170	-
Sittallar	2,4-2,7	1000	110-160	70-350	1200-1350	-	-
-	-	2000	-	-	-	-	-

Tehniki aýnalaryň ulanylyşy.

Transport serişdelerini aýnalamak üçin esasan tripleksler, termopar we taplanan aýnalar ulanylýar.

Optiki aýnalar optiki priborlarda we instrumentlerde ulanylýar.

Olar bölünýärler:

- kronlar, olar az ugruny üýtgedijiligi bilen tapawutlanýarlar;
- flintler, bular özünde gurşunyň oksidini ýokary mukdarda saklaýarlar, bularyň ugryny üýtgedijilik koeffisiýenti uludyr, agyr flintler rentgen şöhlesini öz üstinden geçirmeýärler.

Ýagtylygy dargadyjy aýnalar öz düzüminde fltor saklaýarlar:

- kwars aýnasyny özünüň ýokary termiki we himiki durnuklylygy bolany üçin tigeller, turbalar, nakoneçnikler, tejribe üçin jamlar, käseler ýasamak üçin ulanylýarlar;
- kremnezem aýnalary elektrokolbalar, takyk guýma önümçiliginde formalar üçin ulanylýar; elektrogeçiriji (ýarymgeçiriji) aýnalar: halkogenidli we oksid wanadiýewli, olar termistorlar, fotogarşylyk hökmünde giňden ulanylýar.

13.7. Keramiki materiallar.

Keramika-organikidäl material bolup, munuň özi ýokary temperaturada ýakmak hadysasy netijesinde galyba salnan mineral massadan alnan organiki däl materialdyr.

Ýakmak (1200...2500 °C) netijesinde materialyň strukturasy (tutluşyp birleşmegi) emele gelýär we önüm zerur bolan fiziko-mehaniki häsiýete eýe bolýar. Munuň ýaly keramika özünde topragy juda az mukdarda saklaýar ýa-da düýbünden saklamaýar.

Tehniki keramikanyň esasy komponentleri bolup oksidler we metallaryň kislorodsyz birleşmeleri hyzmat edýärler

Ýörite tehniki keramikanyň köp görnüşleri dykyz tutluşyp birleşen kristallik gurluşly struktura eýedir.

Arassa oksidler esasyndaky keramika.

Oksidli keramika önümçiliginde esasan ulanylýan oksidler: Al_2O_3 (korund), ZrO_2 (sirkoniý), MgO (magniy), CaO (kalsiy), BeO (berilliy), ThO_2 (toriy), VO_2 (wanadiy). Keramikanyň strukturasy birfazaly ýarymkristallikdir. Arassa oksidleriň eremek temperaturasy 2000°C ýokary geçýär, şonuň üçin hem bulary ýokary oda durnukly topara girizýärlär. Oksid keramikasy çekip-dartylan we egredilen ýagdaýyna garanynda gysylan ýagdaýda ýokary berklige eýedir. Juda berklige ownuk kristallik struktura mahaly eýedir, sebäbi ulykristallik struktura gurluşda kristallaryň arasyndaky araçäkde ep-esli dartgynlyk emele gelýär. Arassa oksidleriň keramikasy okislenmäge degişli dälär.

Al_2O_3 (korundly) esasyndaky keramika ýokary berklige eýedir, ýokary temperaturada berklik saklanýar, himiki durnukly, otliçnyý dielektrik. Mundan ýasalýan önümler teknikanyň köp ulgamlarynda ulanylýar: ýokary tizlikde kesmek üçin ulanylýan kesgiçler, kalibrler, polat simi çekip-dartmak üçin filýerler, ýokary temperaturadaky peçleriň şaýlary, peç konweýerleriniň podşibnikleri, nasoslaryň şaýlary, içinden ot alyp işleýän hereketlendirijileri otlamak üçin ulanylýan sweçler.

Sirkoniniň oksidi (ZrO_2) pes kislotaly ýa-da nitratly topara degişlidir, onuň ýylylyk geçirijilik koeffisýenti kiçidir.

ZrO_2 keramikanyň maslahat berilýän üýtgame temperaturasy $2000-2200^\circ\text{C}$, bular odadurnukly tigelleri ýasamak üçin ulanylýar, metallary we metal garyndylaryny eretmek üçin ulanylýar, peçleriň, apparatlaryň, reaktorlaryň ýylylyk izolýasiýasy üçin ulanylýar, temperaturanyň täsirinden metallary goramak üçin örtgi hökmünde ulanylýar.

Magniyiň kalsiniň oksidleri esasyndaky keramika. MgO - her dürli metallaryň esasy şaklarynyň täsirine durnukly, şol sanda aşgarlaryň täsirine hem durnukly.

Termodurnuklylygy pesdir, ýokary temperatura mahaly, hatda howada hem gidrasiýalaşmaga ukyply. Tigelleri ýasamak üçin ulanylýar, peçleri we pirometriki apparaturalary futerowka etmek üçin ulanylýar.

Berilliý oksidi (BeO) esasyndaky keramika ýokary ýylylyk geçirijiligi we termodurnuklygy bilen tapawutlanýar. Berkligi ýokary däl. Ýokary energiýanyň tonizirleýji şöhle çykarmasyny dargatmak ukybyna eýedir, ýylylyk neýtronlaryny haýallatmagyň ýokary koeffisiýentine eýedir.

Käbir arassa metallary eretmek üçin tigelleri ýasamak üçin ulanylýar, ýader reaktorlarynda wakuum keramikasy hökmünde ulanylýar.

Toriýanyň we uranyň oksidleri (ThO_2 , VO_2) esasyndaky keramika ýokary eremek temperaturasyna eýedir, emma örän dykyzdyr we radioaktiwdir. Ýylylyk çykaryjy elementler üçin elektropeçli: platinany, radiýny, iridiýny we başgalar. Metallary eretmek üçin elektropeçleri konstruksiýalaryndaky tigelleri ýasamak üçin ulanylýar, energetiki faktorlaryň ýylylyk çykaryjy elementleri ýasamak üçin ulanylýar VO_2 tablisa 54 .

Kislorodsyz keramika. Kislorodsyz kyn ereýän birleşmelere elementleriň uglerod bilen birleşmeleri degişlidir: (MeC)-karbidler, bor bilen (MeB)-boridler, azot bilen (MeN)-nitridler, kremniý bilen (MeSi)-silisidler, kükürt bilen (MeS) – sulfidler. Bu birleşmeler ýokary odadurnuklylyk ($2500\ldots 3500^\circ\text{C}$), gatylyk (kämahallar almazyňky ýaly) we agressiw gurşawa garanynda iýilmäge durnuklylyk bilen tapawutlanýarlar, silidler bolsa $1300\ldots 1700^\circ\text{C}$ temperatura çydamlylyk görkezip bilýärler (onuň üst ýüzünde kremnezýon plitkasy emele gelýär).

Kremniýniň karbidi (SiC). Kremniýniň karbidi (karborund) giňden ulanylýar, ol ýokary gyzgyna durnuklylyga ($1500\ldots 1600^\circ\text{C}$), ýokary gatylyga eýedir we kislota durnuklydyr, emma aşgarlara durnukly däl. Gyzydryjy sterženler hökmünde ulanylýar, grafidiň gorajy örtügi we

abraziw hökmünde ulanylýar.

Boridler. Bu birleşmeler metal häsiýete eýedir, olaryň elektrik geçirijiligi örän ýokarydyr, olar iýilmäge durnuklydyr, gatydyr, okislenmäge durnuklydyr.

Tehnikada köp ýaýrany diboridlerdir, olar kyn ereýän (TiB_2 , ZrB_2) metaldyr. Olary 2000°C temperaturadan ýokarda işleýär.

Olary agressiw gurşawda 2000°C tempraturadan ýokarda işleýän termoparalary ýasamak üçin ulanýarlar, turbalar, tigeller, suwuklyk saklanýan gaplar ýasamak üçin ulanýarlar.

Nitridler. Metaldäl nitridler ýokary termodurnukly materialdyr, onuň pes ýylylyk geçirijiligi we elektrikgeçirijiligi bardyr. Adaty temperaturada bular izolýatorlardyr, ýokary temperaturada bolsa bular ýarymgeçirijilerdir.

Boruň nitridi - ak grafitdir - bu ýumşak poroşokdyr, bitarap we dikeldiji atmosfera durnuklydyr. Örän durnukly ýaglaýjy material hökmünde ulanylýar, mundan ýasalan önümler termodurnuklydyr, sapaklaryň obtekatelleriniň materialy hökmünde we uçujy apparatlaryň elektron enjamlarynyň materialy hökmünde ulanylýar. Mundan juda gyzygnadurnukly we gaty elbor ýasalýar, ol öz häsýeti boýunça almazdan kem däl, elboryň eremek temperaturasy 3000°C . Mundan kesiji instrumentler üçin plastinkalar ýasalýar, olar ýokary tizlikde kesmekde we arassa işläp bejermekde ulanylýar.

Kremniýniň nitridi beýleki nitridlere garanyňda howada durnuklydyr we okisleýji atmosferada 1600°C çenli temperaturada durnuklydyr, ol gatylygy boýunça ähli konstruksiýon materiallardan ýokarydyr, onuň bahasy bolsa ep-esli arzandyr. Kremniýniň nitridi berk we iýilmäge durnukly materialdyr. Ol içinden ot alyp işleýän hereketlendirijilerde (silindriň blogynyň kellesi, porşenler we başg) ulanylýar. Ol korroziýa garşy durnuklydyr we artykmaç gyzdyrylmagy oňat geçirýär.

Silidler karbidlerden we boridlerden ýarymgeçirijiler häsiýetleri boýunça we köýügedurnuklylygy bilen tapawutlanýarlar, olar kislotalaryň we aşgarlaryň täsirine durnuklydyr. Olar 1300...1700⁰C temperatura mahaly ulanmak mümkin. Olar 1000 ⁰C temperatura mahaly eredilen gurşuna, galaýa we natriýa reagirlenmeýärler.

Molibdeniň dissildlerini (M_0Si_2) 1700⁰C temperatura mahaly peçlerde elektrogzdyryjy hökmünde juda giňden ulanýarlar we olar birnäçe mün sagadyň dowamynda işleýärler. Molibdeniň bişirilen silisilidlerinden gaz turbinalarynyň lopatkalary, hereketlendirijileriň soplo wkladyslary ýasalýar. Olary podşibnikler üçin gaty ýagdaýjy material hökmünde ulanylýar.

Sulfidler. Sulfidler toparyndan iş ýüzünde ulanylmaga degişlisi diňe molibdeniň sulfididir (M_0S_2), ol ýokary antifriksion häsiýete eýedir. Ony ýaglaýjy material hökmünde wakuumirmekde ulanylýar.

13.8. Metal däl materiallary ulanmagyň ykdysady netijeliligi.

Plastmassalary maşynlaryň konstruksiýalarynda ulanmagyň maksadalaýyklygy köplenç ýagdaýda tehniki pikir bilen amala aşyrylýar, emma bu ýagdaýda ykdysady çözgütler esasy rol oýnaýarlar. Plastmassalary ulanmagyň ykdysady netijeliligine kähalatlarda ýeterlik üns bermeýärler.

Plastmassalary ulanmak düýplimaýagoýumlary ep-esli azaldýar, taslama boýunça işleriň zähmet-talap edililigini azaldýar we enjamlara bolan islegi azaldýar.

Plastmassalary önümçilikde tygşylylygy önümiň massasyny we oňa harçlanýan materiallary azaltmakdan, metaldan ýasalan şaýlara garanynda plastmassadan ýasalan şaýlaryň zähmet-talapediligini azaltmakdan, önümçiligiň sikilini azaltmakdan we konstruksiýany taslamagyň we ony özleşdirmegiň wagtyny azaltmakdan ybaratdyr.

Plastmassalary ulanmagyň tygşytlylygy, maşynlaryň ekspluatasiýasy nukdaý nazaryndan, konstruksiýanyň massasyny azaltmakdan, ekspluatasion çykdaýjylary (ýaglamak, bejermek, we ş.m.) azaltmakdan, maşynyň ekspluatasion ygtybarlygyny ýokarlandyrmakdan, konstruksiýanyň tehniki mümkinçiligini giňeltmekden we onuň tehniki-ykdysady parametrlerini ýokarlandyrmakdan (işleýän wagty, ýükgöterijiligi, PTK) ybaratdyr.

Massasy ýeňil bolany üçin plastmassadan ýasalan şaýlara az material harçlanýar we materialy ulanmagyň peýdaly täsir koeffisiýenti ep-esli ýokary bolýar (ortaça $K_{ulan} = 0,9...0,95$; presleme – 0,9; guýmada – 0,95). Maşyny ýasamaga edilýän ähli çykdaýjylaryň 40...75% materiala edilýän çykdaýjylar düzýär, şonuň üçin hem materialy tygşytlamaklyk maşynyň özüne düşýän gymmatyny azaltmagyň möhüm rezewleriniň biridir.

Meselem: Metaldan ýasalan şaýlary ulanmak üçin işläp bejermegiň üç görnüşi (guýma, tilsimatly işläp bejermek, mehaniki işläp bejermek) köpsanly operasiýalar bilen (30...50 çenli) ulanylýar, plastmassadan şaýlar üçin işläp bejermegiň diňe bir görnüşi – plastiki deformasiýa usulynda şaýy formalaşdyrmak.

Şeýlelikde plastmassadan ýasalan şaýlary ulanmak örän amatly, ýagny konstruksiýanyň massasy – 4-5 esse azalýar; şaýy ýasamagyň zähmet – talap edijiligi 4-5 esse azalýar; operasiýalaryň sany we olaryň zähmet-talap edijiligi 5-6 esse azalýar, önümiň özüne düşýän gymmaty 2-3 esse peselýär.

Plastmassadan ýasalan şaýlar reňkli metaldan ýasalan şaýlardan 4-9 esse arzan, käbir ýagdaýlarda bolsa gara metaldan ýasalan şaýlardan (guýma) 2-6 esse arzan.

Meselem: uçýan aparatlaryň, dwigatelleriň , priborlaryň, konstruksiýalarynda plastmassalar massasynyň 7..25%, we raketanyň massasynyň (ýangyçsyz) 20..50% düzýär.

Oba hojalyk maşynlarynda podşibnikleri, wtulkalary

ýasamak olaryň ekspluatasiýa wagtyny 2, 4-3 esse köpeldýär we ş.m.

Barlag soraglary.

1. Täze konstuksion materiallaryn içinde polimer materiallaryň tutýan ornuny düşündiriň.
2. Plastmassa diýlip nähili materiallara aýdylýar?
3. Polimer diýlip nähili materiallara aýdylýar?
4. Polimeriň nähili görnüşleri bar?
5. Polimer nähili ýagdaýlarda bolup bilýär?
6. Dolduryjylar hökmünde nähili materiallar ulanylýar?
7. Dolduryjylar ähmiýeti nämeden ybarat?
8. Reňkleýjiler hökmünde nähili materiallar ulanylýar?
9. Plastifikator polimeriň düzüminde nähili rol oýnaýar?
10. Plastmassalardan nähili usullar bilen önümler alynýar?

Arassa oksidler esasyndaky keramikalaryň häsiýetleri

Oksidler	Ernek temperaturasy °C	Dyklylyk (nazaryýet) kg/m ³	Berklik çägi, MPa			Çeýelik moduly, GPa	Gatylyk Mopsu boýunça	Çyzykly günelmäni ň koef. 10 ⁻⁶ G ⁻¹	Ýylylyk geçirijilik koef. Wt.(m.k)	Udel elektrik garsylyk, Om·sm	Ýylylyk urgusyna durnuklylyk	Erroziýa durnuklylyk
			Cekip dartyly n mahaly	Egredile n mahaly	Gysylan mahaly							
Al ₂ O ₃	2050	3990	260	150	300	382	9	8,4	362-8,80 (100-1600) °C	10 ¹⁶	Yokary	Yokary
ZrO ₂	2700	5600	150	230	2100	172	7-8	7,7	1,95-2,44 (100-1400) °C	10 ¹⁴ (1000°C)	Pes	-/-
BeO	2580	3020	100	130	800	310	9	10,6	218,6-151,1 (100-1600) °C	10 ¹⁴	Yokary	Orta
MgO	2800	3580	100	110	1400	214	5-6	15,6	34,4-6,57 (100-1000) °C	10 ¹⁵	Pes	-/-
CaO	2570	3350	-	80	-	-	4-5	13,8	13,8-8,97 (100-400) °C	10 ¹⁴	-/-	-/-
ThO ₂	3350	9190	100	-	1500	140	7	10,2	10,4-3,4 (100-1000) °C	10 ¹³	-/-	Yokary
VO ₂	2760	10960	-	-	980	164,5	6	10,5	9,8-3,4 (100-1000) °C	10 ¹³ (800°C)	-	-
Kislorodsyz keramikalaryň häsiýetleri												
SiC	2600	3200	155	-	2250	394	9,2-9,5	5,2	16,7 (200-1400)	-	-	-
TiB ₂	2980	4520	140	246	1350	-	-	8,1	-	-	-	-
ZrB ₂	3040	6090	-	-	-	-	-	6,88	-	-	-	-
BN	2350	2340	50-110	50-110	500-600	8,05-1,16	1-2	7,51	15-12,3 (300-1000)	-	-	-
Si ₃ N ₄	1720-1820	3200	-	100	-	317	-	2,75	30	-	-	-
MoSi ₂	203	6240	281 (980)	473 (980)	1300	430	-	8,3	48,5 (900)	-	-	-

14. Kompozision materiallar.

14.1. Kompozision materiallaryň gurluşy we ulanylýan materiallar.

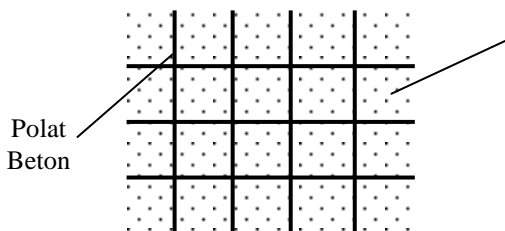
Kompozision diýlip özlerinde gönümel tapawutlanýan häsiýetnamaly iki we köpräk dürli görnüşli materiallardan kompozisiýany saklaýan materiallary atlandyrýarlar.

Netijede şeýle kompozisiýanyň häsiýetnamasy ony düzüji bilen deňeşdirilende başgaça bolar, ýagny şol materialda häsiýetnamalaryň täze toplumy emele geler.

Kompozision material öz gurluşy boýunça özünde şepbeşik matrisa bilen doldurylan, berkligi ýokary materialdan karkasy saklaýar.

Kompozision materialyň düzümine metally we metal däl düzüjiler girip biler.

Material hökmünde karkas üçin kristallar, keramika, aýna materiallar gulluk edip bilerler. Matrisalar üçin köplenç polimerleri we şepbeşik metal materiallary ylanylýar. Şeýle materialyň esasly gurluşy suratda görkezilendir.



Kompozision materialyň demir-betonyň gurluşy.

Kompozision materiallar, jaýryklygynyň ösüşi uly garşylykly täze klasyna degişlidirler. Häsiýetnamalaryň talap edilýän toplumynyň derejesi önünden taslanylýar we kompozision materialy ýasamak prosesinde amala aşyrylýar.

Kompozision materiallarda örän berk, emma döwülgen süýüm (uzyn ýa-da gysga) metally ýa-da plastmassaly

matrisanyň töwereginde bolýar. Süýümler hökmünde berkligi ýokary metal simi, dislokasiýasy örän pes dykzylygy metal ýa-da ýüplük görnüşli kristallary, aýna ýa-da keramiki ýüpleri, meselem, bordan, ýa-da ugleroddan, ulanylýar.

Süýüm ýüklenmäni kabul edýän element bolup durýar, matrisa bolsa olaryň arasynda ýüklenmäni paýlaýar, olaryň üstüni goraýar we döwülgen görnüşiniň bozulmasyny duýdurmak bilen, jaýryklaryň ýaýramak energiýasyny ýokarlandyrýar.

Kompozision materialy ýönekeýleşdirmegiň bu esasy, haçanda metal matrisa meselem, ikinji fazanyň tapawutlanmasynyň hasabyna ýönekeýleşende, metallaryň ýönekeýleşmesiniň dürli usullaryna gapma garşydyr. Kompozision materiallarda matrisanyň özüniň berkligi ýa-da gatylygy, süýümleriň bolmagynyň netijesinde, ýokarlanmaýar.

Kompozision materiallaryň tapawutlanýan aýratynlygy, olaryň kemçiligi däl-de, komponentleriň gowy tarapynyň döremegi bolup durýar. Şonuň bilen birlikde kompozision materiallara aýry alynan komponentlere iki bolmadyk häsiýetnamalar mahsusdyr.

Kompozisiýanyň häsiýetnamasyny oňaýlaşdyrmak üçin gönimel tapawutlanýan emma biri birine häsiýetnamalar bilen doldurýan, komponentleri saýlaýarlar.

Komponentleriň uly şepbeşikligi, matrisalaryň gönüşinden baglylykda bir ýa-da iki mehanizmler bilen esaslanandyr.

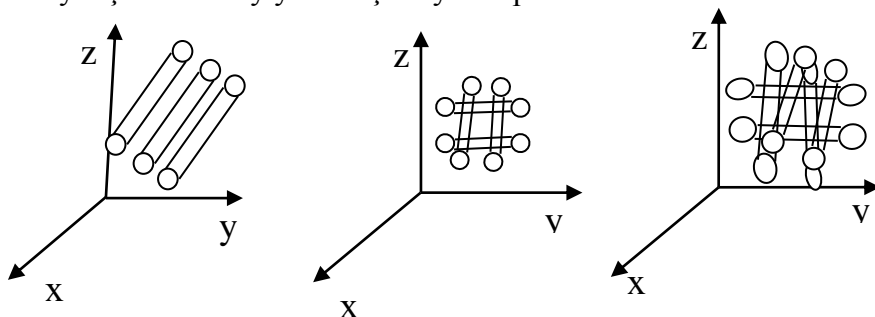
Metally matrisa ýagdaýynda bozulma energiýaly plastinaly metally fazanyň jaýrygy bilen kesişmede ýokarydyr.

Özi döwülgen bolan plastinaly matrisanyň ulanylmagynda matrisa we süýüm bölüminiň üstüniň ilişmesi bu üstde jaýryklaryň açylmasy we onuň kütelmesi bolup geçen ýaly gowşak bolmalydyr.

Kompozision materialda ýönekeýleşdirmede baş roly dolduryjylar oýnaýar, olary köplenç ýönekeýleşdirijiler ýa-da armirleýji komponentler diýlip atlandyryýarlar. Dolduryjynyň bu häsiýetnamalarynyň ulalmasy bilen kompozision materialyň

degişli häsiýetnamasy ýokarlanýar, ýogsa olar dolduryjy häsiýetnamalara ýetmeýärler.

Kompozision materialyň uly berkligini goramak üçin süýüm güýjenmäniň hereketiniň ugruna parallel ýerleşýän bolmalydyr. Şu sebäp boýunça süýümleriň armirlenen çatgylaryň birisi boýunça ýerleşmesi bir okly, beýlekisi boýunça – iki okly ýa-da üç okly bolup biler.



a) bir okly;

b) iki okly;

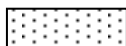
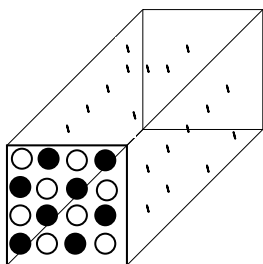
ç) üç okly.

Kompozision materiallaryň armirlenme çatgysy.

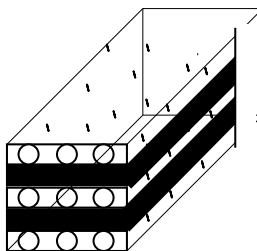
Häsiýetnamalaryň toplumyny giňeltmek ýa-da kompozision materiallaryň armirlenmesinde haýsydyr bir häsiýetnamany güýçlendirmek üçin dürli görnüşli we ölçegli dürli dolduryjylary şol bir wagtda ulanýarlar. Polimerli matrisaly, aýna süýümlü bilen armirlenen, kompozision materiallaryň maýyşgaklyk modulyny ýokarlandyrmak üçin, boruň süýümini goşmaça girizýärler. Iki ýa-da köp dürli dolduryjylary saklaýan kompozision materiallary, ýarym armirlenen diýip atlandyryýarlar.

Matrisa kompozisiýany baglanyşdyrýar we oňa görnüşli berýär. Matrisanyň häsiýetnamalaryndan kompozision materiallary almagyň tehnologiýa režimleri we işçi temperatura ýadaw bozulma garşylyk we daş-töwerege täsirlenme, dyklyk we udel berklik ýaly, ulanyş häsiýetnamalaryndan uýyly derejede baglydyr. Dürli himiki düzümlü gezekleşýän gatlaklardan durýan, matrisaly kompozision materiallar

döredilendir. Polimatriki materiallar üçin peýdaly häsiýetnamalaryň has giň toplumy mahsudyr.



Matrisa 1



Matrisa 2

Poliarmirlenen (a) we plimatrivaly (b) kompozision materialyň çatgysy.

Meselem matrisa hökmünde alýuminiýnyň we titanyň bilelikde ulanmaly kompozision materialyň berkligini, süýümleriň okuna perpendikulýar ugura ulaldýar. Alýumin gatlaklar matrisada materialyň dykzlygynyň kemelmesine täsirini ýetirýär.

Metal kompozision materiallaryň matrisalary hökmünde metallary ulanýarlar: alýuminiý, magniý, titan gyrgyznylyga berk nikel we olaryň esasyndaky erginler: metal däller üçin – polimerli, uglerodly we keramiki materiallar.

14.2. Kompozision materiallaryň häsiýetnamasy we strukturasy.

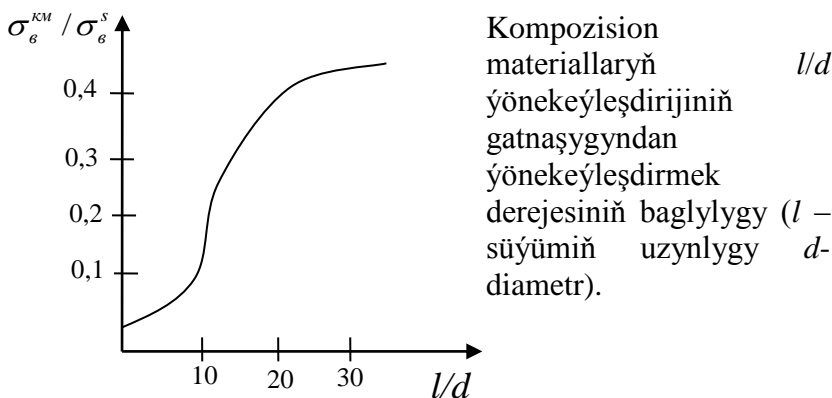
Kompozitleriň häsiýetnamasy uýyplý derejede diňe bir matrisalaryň we dolduryjylaryň häsiýetnamalaryndan bagly bolman, eýsem armirleýji süýümleriň ölçeglerinden, armirleme çatgylaryndan hem baglydyr. Gutarnykly uzynlykly süýümler bilen ýönekeýleşdirmede olara ýüklenme matrisanyň üstünden degişme güýjenmeleriniň kömegi bilen geçirilýär.

Süýümiň uzynlygynyň ulalmagy bilen onda döreyän

güýjenme ýokarlanýar. Tankydy diýlip atlandyrylýan, kesgitli uzynlykda güýjenme uly ähmiýete ýetýär we süýümiň uzynlygynyň geljekdäki ulalmasynda üýtgemeyär.

Tejiribe taýdan baglanylan, nazary hasaplamalar, (d) näçe inçe we (l) süýüm uzyn bolsa, kompozision materialy ýönekeýleşdirmegiň derejesiniň şonça-da ýokarydygyny görkezýär ($\sigma_{\epsilon}^{km} / \sigma_{\epsilon}^s$ - kompozision materialyň berkliginiň süýümiň berkligine gatnaşygy).

Armirleme çatgysy kompozitleriň häsiýetnamalarynyň anizotropiýasyna uly täsirini ýetirýär. Çekilmede berkligiň çägi we maýyşgaklyk moduly süýümleriň ýerleşiş ugrunda uly bolmadyk ähmiýete ýetýär. Meselem boruň süýümleri bilen ýönekeýleşdirilen, tehniki alýuminden matrisaly kompozision material, süýümleriň ugrunda $\sigma_{\epsilon} = 1000...1200$ MPa, kese ugurda 60...90 MPa eýedir.



Häsiýetnamalaryň anizotropiýasyny iki okly armirlemede görmek bolýar. Emma bir okly armirleme bilen deňeşdirilende süýümleriň berkligi okuň gapdalynda üç esse töweregi azalýar.

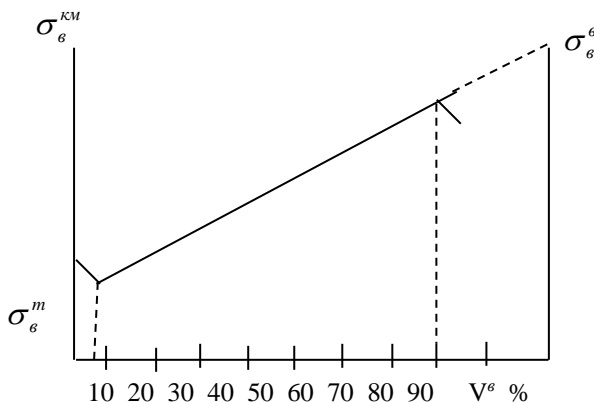
Dolduryjynyň matrisada saklanmagy erginler – komponentleriň mehaniki garyndylary bilen meňzeşlik boýunça, liniýaly baglylyk boýunça kompozision materialyň

häsiyetnamasyna täsirini ýetirýär.

Süýümi örän az (< 5%) ýa-da örän uly (> 80%).

Saklamakly materiallar aýratynlygy düzýärler.

Matrisa berkligi ýokary bolan süýümleriň goşulmagynyň kompozitiň berkliginiň göniden göni ulalmagyna getirmeýänligi garaşylmadyk ýagdaý bolup biler, emma sebäp komponentiň ikisiniň hem bozulmagyndaky deformasiýanyň ululyklaryň tapawudynda jemlenýär. Ýönekeýleşdirijiniň az saklanmagynda şepbeşik matrisa döwülgen ýönekeýleşdirijä seredende, ujyply uly deformasiýany başdan geçirýär, bu bolsa süýümiň matrisa bilen ilişmesiniň doly ýok bolmasyna getirýär.



Kopozision materialyň berkliginiň ýönekeýleşdirijiniň saklamagyndan üýtgemegi.

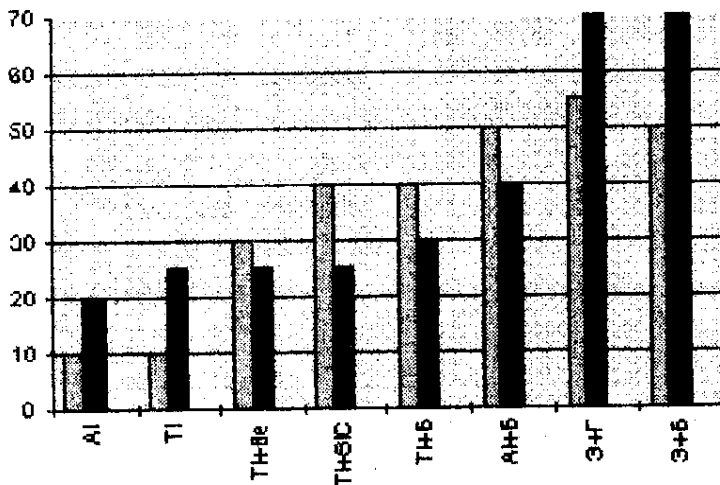
Kopozision materialyň berkliginiň ýönekeýleşdirijiniň uludan saklamagynda kemelmesi ýönekeýleşdirijiniň gabynyň bozulmazdan berklik çäğine ýetmegi bilen baglanşyklydyr.

Parallel silindrleriň gutusynyň dyklygynyň nazary ýokary çägi 91% den, onuň uly ululygy – 80%, kompozitiň berkliginiň özara kontaktda süýümleriň zaýalanmagynyň netijesinde kemelmegindäkiden ýokarydyr.

14.3. Kompožision materiallaryň ulanylyşy

Kompožision materiallaryň ulanylyşmasy ilkinji nobatda olaryň udel berkligi (E/pg) we udel gatylygy (σ/pg) boýunça ähli mälüm bolan konstruksiion materiallara seredende ujply artyk derejede bolmaklaryna esaslanýar. Ýokary udel gatylyk gowy udel berklik bilen utgaşmada konstruksiýanyň massasyny onuň berkliginiň we gatylygynyň ýokarlanmasynda peseltmäge mümkinçilik berýär. Bu aýratynam uçar we raketa gurluşygynda wajypdyr. Suratda käbir adaty konstruksiion we kompožision materiallaryň udel berkliginiň we udel berikliginiň we udel gatylygynyň ähmýetiniň diagrammasy getirilendir.

- - maýyşgaklygyň udel moduly $\times 10^2 km$
 ■ - udel berklik (km)



Käbir armirlenenmedik we kompožision materiallaryň maýyşgaklygynyň uđel moduly we uđel berkligi.

Al – alýuminiň; Ti – titan; Ti + Be – titan berilli symly bilen armirlenen; Ti + SiC – titan SiC süýümleri bilen armirlenen;

Ti + B – süýümde kremniýa karbidiniň monokristallary bilen boryň süýümler bilen armirlenen. $\Theta + \Gamma$ – epoksidli smola, grafitiň süýümleri bilen armirlenen; $\Theta + B$ epoksidli smola, boryň süýümler bilen armirlenen.

Eger udel berklik boýunça titan we onuň erginleri titanyň esasyndaky kompozitler bilen deňeşdirilse, onda kompozision materiallar udel gatylyk boýunça materyallardan we olaryň erginlerinden artyk derejede bolýarlar.

Kompozision materiallary, haçanda ikinji jahan urşy wagtynda aýna plastikleri radiolokatorlaryň antenalarynyň ýel garşylygyny azaldýan gurluşyny ýasamaklyk üçin ulanyp başlanlaryndan bäri has giňden ulanylýarlar.

Häzirki wagtda aýna plastikler güýç önümleri üçin ulanylýar, konstruksiýa materiallar bolup durýarlar. Olardan maşynlaryň korpusyny, gabyny, wentilýasion turbalary, konteýnerlary, elektro we radiomontaj platalaryny we beýlekileri ýasaýarlar. Sportda taýakly bökmeklik üçin inwentary ýasamaklyga gidýän, fiberglas-aýna plastik giňden mälimdir.

Ugleplastikleri-gämi we awtomobil gurluşygynda, lyzada typmak üçin inwentarda, awiasion tehnikanyň detallarynda, himiýa senagaty üçin apparaturalarda ulanylýarlar.

Uglerodly matrisaly karbowoloknitleri ýylylyk gorawy, awiasion tormouzlarynyň diskleri apparaturanyň himiki durnuklylygy üçin ulanylýarlar.

Borwolonnitleri awiasion we kosmos tehnikasyndan-profiller, kompressorlaryň perleri, wintleriň perleri we wertolýotlaryň wallary we ş. m. üçin ulanylýarlar.

Metal matrisaly kompozision materiallar reaktiv hereketlendirijileriň korpuslary we ýanyş kameralary üçin, energetiki turbogurluşynda-turbinalarynyň işçi we lüleli perleri we beýlekiler üçin ulanylýar.

Barlag soraglary:

- 1) Kompozision materiallar diýilip haýsy materiallara aýdylýar ?
- 2) Kompozision materiallara häsiýetnama beriň:
- 3) Kompozision materiallaryň esasy mehaniki häsiýetleriniň görkezijileri aýdyň.
- 4) Kompozision materiallarda haýsy armirleýji materiallar ulanylýar?
- 5) Kompozision materiallaryň ulanylýan ýerleri aýdyň.

15. Geçiriji turbalarynyň materiallary.

15.1. Turbageçirijiler, turbageçirijileriň turbalarynyň materiallaryna tehniki talaplar.

Magistral gaz we nebitgeçirijileriň uly göwrümlü gurluşygy sebäpli metalyň ähmiýetli mukdary gerek bolýar.

Häzirki wagtda uly diametrli taýýar turbalaryň metaly 52-57 kg/mm² berklige eýedir. 60-65kg/mm² berkligi bolan metaldan turbalar ýasalýar. Has berk turbalaryň önümçiligini özleşdirmek metalyň ähmiýetli tygşytlanmagyny berip biler.

Turbalaryň metalyňa bildirilýän talaplar olaryň ulanyş şertlerinden kesgitlenilýär. Turbageçirijiniň ygtybarlygyny häsiýetlendiriji, esasy mehaniki görkezijiler berklik, ugry şepbeşikligi we degişli uzalmasy bolup durýar.

Turbageçirijileri ulanmaklygyň şerti olaryň gysdyrmasyň görnüşini (ýerasty, ýerüsti, daýançada ýer üsti, suwasty) trassanyň geçişini; äkidilýän töweregiň howa şertlerini we temperaturasyny goşýar.

Gysdyrmaň şertinden baglylykda turbanyň diwarynyň galyňlygyny hasaplaýarlar.

Işçi basyş bilen degişlilikde we yz ýanyndan turbanyň diwarynyň galyňlygy bilen degişlilikde degişli uzynlygy hasaplaýarlar.

Diametriň dowamlylygynyň we işçi basyşynyň ösmegi bilen baglylykda turbageçirijileriň berkligine talaplar üznüksiz ýokarlanýar.

1. turbanyň diwarynyň galyňlygynyň ulalmagy, bu metalyň uly çykdaýjysyna çekýär;
2. turbanyň öz metalyň berkliginiň ýokarlanmagy, bu ilkinji polatda kebşirlemäň oýlanmalary bilen saklanýar. Sebäbi uglerodyň düzüminiň ulanmagy bilen, metalyň kebşirilenilmesi azalýar.

Otnositel uzaltmasy – dürli ölçegli turbalar üçin metaly häsiýetlendiriji esasy görkezijileriň biridir. Değişli uzadylmaň derejesi formula bilen kesgitlenilýär:

$$\delta = 573,4 \cdot 10^6 \frac{A^{0,2}}{\sigma_b^{0,9}}$$

bu ýerde:

A – nusganyň keseleýin kesiminiň meýdany, mm²;

σ_b – standart boýunça berkligiň kiçi çägi, kg/mm².

Uzalma boýunça has ýokary görkezijilere ferritli polatlar eýedir.

Urgy şepbeşikligi – dürli temperaturalarda metalyň kiçi bozulmasyna garşy durnuklylygy häsiýetlendiriji esasy görkeziji.

Metalyň urgy şepbeşikligi urgy nusgasynyň döwürleşmesinde süýümiň mukdary we onuň bozulmasyndaky ýuwudylan energiýanyň ähmiýeti bilen häsiýetlendirilýär. Iki görkeziji hem synagyň temperaturasyndan baglydyr, şonuň üçinem bu görkezijiler hökmany görkezilmelidirler.

Urgy şepbeşikligi boýunça talaplary indikiler:

kiçi ähmiýet – 6,9 kg·m/sm²

orta ähmiýet – 8,5 kg·m/sm²

Metalyň berklik häsiýetnamasy spesifikasiýada indiki ýagdaýda aýdylýar:

akymlylygyň çägi – 52,7 kg/mm² kiçi bolmadyk.

Berklik çägi akymlylygyň 7 kg/mm² uly çägene seredende kiçi bolmaly dälär we 54,1 kg/mm² kiçi bolmaly dälär.

Barlag soraglary.

1. Uly diametrli turbanyň metalynyň berkligi nähili?
2. Turbanyň metalyna bolan talaplar nähili?
3. Turbageçirijiniň ulanyş şertleri.
4. Turbageçirijileriň berkligini ýokarlandyrmagyň ýollary.

5. Turbalaryň degişli uzalmasy.
6. Urgy şepbeşikligi.
7. Metalyň berklik häsiýetnamalary.

15.2. Magistral nebit we gaz geçirijiler üçin polat turbalar.

Häzirki wagtda senagat tarapyndan goýberilýän himiki düzümi boýunça nebit we gaz geçirijiler üçin turbalar iki kategoriýa bölünip bilner:

- 1) uglerodly pes legirlenen polatdan turbalar;
- 2) pes uglerodly pes legirlenen polatdan turbalar.

Diametriň we işçi basyşyň ösmegi bilen baglylykda turba metallarynyň berkliginiň we olaryň ygtybarlygynyň soňky ýokarlanmasynyň gerekligi ýüze çykdy. Şeýle metallaryň berklik görkezijilerini ýokarlandyryjy esasy komponentler uglerod we marganes bolup durýar. Uglerodyň çäkli saklanmagy 0,22% çenli, marganesiňki 1,5% çenlidir, şonuň üçinem kebşirlemede termiki täsir ediş zonasy çalt portlaýan bolup durýar.

Şunuň bilen baglylykda, gowy kebşirlemä we ýokary urgy şepbeşikligine eýe bolan, ýokary berkligi bolan pes uglerodly, pes legirlenen polatlaryň täze önümçiligi ýüze çykdy. Şeýle polatlar uglerodyň – 0,06% pes saklanmagy we kükürdiň hem-de fosforyň peseldilip saklanmagy bilen häsiýetlenýärler. Himiki düzümiň aýratynlygy kebşirleme usuly bilen kesgitlenilýär, olar elektropeçlerde we konwertorda ereýärler. Esasy legirirleme bolup wanadiýa we piobiýa mikrogoşulmalary, şeýle-de molibdeniň mikrogoşulmalary gulluk edýärler.

Magistral gaz geçirijileri, nebitgeçirijileri we önüm geçirijileri polat tikinsiz ýa-da kebşirleme turbalaryndan ýaşaýarlar. Turbalaryň arasyndaky açyk ýeri kebşirlemäň bolmagynda birleşdirýärler.

Magistral turbageçirijiler üçin polat turbalary ýasalşynyň usuly boýunça iki görnüşe bölmek mümkin:

- 1) tikinsiz gyzgyn togalanan;
- 2) boýna we spiral tikiňli kebşirlenýän.

Turbalaryň aýry görnüşleriniň diametri we uzynlygy ýasalyş usulyndan baglylykda gözenekde getirilendir.

Turbalaryň görnüşleri	Diametr (mm)	Uzynlygy (m)	Standart
Tikinsiz nebitgazgeçirijili:			
a) gyzgyn togalanan	146-426	4-12,5	TDS 8732-68
b) gyzgyn togalanan	146-426	6-22	TDS 8732 68
poligrimly	400 1600	A topar	TDS 4015-68
boýunça tikiňli kebşirlemeli,		10-24	
flýusyň aşagynda awtomatiki		B topar	
kebşirleme bilen ýerine ýetirilen		5-24	
Spiral tikiňli kebşirlemeli,	400-700	8-18	TDS 4015-68
flýusyň aşagynda awtomatiki			
kebşirleme bilen ýerine ýetirilen.			
Tikiňli kebşirlemeli	200-800	6-12	TDS 4015-68
elektrobaglanyşyk kebşirleme			
bilen ýerine ýetirilen			

Bu markalaryň talap edilýän talap edilýän mehaniki häsiýeti Döwletgözegçilik 1050-60 bilen deňişlilikde gözenekde getirilendir

	Poladyň markasy	σ_T	σ_b	δ	ψ	a_n
		kg/sm ²				kg·m/sm ²
0,5% çenli Mn marganesy ýokary saklamagy 1 topar	08кп	18	30	35	60	11
	08	20	33	33	60	11
	10кп	19	32	33	55	10,5
	10	21	34	31	55	10,5
	15кп	21	36	29	55	10
	15	23	38	27	55	10
	20кп	23	39	27	55	9,5
	20	25	42	25	55	9,5
	25	28	46	23	50	9
1% çenli Mn ýokary saklamagy 2 topar	15Г	25	42	26	55	10
	20Г	28	46	24	50	9,5
	25Г	30	50	22	50	9
	30Г	32	55	20	45	8

Uly diametrli kebşirleýiş ýuka diwarly turbalary pes legirirlenen polatdan ýasaýarlar: gözenekde gözenekde görkezilen.

Uly diametrli kebşirleýiş ýuka diwarly turbalar üçin pes legirirlenen poladyň himiki düzümi.

Poladyň markasy	Himiki düzümi, %						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P
	Uly bolmadyk						
10Г2СД	≤0,12	0,80-1,1	1,3-1,65	≤0,30	≤0,30	0,15-	0,045
14ХГС	0,11-0,17	0,4-0,7	0,9-1,3	0,5-0,8	≤0,30	0,30	0,040
19Г	0,16-0,22	0,2-0,4	0,7-1,0	≤0,30	≤0,30	≤0,30	0,045

Uly diametrli kebşirleme ýuka diwarly turbalar üçin pes legirirlenen poladyň mehaniki häsiýeti

Poladyň markasy	Prokatyň galyňlygy (mm)	σ _b , kg/mm ²	σ _T , kg/mm ²	δ, %
		Az bolmadyk		
10Г2СД	4-32	50	35	18
14ХГС	4-10	50	35	18
	11-20	50	34	18
19Г	4-10	47	30	18

Tikinsiz turbalary 10, 15, 20, 25 markaly uglerodly polatlardan ýasaýarlar. Mehaniki häsiýeti ýokarlandyrmak we talap edilýän standart diametriň dogry silindriki görnüşini almaklyk üçin turbalary kähalatda ekspandirlämä – içki gidrawliki basyşyň hasabyna plastiki deformasiýa tabyn edýärler. Plastiki deformasiýada ýokarky gatlagyň dykzyklanmasynyň hasabyna ýönekeýleşdirmegiň täsirini almaklyk üçin turba taýýarlanylşyň ölçegini şeýle alýarlar: ýagny kebşirlemeden soň turbanyň daşky diametri standart boýunça kabul edilen, diametrden 1,5% kiçi bolmalydyr.

Kebşirlemeden öň turbaly listli taýýarlanylşyň termiki işlenilip bejerilmesi uly gyzyklanma döredýär. Bu ýagdaýda termiki işläp bejermäniň režimi indiki görnüşde saýlanylmalydyr, ýagny kebşirleme tikiniň täsir ediş zonasyna berkligiň kemelmesinden geçmek gerekdir.

Barlag soraglary.

1. Senagat tarapyndan haýsy derejedäki turbalar çykarylýar?
2. Uglerodyň we marganesiň çäkli saklanmasy nähili?
3. Turbalaryň polatlaryna nähili legirleýji goşundylar goşulýar?
4. Polat turbalaryň ýasalýş usullary.
5. Standartly turbalaryň diametri we uzynlygy.
6. Turbalar üçin polatlaryň mehaniki häsiýetnamasy nähili?
7. Turbalaryň, polatlarynyň himiki häsiýetnamasy nähili?

Polatdan ýasalan turbalarynyň 1 metr boýunyň agramy, kg

Turbanyň diwaryň galyňlygy, mm	Turbanyň diametri mm																
	1720	1420	1220	1020	920	820	720	630	530	426	377	351	325	273	219	194	168
4										41,5	36,8	34,2	31,7	26,5	21,7	18,7	16,2
4,5										46,8	41,3	38,4	35,6	28,8	23,8	21	18,1
5								78	65	51,9	45,9	42,7	39,5	33	26,4	23,3	20,1
6						122	107	93	78	62,1	54,9	51	47,2	39,5	31,5	27,8	24
7						142	124	109	90,3	72,3	63,9	58,4	54,9	45,9	36,6	32,9	27,8
7,5							133		98				58,7	49,1	39,1	34,5	29,7
8			241	201	182	162	142	124	104	82,5	72,8	67,7	62,5	52,3	41,6	36,7	31,6
8,5						172	149					71,8	66,4	55,5	44,1	38,9	33,4
9			272	227	204	182	158	139	117	92,6	81,7	75,9	70,1	58,6	46,6	41,1	35,3
9,5						190	167	145	121,9	97,6	86,1	80	73,9	61,7	49	43,2	37,1
10		354	301	252	227	202	177	154	130	103	90,3	84,1	77,68	64,9	51,3	45,4	39
10,5			316	264													
10,6				268													
11		386	331	273	249	222	194	170	142	113	99,3	92,2	85,2	71,1	56,4	49,6	42,6
12		421	361	301	271	242	212	185	155	123	108	100,3	92,6	77,2	61,3	53,9	46,2
12,5			376	314													
13		451	391	320	294				165,7	132	117	108,4	100	83,4	66	58	49,7
14		490	422	351	316				178,1	142	125	116,3	107,4	89,4	76,8	62,1	53,2
14,5			435														
15	637	525	450	378			263		190,5	152	134	124,3	114,7	95,4	75,5	66,2	56,6
15,7			456														
16	679	558	475	400			281			162	142	132,2	121,9	101	80,1	70,2	60
17	720	594								172	151	140	129,1	107	84,7	74,2	63,3
17,5		612															
18	753	628	534	445	400	356	315			181	159	147,8	136,3	114	89,2	78,1	66,6
19		667		477						190,8	168	155,6	143,4	119	93,7	82	69,8
19,5		680															
20		698		493			350			200,3	176	163,3	150,5	125	98,1	85,3	73
20,5		715															
21,5		749		530													
22		766		540			363			219,2	192	178,5	164,4	136	107	93,3	79,2
25		869							317,5	247,3	217	201	185	153	120	104,2	88,2
26/27			773	636					323,1	255,5	225	208,4	191,7	158	124	107,7	91
28									346,6	275	241	225	205,1	169	132	114,6	96,7

Turbanyň diwaryň galyňlygy, mm	Turbanyň diametri mm														
	159	152	140	133	114	108	89	76	57	54	52	50	40	32	25
4	15,3	14,6	13,4	12,7	10,9	10,3	8,4	7,1	5,23	4,9	4,8	4,6	3,84	3,09	2,39
4,5	17,1	16,4	15	14,3	12,7	11,5	9,4	7,9	5,8	5,5	3,1				
5	19	18,1	16,7	15,8	13,4	12,7	10,4	8,8	6,4	6	3,3				
6	22,6	21,6	19,8	18,8	16	15,1	12,3	10,4	7,5	7,1	3,8				
7	26,2	25	23	21,8	18,5	17,4	14,2	11,9	8,6	8,1	4,3				
7,5	28	26,7	24,5	23,2	19,7	18,6	15,1	12,7	9,2	8,6	4,5				
8	29,8	28,4	26	24,7	20,9	19,7	15,9	13,4	9,7	9,1	4,7				
8,5	31,5	30,1	27,6	26,1	22,1	20,9	16,9	14,2	10,2						
9	33,3	31,7	29,1	27,5	23,3	22	17,8	14,9	10,6	10					
9,5	35	33,4	30,6	28,9	24,5	23,1	18,6	15,6	11,1	10,4					
10	36,7	35	32,1	30,3	25,6	24,2	19,5	16,3	11,6	10,8					
10,5															
10,6															
11	40,1	38,2	35	33,1	28	26,3	21,2	17,6	12,5	11,7					
12	43,5	41,4	37,9	35,8	30,2	28,4	22,8	18,9	13,3						
12,5															
13	46,8	44,6	40,7	38,5	32,4	30,3	24,4	20,2	14,1						
14	50,1	47,6	43,5	41	34,5	32,4	25,9	21,4							
14,5															
15	53,3	50,7	40,2	43,6	36,6	34,5	27,4	22,6							
15,7															
16	56,4	53,7	48,9	46,2	38,7	36,3	28,8	24,7							
17	59,5	56,6	51,6	48,06	40,7	38,1	30,2	25,7							
17,5															
18	62,6	59,5	54,1	51,6	42,6	39,9	31,5	25,8							
19	65,6	62,3	50,7	53,4	44,5	41,7	32,8								
19,5															
20	68,6	65,1	59,2	55,7	46,4	43,4	34								
20,5															
21,5															
22	74,3	71,6	64	60,2	48,9	46,7	36,3								
25	82,6	78,5	70,9	66,6	54,9	51,2									
26/27	85,3	80,8	73,1	68,6	56,4	52,6									
28	90,5	85,6	77,3	72,5	59,4	55,2									

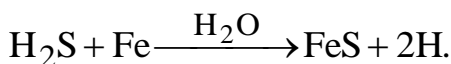
15.3. Kükürt wodorodyny saklaýan nebit we gazy äkitmeklik üçin turbalar.

Ýokary kükürtli nebitiň we gazyň alynmagynyň ösmegi bilen baglylykda, senagatda turbageçirijileriň we enjamlaryň köp sanly zaýalanmalary ýüze çykyp başlady.

Metalla kükürtsaklaýjy sredanyň täsiri bilen ýüze çykýan poslamanyň mehanizmini öwrenmek we ondan goranmagyň serişdesiniň işjeň gözlegi işjeň bolup durýar.

Kükürtwodorodyň sredasynda güýjenmäniň aşagynda bolýan poladyň çatlamasy örän çalt sandan çykmanyň sebäbi bolup biler. Oturtma turbalary ýasalan toplanan we goýberilen poladyň haçan-da H_2S gatnaşmagynda 2 sagadyň dowamynda bozulanlygy ýagdaýy mälimdir, haçan-da 2 % erginde HCl ýa-da H_2SO_4 bu poladyň nusgalary saklanmagyň 200 sagadyndan soň bozulýan wagtynda.

Nebit önümlerinde saklanýan kükürtwodorodly poladyň özara gatnaşygy indiki ýagdaýda görünýär:



Bu reaksiýanyň netijesinde emele gelýän iki önüm hem, metalla ýaramaz täsirini ýetirýär: FeS anod bolmak bilen, esasy metal bilen galwaniki bugy emele getirýär. Atomarly wodorod H poladyň döwürmeginiň sebäbi bolup durýar, bu hadysa polat turbalary üçin has howpludyr, uly bozulmalaryň sebäbi bolup biler.

Poslamanyň bu görnüşi turbanyň siklli ýüklenmäh täsiriniň aşagynda işleýän ýeri üçin aýratyn howpludyr (oturtma turbalaryň birleşmesi, sorujy patrubkalar).

Kükürtwodorodly çatlama metal konstruksiýalaryň güýjenmäh aşagynda bolýan ýerinde adatça döreýär.

Uglewodorodlylar we peslegirlenenler, şeýle-de ferritli we martensitli polsamaýan polatlar üçin kükürtwodorodly çatlama aýratyn howpludyr.

Polat turbalarda diňe atomarly wodorody H diffundirleýär.

Atomarly wodorod öýjükli meýdanlary doldurmak bilen, metalyň galyňlygyna sümýär we däneleriň araçaği boýunça mikroskopiki boşlukda ýygnalýarlar.

Ýygnalan wodorod bu meýdanlarda $10^3 \div 10^5$ kgs/sm² ýetip biljek, örän ýokary basyşly döredýär.

Ýokary basyş atmarly wodorodyň H molekulýarlara H₂ geçmeginde döreýär. Ýokary basyşly meýdanlar metalla täsirini ýetilýärler. Olar ýumşak poltda köpürjikleri we çukurlary emele getirýärler, ýokary berklikli polatlar ýarygyň seti bilen örtülýärler.

Poladyň düzülişiniň birmeňzeş bolmanlygy sebäpli, çatlama bökme görnüşli häsiýete eýedir. Muny dürli düzülişi düzüji polatlarda diffuziýanyň tizliginiň we ýygnalmanyň H₂ birmeňzeş dældigi bilen düşündirmekbolar: ferritde we martensitde olar örän ýokary, austenitde bolsa – ujypsyzdyr.

Bu ýerden austenitli poladyň ferritli we martensitli polatlara seredende kükürtwodorodly çatlama name üçin ähmiýetli az tabynlygy aýdyňdyr.

Poladyň güýjenmäh aşagynda kükürtwodorodly poslama çatlamasyna duýgurlygy onuň berkliginiň we gatylygynyň ulalmagy bilen ösýär. Mis we alýumin kükürtwodorodly çatlama tabyn dälirler.

Poladyň güýjenmäh aşagynda kükürtwodorodly poslama çatlamasy onuň berkliginiň we gatylygynyň ulalmagy bilen ösýär, şeýle-de onuň işlenilip bejirilmesiniň netijesi bolup durýan, metalda galyndy güýjenmäh bolmagy bilen.

Alynýan ýangyçda agressiw garyndylaryň mukdary giň çäklerde aýlanýan.

Turbageçirijileri kükürtwodorodly poslamadan goramak meselesini çözmekde onuň iki aspektini tapawutlandyrýarlar:

- 1) Senagatda işleýän turbalary goramak
- 2) Dürli sredalar äkidilýän turbalary goramak.

Onuň birinjisini çözmek has wajypdyr, şonuň üçinem:

1. Gazy äkidilmezinden öňürti gurama tabyn edýärler, bu guramagyň esasy çäresidir, sebäbi bu ýagdaýda kükürtwodorodnyň metala bolan täsiri ujypsyzdyr.

2. Tebigy gaz arassalanylyşa tabyn edilýär, kükürtwodorodnyň galan mukdary dürli bolup biler. Kükürtwodorodnyň saklanylmagyna has berk care communal gaz üçin ornaşdyrylandyr. Dürli ýurtlarda bu mukdar dürlüdir we $5\div 23 \text{ mg/m}^3$ deň aýlanýar.

Turbageçirijileri ýasamaklyk üçin ulanylýan polatlar kükürtwodorodly çatlama bolan durnuklylyga, bu görkezijä mehaniki häsiýetnamanyň, himiki düzüminiň we termiki işlenilip bejerilmäniň netijesinde alynýan, mikrostrukturanyň täsiriniň nukdaý nazary bilen derňeldi. Kükürtwodorodly çatlama ýakynlylygyň düzülişde martensitiň mukdarynyň, poladyň gatylygynyň we berkliginiň ösmegi bilen ulalýandygy anyklanyldy.

Netijede.

Eger polat üçin: $\sigma_b \cdot HV \leq 21000 \text{ kg/mm}^2$ (σ_b – berklik çägi, HV – Wikkers boýunça gatylyk) onda ol kükürtwodorodly çatlama tabyn edilmedik.

Şonuň üçinem HV 240 (HRC 22) ýokary bolmadyk gatylykda 80 kg/mm^2 berklik çägi bolan peslegirlenen we uglerodly polatlary ulanmaklyk hödürlenilýär. Muňa poladyň üstleýin termiki işlenilip bejerilmesi bilen ýetmek bolar.

Kükürtwodorodly sreda bilen işlemek üçin niýetlenilen polatlar, hroma, molibdene we ýagdaýlaryň ähmiýetli hatarynda alýuminiýa eýe bolmalydyr.

Kadalaşdyrylan ýa-da kadalaşdyrylan we goýberilen polatlar, taplanan we goýberilen polatlara seredeninde, çyg kükürtwodorodnyň täsirine az durnuklydyrlar.

Adatça peslegirlenen polatlary $900\text{-}950^\circ\text{C}$ deň temperaturada taplaýarlar. Şondan soň 30 minudyň dowamynda 250°C bolmagynda goýberilşi geçirýärler.

Alýuminiý, mis we titan ýokary poslama durnuklylygyna eýedirler, şonuň üçinem degişli metal örtükli turbalar ulanylyp bilerler. Alýuminiýden ýa-da medden plakirleýji gatlakly metalliki däl turbalar nebit senagaty üçin has ýokary ösüşlidirler.

Barlag soraglary.

1. Turbageçirijiniň metallyna kükürtwodorodynyň täsiri nähili?
2. Kükürtwodorodynyň we demriň reaksiýasyny ýazyň.
3. Turbalary kükürtwodorodyndan goramak.
4. Haýsy polatlar poslama az tabyn bolýarlar?
5. Turbalaryň bozulyş mehanizmi.
6. Turbalar boýunça äkitmeklik üçin tebigi gazda kükürtwodorodynyň çäkli saklanmagy.
7. Turbalaryň materialynyň himiki düzümi boýunça nähili hödürnamalar?
8. Turbalary termiki işläp bejermek boýunça hödürnamalar?

15.4. Ýokary berklikli plastmassaly turbalar.

Gaz senagatynda plastmassaly turbalar has giň gerime eýe boldular.

Plastmassaly turbalary ýasamaklyk üçin termoplasinalaryň esasanam indiki baş görnüşini ulanylýarlar:

1. Akrilonitril – butadiýen – stiren (ABS).
2. Sellýulozasetat – butirit (CAB).
3. Polibutilen (PB).
4. Polieyilen (PE).
5. Poliwinilhlorid (PVC).

Bu materiallardan bolan turbalar poslama we ownuk bozulma durnuklydyrlar, maýyşgakdyrlar.

Polietilen has bir hemme taraplaýyn material bolup durýar. Ol ýeňil egrelýär, deformasiýany saklaýar we şol bir wagtyň özünde ýetirlikli berklige eýedir – polietilenden bolan turbalar 80 °C çenli temperaturada doly ýüklenmän aşagynda bolup bilerler. Polietilen öz häsiýetini pes temperaturada hem saklaýar. Temperaturanyň aýlanmagy onuň häsiýetine täsirini ýetirmeýär.

Polietilen üç modifikasiýada goýberilýär:

1. Pes dykzlygy – 0,910;
2. Orta dykzlygy – 0,926;
3. Ýokary dykzlygy – 0,941.

Polietileni gaz paýlaýjy setleriň turbalaryny ýasamaklyk üçin we metal turbalaryň plastmassaly futerowkaly höküminde ulanýarlar. Plastmassaly turbany metalla girizýärler we onuň içki üstüne gatlakly ýelim bilen berkidýärler.

Poliwinilhlorid (PVC) has berklige eýedir. Ol agressiw sredanyň täsirine durnuklydyr, maýyşgak. Bu materialdan bolan turbalar tekiz üste eýedirler. Poliwinilhloridiň esasy ýetmezçiligi – 70 °C ýokary temperaturada durnuklylygyny ýitirmegidir.

Nebit we gazy gaýtadan işleýän kärhanalarda akrilopitril – butadiýen – sžireni (ABS) ulanýarlar. Bu material

ýokary urgy şepbeşikligine we agressiw Sreda hem-de ýokary temperatura durnuklylyga ukyplydyr. ABS-dan turbalar 93-123 °C çenli işçi temperaturada berklik häsiýetlerini üýtgetmän, uzak wagtlap ulanylýarlar.

ABS berklik boýunça polietilenden we poliwinilhloridden yza galýar, ýöne olardan poslama durnuklylyk boýunça özi geçýär. Şonuň üçinem ABS-den turbalary metal turbalaryň içki futerowkasy üçin ulanylýarlar.

Sellýulozasetat – butirat (CAB) we polubutilen (PB) çäklendirilen ulanylma eýedirler, olaryň paýyna nebit we gaz senagaty turbalary üçin ýasaýanlaryň 3 % düşýär.

Ýöne bu materiallar basyşyň aşagynda işleýän turbageçirijiler üçin ýaramly däldirler. Şonuň üçinem turbalary aýna süýümi ýa-da aýna matasy bilen armirleýärler, epoksidli smolany, poliefiri, winilli efiri, fenolly smolany we ş.m. ulanylýarlar.

Armirlenen plastmassadan turbalar uly diametrli gaz geçirijileriň gurluşygy üçin we hat-da ýerasty gazgeçirijiler üçin hem ulanylýar. Ýerasty kánlerde polat armaturaly armirlenen plastmassaly turbalary ulanylýarlar. Şeýle turbalar Fransiýanyň nebit instituty tarapyndan hödürlenildi.

Armirlenilmedik turbalary esasanam ekstruziýa-presslemek usuly bilen ýasaýarlar.

Armirlenen aýna süýümlü turbalary ýasamaklyk üçin litýo we merkezden gaçma litýo, şeýle-de saramaklyk ulanylýar. Metal bilen armirlenen turbalary ekstruziýa usuly bilen ýasaýarlar. Turbalaryň tehniki berilenleri gözenekde getirilendir.

Görkezijiler	Ýasalyş usuly		
	guýma	sargy	merkezden gaçma guýma
Dykyzlyk, g/sm ³	1,3	1,6-2,0	1,3
Berklik çägi, kg/mm ²	8-10	25-30	8-12
Maýyşgaklyk moduly, kg/mm ²	70.000	160000÷300000	70.000
Uly diametr, mm	Çäksiz	Çäksiz	1200 çenli
Uzynlygy, m	4 uly bolmadyk	15 çenli üzniüksiz prosesde çäksiz	4-5

Turbalary ýasamagyň orta tizligi indikilerdir:

diametr 32-80 mm – tizlik 0,7 m/min

diametr 100-200 mm – tizlik 0,6 m/min

diametr 250-260 mm – tizlik 0,45 m/min

diametr 600 mm we uly – tizlik 0,35

m/min

Termoplastiklerden ýasalyan turbalar üçin goýberilýän işçi basyş P formula boýunça kesgitlenilýär:

$$P = 2 \frac{S \cdot t}{D - 2t} \cdot F$$

D – daşky diametr;

S – uzakwagtlaýyn durnukly berklik;

t – diwaryň galyňlygy;

F–turbanyň materialyndan we gazgeçirijiniň ýerleşişinden bagly bolan, howpsuzlyk koeffisiýenti.

Meselem, oba ýerlerindäki polietilen turbalar üçin F=0,2, şäher setleri üçin – F=0,16.

Gaz paýlaýjy ulgamda işçi basyş 7 kgs/sm² çenli goýberilýär (öň 3,5 kg/sm² bolupdy). Plastmassaly turbalaryň giňden ulanylmasy turbageçirijini gurmagyň bahasyny ähmiýetli peseltmäge mümkinçilik berýär. Turbanyň uly bolmadyk diametrli çäksiz uzynlygy turba dykysynyň tranşeýasyz usulyny ulanmaga mümkinçilik berýär. Tejribäniň görkezişi ýaly, plastmassaly turbalaryň tranşşeýsiz dykmak usulyny ulanmakda desganyň bahasy polat turbalardan meňzeş setiň bahasyndan 50 % pesdir.

Barlag soraglary.

1. Turbalary ýasamaklyk üçin nähili termoplastikleri ulanýarlar?
2. Basyşyň aşagynda işleýän turbalaryň materiallary.
3. Turbalaryň ýasalyş usullary.
4. Plastmassaly turbalar üçin ýol berilýän işçi basyş.
5. Armirlenen turbalaryň ulanylmagy.
6. Plastmassaly turbalary ulanmagyň ykdysady täsirlenmesi nähili?

15.5. Nebit turbalary üçin we uly diametrli turbalar üçin örtük.

Çig nebit gaz bilen işleýän ýa-da işläp bejeriş prosesinde ulanylýan, turbalar üçin ulanylýan örtük has dürli görnüşlidir.

Örtügiň saýlanylmasy äkidilýän töweregiň aggressiwliginden we turba metalynyň hilinden baglydyr. Bu töwerekde metalyň poslamasynyň tizligi goraw usulyny kesgitleýär. Örtügiň görnüşiniň poslamaň tizliginden baglylygynyň dört görnüşü bardyr.

1. Nusganyň umumy (deňölçeqli) poslamasynyň tizligi 10 mm/ýyl düzýär. Bu şertde takyk poslamanyň tizligi 50 mm/ýyl ulydyr. Islendik örtügiň ulanylmaly täsirsiz hasap edilýär, sebäbi turbanyň metaly bu şert üçin ýaramsyzdyr.
2. Nusganyň poslamasynyň umumy tizligi 5-10mm/ýyl düzýär, takyklygyňky 50 mm/ýyl çenlidir. Görkezilen şert üçin in bir täsirli örtük talap edilýär, ilkinji nobatda metalliki.
3. Nusganyň poslamasynyň umumy tizligi ujypsyz takyk poslamada – 5-10 mm/ýyl. Bu ýagdaýda plastmassaly örtügiň we reňklemek bilen hasaplamada çalgynyň dürli görnüşlerini ulanýarlar.
4. Poslamanyň umumy tizligi – 5 mm/ýyl az we takyk poslamaň doly ýoklugydyr.

Bu şert üçin reňklemek turba metalyny goramagyň ýeterlikli ygtybarly usuly bolup durýar.

Nebit we gaz senagatynyň obýektlerinde has giňden ýaýran indiki örtükler bolup durýarlar:

1.Metalliki. Esasanam sink we alýuminiý ulanylýar. Şeýle hem poslamaýan polat ulanylýar. Ýöne soňky ýagdaýda listiň ýa-da hat-da slitekanyň ýasalýş prosesinde örtügi alýarlar, şonuň üçinem bu metalliki listlerden ýa-da polosdan ýasalan turbalar, kesgitli häsiýetli özbaşdak önüm hökümünde seretmek mümkin. Metal örtügi girizmegiň in bir ýaýran usuly – tozaňlamadyr. Metal örtükler has çäklendirilen ulanylyşa eýedirler.

2. Plastmassalyklar. Has giňden ýaýran material polietilen bolup durýar. Ýokary dyklykly bolan polietilen örnükleri, ýokary basyşly gazgeçirijileriň desgalaşdyrylmasynda gidýän, uly diametrli turbalar üçin giňden ulanylýarlar. Bu örtükler ekstruzion-lentaldyrlar.

3. Epoksidli we bitumly. Bu örtükler turbanyň üstüne pürkmek bilen çalýarlar. Berkligi ulaltmaklyk üçin aýna süýümi, aýna matasy bilen armirlenmäni ulanylýarlar.

4. Lentalylar. Soňky wagtda bu örtükler has giň gerime eýe boldular, aýratynam uly bolmadyk diametrli turbalar üçin. Dürli smoladan bolan (butilli, petrolatumly we beýlekiler) lentaly örtükleri ulanylýarlar.

Lentaly örtükleri köp ýagdaýlarda turbanyň üstüne sowuk ýagdaýda saraýarlar. Hat-da gum gatlagy (praýmera) bolmasyzdan. Diňe daş kömür smolaly we bitumly lentalar gyzdrylmagy we gruntowkany talap edýärler. Bu lentalar köplenç aýna süýümi bilen armirlenendirler.

5. Penepoliuretanyl. Penepoliuretany esasanam ýylylyk izolasiýasy üçin ulanylýarlar. Häzirki wagtda bu material arktiki etraplarda turbageçirijileriň gurluşygynda giňden ulanylýar. Şeýle ýagdaýda turbanyň örtügi köp gatlakly ýerine ýetirilýär.

6. Reňklemek we çalmak. Bu materialdan örtügi pürkmek ýa-da reňklemek usuly bilen ýerine ýetirmek mümkin.

Polietilenden örtük. Olaryň esasy belenilşi – ýer üsti gyzdymada turbanyň daşky üstüni goramakdyr. Polietilen – ýokary berklikli termoplastik, temperaturanyň giň diapazonynda plastikligi saklaýan, polietilen poslamadan we urgy täsirinden ýeterlikli gorawy üpjün edýär. Daşky örtügi çalmagyň has giňden ýaýran usuly ekstrudigleme bolup durýar.

Polietilen halkaly ekstruderiniň deşiginiň üstünden polat turbanyň arassalanan üstüne ony gyzdymasyzdan çalýarlar. Örtügi çalmak üçin gurulma enjamyň bir düwüninde turbanyň üstüni arassalamak we ekstruder üçin. Polietilen örtügiň käbir

Örtük üçin materiallaryň tehniki berilenleri

Material	Örtük galyňlygy (mm)	Şaňkalasy boýunça galyňlyk	Işçi temperatura, °C		Agressiw sreda durnuklylyk			Tayýarlanyş temperaturasy, °C	Ýylylykgeçirijilik, kal/s.m	Çalmak usuly	Ulanýş oblasty
			min	max	kıştoda	asgar	eredijiler				
Poliwinil hlorid	0,64-12,7	55+65	-35	60 80	Položitel +	Položitel +	Otrisatel -	170	$3,5 \cdot 10^{-4}$	Çümdirme pürkme	Jogapkärli bellenişli turbageçirijileriň örtügi, deňizniňkim goşmak bilen. Ugry täsirinden goraýjy örän berký örtükler
LT-50 ýaly	0,76-11,4	45-55	-50	+60 80	Şol bir	Şol bir	Şol bir	170	$3 \cdot 10^{-4}$	Çümdirme	Temperaturanyň uly aýlanmasynda aýratyn plastiki örtükler
Wifleks 80 ýaly	0,13+2,54	85+95	-25	60+80	-/-	-/-	-/-	120	$4 \cdot 10^{-4}$	Çümdirme pürkme	Atmosfera täsirinden goraýjy örtük
Wikoat ýaly	0,25+1,02	95	-70	100 120	-/-	-/-	-/-	30	$5 \cdot 10^{-4}$	Pürkme reňkleme	Uly turbageçirijileriň we beýleki desgalaryň örtügi
Poliuretan	0,38-2,67	75-80	-50	100 130	-/-	-/-	Şol bir	120	$3 \cdot 10^{-4}$	Çümdirme pürkme	Könelmä durnukly örtük
Polietilen	1-5 0,4 t çenli	75	-4	80 100	-/-	-/-	-/-	220	$1,5 \cdot 10^{-4}$	Pürkme ekstrudirleme	Dürli bellenişli uly diametrli turbalar üçin örtük
Epoksüd	0,05-0,76	98	-50	70 140	-/-	-/-	-/-	150	$4 \cdot 10^{-4}$	Çümdirme pürkme	Dürli bellenişli trybalar üçin örtük

görnüşleri gyzdyrylmany we aralykly ýelim gatlagyny talap edýär. Şeýle ýagdaýlarda gurulma birnäçe düwünlerden durýar.

Epoksidli örtükler dürli diametrli we bellenişli turbalar üçin giň ulanylşa eýe boldular. Epoksidli smolanyň polietilenden gymmatlygyna goramazdan, bu örtükler üçin az harajatlar gerek bolýar, sebäbi olar has inçe we olara materialyň çykdaýjysy ujypsyzdyr.

Epoksidli örtügiň metalyň üstüne çalynmak usuly – elektrodurnukly meýdanda pürkmekdir.

Lentaly örtükler giň gerime eýe boldular. Lentaly örtükleri ýasamaklyk üçin esasanam polietilen, poliwinilhloridi we epoksidli smolany ulanýarlar. Lentaly örtügi turbalaryň özüniň izolýasiýasy, seplesýän ýerleri, dürli girizmeler we beýlekiler üçin ulanýarlar. Uly diametrli turbalaryň izolýasiýasy üçin lentalar 150 den 300 mm çenli çykarylýar.

Barlag soraglary.

1. Turbalaryň poslama tizliginden baglylykda turbalaryň örtüginu saýlamak.
2. Turbalary örtmegiň giňden ýaýran usullary haýsylar?
3. Metal turbalary örtmek üçin ulanylýan material.
4. Lentaly örtükleriň ulanylmagy.
5. Örtükler üçin materiallaryň tehniki berilenleri nähili?

15.6. „Türkmen turba“ zawody çykarýan önümleri.

Türkmenistanyň Ahal welaýatynyň Ruhabat etrabyndaky polietilen, polipropilen, aýna süýümlü we polat simden özeni bolan termoplastik turbalaryny we fittinglerini öndürýän zawod- „Türkmen turba“ zawody.

Şu zawoddan çykarýan turbalary:

1. Polietilen turbalar:

Ýogynlygy 90-40 mm

Basyşy PN 4-16 kg/sm²

2. Polietilen (polipropilen) turbalar:

Ýogynlygy 20-160 mm

Basyşy 4-16 kg/sm²

3. Aýna süýümlü turbalar (birleşdiriji halka muftalar):

Ýogynlygy 300-1400 mm

Basyşy PN 1-20 kg/sm²

4. Suwaryş ulgamy üçin polietilen turbalar:

Ýogynlygy 16-20 mm

Basyşy PN 4 kg/sm²

5. Ýüpek sapakdan özeni bolan PWH (poliwinilhlorid) şlangalar:

Ýogynlygy 16-32 mm

Basyşy PN 4-6 kg/sm²

6. Polietilen turbalar:

Ýogynlygy 200-630 mm

Basyşy 1-16 kg/sm²

7. Armirlenen polat simli termoplastik turbalar:

Ýogynlygy 110-200 mm we 250-315 mm

Basyşy $12-40 \text{ kg/sm}^2$

8. Polietilen we polat simden özeni bolan termoplastiki turbalar üçin toplum görnüşli fitingler:

Ýogynlygy 20-315 mm

Basyşy $4-40 \text{ kg/sm}^2$

„Türkmen turba“ zawodynyň önümlerini ykdysadyýetiň ähli pudaklarynda giňden ulanmak bolýar: oba hojalyk, senagat, ýaşayyş-jemagat hojalygy we ş.m.

Edebiýatlar:

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy, Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli Maksatnamasy. “Türkmenistan” gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagaty ösdürmegiň 2030-njy ýylda çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. Şubin Ýu.I. Material öwreniş” - Aşgabat: TPI , 2002 ý.
11. Şubin Ýu.I. “Material öwreniş” tejribe işleri - Aşgabat: TPI , 2000ý.
12. Şubin Ýu.I. “Demir uglerod ýagdaýynyň diagrammasy ” - Aşgabat: TPI , 2001

13. Лахтин Ю.М. Леонтьева В.П. Материаловедение - М.: Машиностроение, 1990 г.
14. Металловедение и технология металлов (под ред. Солнцева) - М.: Металлургия, 1988г.
15. Эванс Ю. Коррозия и окисление металлов - М.: 1962 г.
16. Кондратьев Е.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение – М.: Колос, 1983.
17. Гуляев А.П. Металловедение – М.: Металлургия, 1978.
18. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов – М.: Металлургия, 1979.
19. Шрейбер Г.К. Конструкционные материалы в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. – М.; 1988.
20. Справочник по пластмассовым трубам. Ким В.В., Ким В.С. – Ленинград; 1985.
21. Трубы для нефтяной и газовой промышленности за рубежом. – М.; 1989.

Mazmuny

Mowzuk

-	Giriş	7
1	Materiallaryň gurluşy we häsiýetleri. Maýyşgak we ýumşak deformasiýalar.....	12
1.1.	Materialy öwrenmeklik dersi barada umumy maglumatlar.....	12
1.2.	Metallaryň toparlary	15
1.3.	Metallaryň atom-kristal gurluşy.	16
1.4.	Kristallaryň real gurluşy	18
1.5.	Ereme we ilkinji kristallaşma, diagrammalar.....	19
1.6.	Allotropik öwrülme.	27
1.7.	Magnit öwrülme.....	28
1.8.	Maýyşgak we ýumşak deformasiýalar.....	29
2	Demir we onuň uglerodly erginleri.....	41
2.1	Demriň häsiýetleri.	41
2.2.	Uglerodyň häsiýetleri.	41
2.3.	Uglerodly demir erginlerinde fazalar we gurluşyny düzüjiler.....	42
2.4.	Demir-sementit ýagdaý diagrammasy.....	44
3	Uglerodly polatlar.....	53
3.1.	Poladyň düzüminde hemişe gabat gelýän garyndylar	53
3.2.	Garyndylarynyň poladyň häsiýetlerine täsirleri.....	53
3.3.	Uglerodly polatlaryň toparlara bölünişi.....	56
3.4.	Adaty hilli uglerodly polatlaryň toparlary.	69
3.5.	Hilli uglerodly polatlaryň markalary.....	72
3.6.	Awtomat polatlaryň häsiýetleri we ulanylýan ýerleri.....	74
3.7.	Awtomat polatlaryň markalarynyşy.....	74
4	Çoýunlar.....	76
4.1.	Çoýunlar we olaryň gurluşy.	76
4.2.	Çoýnuň grafitleşmek prosesi.....	81

4.3.	Ak çöýnüň häsiýetleri we gurluşy.....	82
4.4.	Çal çöýün we onuň görnüşleri.....	82
4.5.	Ýokary berklikli çöýnüň häsiýetleri.....	84
4.6.	Ýençgelenýan çöýny almagyň prosesi.....	86
4.7.	Aýratyň fiziki häsiýetli çöýünler.....	86
5	Demir uglerod bilen erginlerindäki faza öwürülmeleri.....	87
5.1.	Polady gyzdyrylanda bolup geçýän öwürülmeler	87
5.2.	Sowadylan austenitdäki öwürülmeler.....	88
5.3.	Austenit dyngysyz sowadylanda bolup geçýän öwürülmeler.....	89
5.4.	Martensit we galyndy austenit gyzdyrylanda bolup geçýän öwürülmeler.....	89
6	Polady termiki işläp bejermeginiň tilsimaty.....	93
6.1.	Ýylylyk (termiki) işläp bejermek baradaky umumy maglumatlar	93
6.2.	Gyzdyryp taplama we onuň görnüşleri.....	94
6.3.	Normallaşdyrma prosesi (taba getirme).....	98
6.4.	Taplama we onuň görnüşleri.....	100
6.5.	Gowşatmak we onuň görnüşleri	103
7	Himiki-termiki işlenip bejerilişi.....	106
7.1.	Fiziki esaslary.	106
7.2.	Sementasiýa prosesiniň geçirilişi.....	106
7.3.	Azotlama prosesi	108
7.4.	Siýanlaşdyrma prosesiniň görnüşleri.	109
7.5.	Diffuzion metallaşdyrma.	110
8	Metallaryň we splawlaryň korroziýasy.....	112
8.1.	Metallaryň we splawlaryň korroziýasy.	112
8.2.	Metallary korroziýadan gorap saklamaklyk.....	115
8.3.	Metally çäýme usullar.....	116
9	Legirlenen polatlar.....	120
9.1.	Demiriň uglerod bilen erginlerinde ulanylýan legirleýji elementler.....	120
9.2.	Legirlenen polatlaryň toparlary we belenilişi.....	122

9.3.	Konstruksion legirlenen polatlar	123
9.4.	Elektrotehniki metallar we erginler	126
9.5.	Iýilmäge durnukly austenitli polatlar	128
9.6.	Poslamaýan polatlar	129
9.7.	Aýratyn ýylylyk we maýýşgak häsiyetli erginler	130
10	Gural polatlary.....	133
10.1.	Kesiji gurallar üçin polatlar	133
10.2.	Ölçeýji gurallar üçin polatlar	136
10.3.	Galyp üçin polatlar	136
11	Reňkli metallar we erginler.....	139
11.1.	Mis we onuň erginleri	139
11.2.	Alýuminiý we onuň erginleri.....	141
11.3.	Alýuminiý, galaýy, gurşun we sink esasdaky sürtülmesi az erginler.....	144
11.4.	Titan we onuň erginleri.....	145
11.5.	Magniý we onuň erginleri.....	147
12	Poroşok materiallary.....	151
12.1.	Poroşok erginleriniň öndürilişi.....	151
12.2.	Metal keramiki gaty erginler	152
12.3.	Eredilýän gaty erginler.....	155
12.4.	Mineral keramiki gaty erginler.	156
13	Metal däl materiallar.....	158
13.1.	Polimer materiallary we olaryň häsiýetleri.....	158
13.2.	Termoreaktiv we termoplastik polimerler. Olaryň esasyndaky ýumşak massalar.	159
13.3.	Reziň materiallar	163
13.4.	Ýelmeşiji materiallar we germetikler.....	166
13.5.	Organiki däl materiallar.	171
13.6.	Aýna	172
13.7.	Keramiki materiallar.	175
13.8.	Metal däl materiallary ulanmagyň ykdysady netijeliligi.....	179
14	Kompozision materiallar.....	183
14.1.	Kompozision materiallaryň gurluşy we	183

	ulanylýan materiallar.....	
14.2.	Kompozision materiallaryň häsiýetnamasy we strukturasý.....	186
14.3.	Kompozision materiallaryň ulanylyşy	189
15	Geçiriji turbalarynyň materiallary.....	192
15.1.	Turbageçirijiler, turbageçirijileriň turbalarynyň materiallaryna tehniki talaplar	192
15.2.	Magistral nebit we gaz geçirijiler üçin polat turbalar.....	194
15.3.	Kükürt wodorodyny saklaýan nebit we gazy äkitmeklik üçin turbalar.....	200
15.4.	Ýokary berklikli plastmassaly turbalar	204
15.5.	Nebit turbalary üçin we uly diametrli turbalar üçin örtük.....	208
15.6.	„Türkmen turba“ zawody çykarýan önümleri....	212
	Edebiýat	214
	Mazmuny	216