

Berdaq atindag'i Qaraqalpaq Mamleketlik Universiteti

Neft ha'm gaz texnologiyasi kafedrası

MAMBETSHERIPOVA A.A., ABDIKAMALOV D.X.

**KONSTRUKTSIYALIK MATERIALLAR
TEXNOLOGIYASI
HAM MATERIALTANIW**

**pa'ni boyinsha laboratoriya ha'm a'meliy jumislarin
orinlaw boyinsha metodikaliq qollanba**

No'kis-2016

Mambetsheripova A.A., Abdikamalov D.X.

Konstruktsiyaliq materiallar texnologiyasi ha'm materialtaniw.

No'kis. 2016-j. 48-bet.

«Konstruktsiyaliq materiallar texnologiyasi ha'm materialtaniw» pa'ni boyinsha laboratoriya jumislari 5321300 «Neft ha'm neft gazdi qayta islew texnologiyasi» ha'm 5321900 «Neft ha'm gaz ka'nlerin isletiw ha'm olardan paydalanuw » bakalavr bag'darlari boyinsha bilim alip atirg'an studentler ushin konstruktsiyaliq materiallar texnologiyasi ha'm materialtaniw pa'ninen laboratoriyaliq ha'm a'meliy shinig'iwlar ushin mo'lsherlengen.

Bunda laboratoriya ha'm a'meliy jumisi boyinsha jumistin' ma'qseti, mazmuni, kerekli bolg'an tablitsalar, sizilmalar, o'tkizilgen ta'jriybeler ha'm izertlew usullarin taliqlaw ushin hal diagrammalari ha'mde grafikler, sonday-aq paydalanatug'in a'debiyatlar dizimi keltirilgen bolip, bular studentlerge jumisti orinlawda ulken ja'rдем beredi. Bul metodikaliq qollanba assistent A.Mambetsheripova, Abdikamalov Duysenbay Xojabaevish ta'repinen tayarlang'an bolip kafedra ta'repinen qayta ko'rilip shig'ilip maqullang'an (2016-jil 16.06 bayanlama №12).

Pikir bildiriwshiler:

Utegenova G. QMU «Qurilis kafedrası» texnika ilimleri kandidati

To'remuratov Sh. OZRNA QQBTIII Ximiya laboratoriyasi baslig'I ximiya ilimleri kandidati

Bul qollanba Berdaq atindag'i Qaraqalpaq Ma'mleketlik Universiteti ilimiy metodikaliq ken'esinin' 2016 jil « 23 .06 » 7-sanli bayanamasi menen basip shig'ariwg'a usinildi.

So'z basi

Qollanba « Konstruksiyalik materiallar texnologiyasi ha'm materialtaniw» pa'ninen a'meliy ha'm laboratoriyalik sabaqlardi o'z ishine alg'an

« Konstruksiyalik materiallar texnologiyasi ha'm materialtaniw» pa'ninen a'meliy ha'm laboratoriyalik jumislar pa'ninin' oqiw da'sturine koyilg'an talaplar tiykarinda jazilg'an.

Bul qollanba joqari oqiw orinlarinda injener-texnologlardi tayarlawda mashinataniw kursi uyreniwde ulken a'hmiyetke iye ekenligi ha'mmemizge burinan ma'lim. Bul kursta injenerlik pa'nlerdin' tiykari bolg'an konstruksiyalik materiallar texnologiyasi ha'm materialtaniw, mashinadetallari, mashina ha'm mexanizmler teoriyasi, materiallar qarsililigi, jilliliq texnikasi, gidravlika pa'nleri oqitiladi.

Metodikaliq qollanbada keltirilgen laboratoriyalik jumislardi orinlaw barisinda sizler materiallar strukturasi ,olardi u'yreniw izertlew usillari menen tanisip o'tesizler.

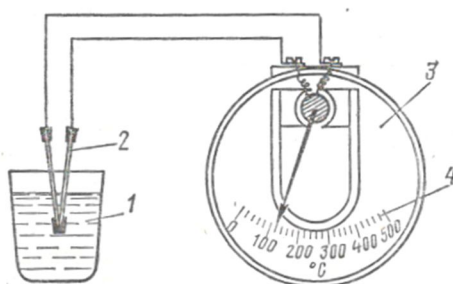
№ 1-A`MELIY jumis. Metallardin` kristallaniw protsessin u`yreniw

Metallardin` suyiq haldan qatti halg`a o`tiw protsessi olardin` *baslang`ish kristallaniwi* dep ataladi. Suyiq haldag`i ha`r qanday metall o`zgermes basimda suwtilip barilsa ma`lim bir temperaturada kristallana baslaydi. Eger bul temperatura uzag`ina uslap turilsa, metalldin` kristallaniwi dawam etpeydi ha`m suyiq metall menen kristallang`an metall o`z-ara ten`salmaqliqta turadi. Usi temperatura ten`salmaqliq temperaturasi, kritikaliq temperatura yaki bolmasa kristallaniwdin` teoriyalig temperaturasi dep ataladi. Bul temperatura geyde ten`salmaqliq tochkasi yaki kritikaliq tochka dep te ataladi. Temperatura ten`salmaqliq tochkasinan ma`lim da`rejede pa`seytirilse, yag`niy metall ju`da` suwtilg`anda g`ana ol suyiq haldan kristall halg`a toliq o`tedi. Suyiq metalldin` tolig`i menen kristallaniwina tuwra kelgen temperatura haqiyqiy kristallaniw temperaturasi dep, ten`salmaqliq temperaturasi menen haqiyqiy kristallaniw temperaturasi arasindag`i ayirma bolsa ju`da` suwiw da`rejesi dep ataladi. Ten`salmaqliq temperaturasin t_t menen, haqiyqiy kristallaniw temperaturasin t_x penen, ju`da` suwiw da`rejesin n menen belgilesek, onda ju`da` suwiw da`rejesi to`mendegishe boladi:

$$n = t_t - t_x$$

Buni metallardin` suwiw iymek siziqlarin quriw arqali aniq ko`z aldimizg`a keltiriw mu`mkin. Metallardin` suwiw iymek sizig`i bolsa termikaliq analiz tiykarinda quriladi.

Termikaliq analiz waqtinda metallardin` temperaturasi termoelektrik piometr dep atalatug`in a`sbap ja`rdeminde o`lshenedi. Termoelektrik piometr, termopara menen gal`vanometrden du`zilgen o`lshew a`sbabi bolip esaplanadi (1-su`wret).

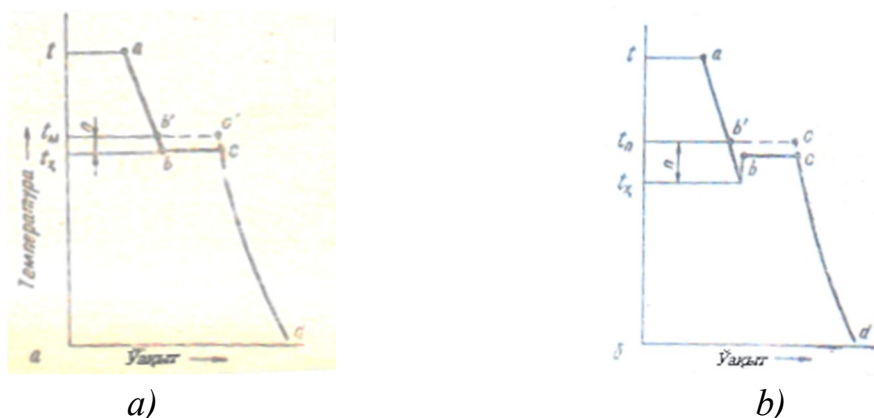


1-su`wret. Suwiw iymek siziqlarin quriwda termoelektrik piometr menen temperaturani o`lshew.
1-suyiq metall, 2- termopara, 3-gal`vanometr, 4-temperatura shkalasi.

Termopara bul bir basindag`i ushlari bir-birine paykalang`an eki tu`rli metall simnan ibarat. Termoparanin` kepsirlengen eki ushi bolsa gal`vanometrдин` eki

klemmasina jalg'anadi. Gal'vanometr ju'da' kishi potentsiallar ayirmasin o'lshevi ushin xizmet etedi. Termoparanin' paykalang'an ushi qizdirilg'anda termoparasimlarida potentsiallar ayirmasi (termotok) payda boladi. Gal'vanometr strelkasinin' awisiw da'rejesi temperaturag'a tuwra proporsional' boladi, yag'niy temperatura ko'terilgen sayin gal'vanometr strelkasinin' awisiw mu'yeshi artip baradi.

Metalldin' temperaturasi termoelektrik piometr ja'rdeminde to'mendegishe o'lshevedu: tigeldin' ishine tekseriliwi kerek bolg'an metall salinadi xa'm mufel' pechine salinip, metall eritedi. Son'inan suyiq metall ishine termoparanin' kvarts qalpaqsha menen qorshalg'an ushi tu'sirilip, pech' o'shiriledi. Tigel'degi metall suwiwi menen onin' temperaturasi ma'lim waqit aralig'inda jazip bariladi. Usi jol menen aling'an mag'liwmatlardan paydalanip, temperatura-waqit koordinatalarinda metallin' suwiw iymek sizig'i siziladi. Metallardin' usi usil menen sizilg'an suwiw iymek sizig'i 2-su'wrette ko'rsetilgen. Soni da aytip o'tiw kerek, termikaliq analiz tiykarinda sizilg'an suwiw iymek siziqlari teoriyalik iymek siziqlar emes, al haqiqiy iymek siziqlar bolip tabiladi, sebebi termoelektrik piometr metallin' haqiqiy kristallaniw temperaturasin ko'rsetedi.



2-su'wret. Metallardin' suwiw iymek siziqlari.

2-su'wrette ko'rsetilgen suwiw iymek siziqlardan paydalanip, metallardin' teoriyalik kristallaniw temperaturasi menen haqiqiy kristallaniw temperaturasi arasindag'i ayirmanin', yag'niy ju'da' suwiw da'rejesinin' a'xmiyetin tu'sindiriwge ha'reket etemiz.

Metall t temperaturada suyiq halda bolsin (2-su'wret, a). Suyiq metall t temperaturadan suwitilip barilsa, temperatura t_m g'a tu'skende kristallaniw baslanadi, eger usi temperatura o'zgermes (turaqli etip) etip uslap turilsa, yag'niy suwitiw toqtatilsa, kristallaniw da toqtaydi ha'm payda bolg'an kristallar menen suyiq metall ten' salmaqliqta turadi. Bul ten' salmaqliqti buziw, yag'niy metallin' suyiq bo'legin kristallandiriw ushin oni t_h temperaturag'a deyin suwitiw kerek. Sol temperatura metallin' haqiqiy kristallaniw temperaturasi boladi. 2-su'wrettegi ab1 c1d iymek

siziqqlar teoriyalik suwiy iymek sizig`i bolip esaplanadi.

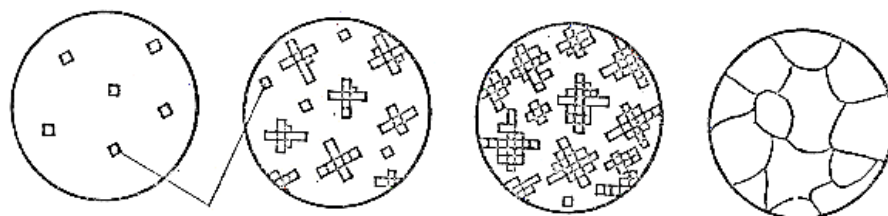
Soni da aytip o`tiw kerek, metall suyiq haldan qatti halg`a birden o`tpeydi, ba`lki ma`lim bir waqit aralig`inda o`tedi ha`m bunda kristallaniwdin` jasirin issilig`i dep atalatug`in issiliq ajiralip shig`adi, sonin` ushin da metall suwutilip atirg`anina qaramay, temperatura ma`lim waqit o`zgermey turadi. 2-su`wret, a dag`i suwiy iymek sizig`inda bul hal b-s gorizonta`l` kesindi retinde ko`rsetilgen.

Joqarida aytilg`anlarga`a tiykarlanip, ten`salmaqliq temperaturasinan joqarida metall suyiq halda, ten`salmaqliq temperaturasinan to`mende bolsa, kristall halatda boladi degen juwmaq shig`adi.

Kristallar payda boliw protsessin ko`rip shig`amiz. Suyiq halatdag`i metallan kristallar payda boliw eki basqishtan: kristallaniw oraylari payda boliw basqishi ha`m usi oraylar tiykarinda kristallardin` o`siw basqishinan ibarat.

Da`slep kristallaniw oraylari qalay payda bolatug`inlig`in ko`rip shig`ayiq. Suyiq metallan temperaturasi ten`salmaqliq temperaturasinan jaqinlasqanda ayirim jerlerdegi atomlar kristall reshetkalar dag`i siyaqli jaylasip, atomlardan ibarat gruppalar payda etedi, metallan temperaturasi ten`salmaqliq temperaturasinan jetkende, usi gruppalar atomlarinan kristalliq reshetkalar payda boladi ha`m bul kristalliq reshetkalar kristallaniw oraylari bolip qaladi. Bunnan tisqari, suyiq metallan dag`i o`gey bo`leksheler (eriy temperaturasi usi metallan dikiyen joqari bolg`an bo`leksheler) de kristallaniw oraylari waziypasin o`teydi. Payda bolg`an kristallaniw oraylari qaptallarinan kristallar o`se baslaydi. Kristallaniwdin` da`slepki waqitlarinda kristallar o`zinin` geometriyalik formasin saqlag`an halda biyma`lel o`sedi, yag`niy monokristallar payda boladi, biraq o`sip atirg`an kristallar bir-biri menen tiyisken jerlerinde o`siwden toqtap, o`siw ushin tosqinliq bolmag`an tamang`a o`se baslaydi, bunin` aqibetinde kristallardin` geometriyalik formasi buziladi. Duris geometriyalik formasi buzilg`an bunday kristallar da`neler yaki kristallitler dep ataladi.

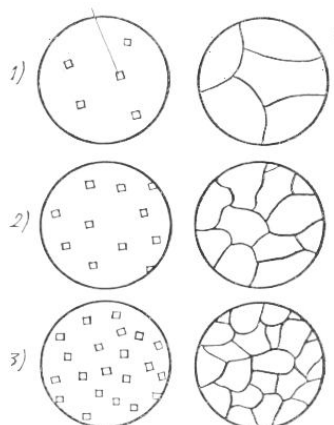
Suyiq metallan kristallaniw oraylari payda bolip, bul oraylar tiykarinda kristallardin` o`siw sxemasi 3-su`wrette ko`rsetilgen.



3-su`wret. Kristallardin` o`siw etaplarinin` sxemasi.

Endi, payda bolatug`in kristallardin` u`lken-kishiligi nege baylanisli boladi? degen soraw payda boliw mu`mkin. Ta`jiriybelerge qarag`anda payda bolatug`in kristallardin` u`lken-kishiligi kristallaniw oraylarinin` sani menen kristallardin` o`siw tezligine baylanisli boladi. Kristallaniw oraylari sani ko`p ha`m kristallardin` o`siw tezligi kishi bolsa, mayda kristallar ha`m kerisinshe kristallaniw oraylari sani

az ha`m kristallardin` o`siw tezligi u`lken bolsa, iri kristallar payda boladi. Kristallaniw oraylari sani ha`m kristallardin` o`siw tezligi bolsa, o`z na`wbetinde ju`da` suwiw da`rejesine (suwitiliw tezligine) baylanisli boladi. Ju`da` suwiw da`rejesi u`lken bolsa, kristallaniw oraylari ko`p payda boladi ha`m kristallar a`stenirek o`sedi, ju`da` suwiw da`rejesi kishkentay bolg`anda bolsa, kristallaniw oraylari az payda boladi ha`m kristallar tez o`sedi. Demek, payda bolatug`in kristallardin` u`lken-kishiligine ju`da` suwiw da`rejesi ta`sir etedi eken. Ju`da` suwiw da`rejesi u`lken bolg`anda mayda kristallar, ju`da` suwiw da`rejesi kishi bolg`anda bolsa, iri kristallar payda boladi (4-su`wret).



4-su`wret. Kristallizatsiya oraylarinin` payda boliwina ha`m olardag`i da`nelerdin` iriligine suwitiw tezliginin` ta`siri:

1-a`sten suwitiw, 2- ortasha suwitiw, 3-tez suwitiw.

Payda bolatug`in kristallardin` o`lshemlerine ta`sir etetug`in ja`ne bir na`rse suyiq metallda o`gey bo`lekshelerdin` boliwi bolip esaplanadi. Ma`selen, suyiq metallg`a qiyin eriytug`in basqa metallardin` ju`da` mayda bo`leksheleri qosilsa, bul bo`leksheler qosimsha kristallaniw oraylari waziypasin o`teydi, na`tiyjede kristallaniw oraylari sani ko`beyip, mayda kristallar payda boladi. Suyiq metallg`a bunday bo`leksheler arawli tu`rde (bilip turip) qosiliwi da mu`mkin, sebebi mayda da`neli (kristalli) metalldin` mexanikalik qa`siyetleri iri da`neli metallarg`a qarag`anda birqansha jaqsi boladi. Suyiq metallg`a arawli tu`rde qosilatug`in bunday bo`leksheler modifikatorlar dep, al metall kristalların a`ne usi usilda maydalastiriw bolsa modifikatsiyalaw dep ataladi.

Ju`da` suwiw da`rejesi suyiq metalldan payda bolatug`in kristallardin` formasina da ta`sir etedi. Ju`da` suwiw da`rejesi kishi bolsa, yag`niy suyiq metall ju`da` a`sten suwitilsa, duris geometriyalik formadag`i kristallar, ju`da` suwiw da`rejesi u`lkenirek bolsa, dendrit formasindag`i kristallar, ju`da` suwiw da`rejesi u`lken bolg`anda bolsa, sferoid (da`ne) formasindag`i kristallar payda boladi.

Suyiq metalldin` kristallaniw protsessinde ko`binese dendritler payda boladi, biraq metalldin` ele qatpag`an (suyiq) bo`legi jeterli bolsa, dendritlerdin` shaqalari arasin toltiradi, na`tiyjede da`neler payda boladi. Metalldin` suyiq bo`legi jeterli bolmag`an jerlerde, ma`selen, quymanin` betinde ha`m sho`giw boslig`ında (yag`niy

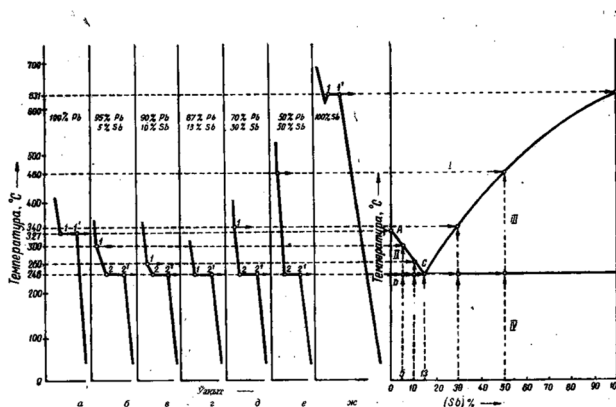
metalldin` en` keyninen qatqan jerinde) dendritler formasi saqlanip qaliwi mu`mkin. Soni da aytiw kerek, ha`r tu`rli kristallaniw oraylarinan payda bolg`an dendritler bir-biri menen soqlig`isadi, usinin` na`tiyjesinde olar sirtqi formasi tuwri emes bolg`an kristallarg`a, yag`niy denelerge aylanadi.

№ 2-A`MELIY jumıs. **Qorg`asin- sur`ma hal diagrammasin u`yreniw**

Hal diagrammani quriw ushin ha`r qiyli eksperimentalliq metodlar qollaniladi. Ko`binese termikaliq analiz metodi qollaniladi. Termikaliq analiz metodi to`mendegishe orinlanadi. Quraminda komponentlerdin` mug`dari ha`r qiyli bolg`an bir neshe birikpe alinadi. Birikpeler qanshelli ko`p alinsa, diagramma sonshelli aniq shig`adi. Birikpelerdi issiliqqa shidamli tigel` ishine jaylastirip bolip, olardi pech`tin` ishine ornalastiramiz ha`m pech`ti qizdiramiz. Tigel` ishindegi birikpe erigennen keyin, tigel`di pech`ten alip a`ste-aqirin suwita baslaymiz. Suwiw tezligin (temperaturasin) termoelektrik pirometr ja`rdeminde, waqitti sekundomer ja`rdeminde, al birikpenin` strukturasin arnawli metallografiyalıq mikroskop ja`rdeminde baqlap baramiz. Bunnan son` aling`an mag`liwmatlar boyinsha waqit-temperatura koordinata sistemasında suwiw iymek siziqlarin quramiz. Na`tiyjede, da`slep neshe birikpe aling`an bolsa, sonsha suwiw iymek sizig`i payda boladi. Bul suwiw iymek siziqlarında fazaliq o`zgerisler ju`z beretug`in temperaturada iymeklik tochkalarin ha`m temperaturaliq toqtawlardi bayqaymiz. Birikpenin` du`zilisinde o`zgeris ju`z beretug`in, demek metall yaki birikpenin` qa`siyeti o`zgeretug`in temperatura *kritikaliq temperatura* dep ataladi. Suwiw iymek sizig`inin` burilmalarındag`i toqtaw tochkalari *kritikaliq tochkalar* dep ataladi. Demek, ha`r bir kritikaliq tochkag`a ma`lim bir kritikaliq temperatura sa`ykes keledi eken. Bunnan son` jan`adan koordinata ko`sherin sizamiz ha`m abstsissa (gorizontal`) ko`sherine komponentlerdin` kontsentratsiyasin, ordinata (vertikal`) ko`sherine bolsa, temperaturanın` ma`nisin qoyip shig`amiz. Da`slepki qurilg`an suwiw iymek siziqlarındag`i kritikaliq tochkalardi parallel` tu`rde sol turisında keyingi sizg`an koordinata ko`sherine ko`shiremiz. Na`tiyjede ko`plegen tochkalarg`a iye bolamiz ha`m birdey atlas nomerli tochkalardi, yag`niy gilen` bir menen birlardi, gilen` eki menen ekilerdi bir-biri menen tutastiramiz. Na`tiyjede iymek siziqlar payda boladi. Payda bolg`an bul iymek siziqlar, yag`niy kritikaliq tochkalardin` jiynag`i hal diagrammani payda etedi.

Endi qorg`asin-sur`ma (Pb-Sb) birikpelerinin` hal diagrammasin quriwdi ko`rip shig`amiz. Eger birikpeler eki komponentten ibarat bolsa, bunday birikpelerdin` hal diagrammasin quriw ushin bir-birine perpendikulyar eki tuwri siziqtan (abstsissa ko`sheri menen ordinata ko`sherinen) paydalaniladi. Ha`r qanday birikpede eki

komponenttin` uliwma mug`dari 100% boladi ha`m abstsissalar ko`sherinin` ha`r bir tochkasi ha`r bir komponenttin` ma`lim bir mug`darina tuwra keledi. Bunday sistema sipatinda qorg`asin menen sur`ma birikpelerin alayiq. Qorg`asin menen sur`manin` bir neshe tu`rli birikpelerin, ma`selen sur`manin` konsentratsiyasi 5, 10, 13, 30 ha`m 50% bolg`an birikpeleri, yag`niy 5% sur`ma menen 95% qorg`asinnan, 10% sur`ma menen 90% qorg`asinnan, 13% sur`ma menen 87% qorg`asinnan, 30% sur`ma menen 70% qorg`asinnan ha`m 50% sur`ma menen 50% qorg`asinnan ibarat birikpelerdi ha`mde taza qorg`asin menen taza sur`mani alamiz ha`m termikaliq analiz usilinda olardin` ha`r biri ushin suwiw iymek sizig`in quramiz. Bul suwiw iymek siziqlari 5-su`wrettin`) shep bo`liminde ko`rsetilgen.



5-su`wret. Pb-Sb birikpelerinin` suwiw iymek siziqlari ha`m hal diagrammasi.

5-su`wret (a) da taza qorg`asinnin` suwiw iymek sizig`i ko`rsetilgen. Suyiq qorg`asin suwitila baslag`anda 327°S da (1 tochkada) kristallana baslap, sol temperaturanin` o`zinde (1' tochkada) tolig`i menen kristallanip boladi.

95% qorg`asin (Pb) menen 5% sur`ma (Sb) dan birikpenin suwiw iymek sizig`i 5-su`wret, Pb da ko`rsetilgen. Bul birikpe suwiw halattan suwitilip barilsa 300°S da (1 tochkada) birikpe quramindag`i qorg`asinnin` 87% den artiq bo`limi kristallana baslaydi, artiqsha qorg`asinnin` kristallaniwi 246°C g`a deyin (2 tochkag`a deyin) dawam etedi. Bul tochkada birikpenin` suwiw bo`limi 87% qorg`asin menen 13% sur`madan ibarat boladi ha`m ol 246°C (2 tochkada) kristallana baslap, usi temperaturanin` o`zinde (2' tochkada) tolig`i menen kristallanip boladi, solay eken, 246°C dan to`men temperaturada birikpenin` ha`mmesi kristall halda boladi. Bul joqarida bayan etilgenler 5-su`wret, d, e ha`m j da ko`rsetilgen suwiw iymek siziqlarina da tiyisli.

Suyiq birikpenin` kristallana baslaw temperaturasi (1 tochka) *likvidus tochkasi* dep, tolig`i menen kristallanip boliw tochkasi (2' tochka) bolsa *solidus tochkasi* dep ataladi. («*Likvidus*» - so`zi latinsha «*liquid*» so`zinen aling`an bolip «*suyiq*» degendi, «*solidus*»- so`zi latinsha «*solid*» so`zinen aling`an bolip «*qatti*» degendi bildiredi.)

5-su`wrettin` shep bo`liminen ko`rinip turg`aninday, taza komponentlerdin` ha`m 87% qorg`asin menen 13% sur`madan ibarat birikpenin` suwiw iymek siziqlari

bir-birine uqsaydi ha'm olarda likvidus tochkasi menen solidus tochkasi bir (o'zgermes, turaqli) temperaturaning o'zine tuwra keledi. Suwiw iymek sizig'i taza komponenttin' suwiw iymek sizig'ina uqsas bolip, usi sistemadag'i birikpeler ha'm taza komponentler ishinde en' to'men temperaturada eriytug'in (qatatug'in) birikpe evtektikaliq birikpe yaki tuwridan-tuwri evtektika dep ataladi. «*Evtektika*» so'zi grekshe «*eutektos*» so'zinen aling'an bolip, «*an'sat eriwshi*» degen ma'nisti bildiredi. Solay etip, 87% qorg'asin menen 13% sur'madan ibarat birikpe evtektikaliq birikpe bolip esaplanadi.

5-su'wrettin' shep bo'liminde su'wretlengen suwiw iymek siziqlarindag'i likvidus ha'm solidus tochkalari temperatura-kontsentratsiya koordinatalar sistemasina ko'shirilse, 1-su'wrettin' on' ta'repinde ko'rsetilgen diagramma payda boladi. Usi diagramma qorg'asin menen sur'ma birikpelerinin' hal diagrammasi bolip tabiladi.

Pb-Sb sistemasinin' hal diagrammasindag'i **ASV** sizig'i likvidus tochkalarinin' geometriyaliq orni bolip, *likvidus sizig'i* dep ataladi. SE sizig'i solidus tochkalarinin' geometriyaliq orni bolip, bul siziq *solidus sizig'i* dep ataladi.

Likvidus sizig'inan joqarida birikpeler suyiq halatta, likvidus sizig'i menen solidus sizig'i arasindag'i birikpeler suyiq ha'm qatti halatta, solidus sizig'inan to'mende bolsa birikpelerdin' ha'mmesi qatti halda boladi.

5-su'wrettin' on' ta'repindegi ko'rsetilgen diagramma eki komponentli birikpelerdin' ha'r qanday kontsentratsiyadag'i ha'm ha'r qanday temperaturadag'i jag'dayin (halatin) ko'rsetedi. Bunday diagrammalardin' hal diagrammalari dep ataliwinin' sebebi de usidan.

Qorg'asin menen sur'ma eritilip, son'inan suwutilg'anda mexanikaliq aralasma payda boladi, yag'niy qorg'asin menen sur'ma birikpeleri mexanikaliq aralasma bolip esaplanadi. Komponentleri mexanikaliq aralasma payda etetug'in birikpelerdin' hal diagrammalari *birinshi tip hal diagrammalari* dep ataladi.

Endi temir-uglerod birikpesinin' hal diagrammasin quriwdi u'yrenemiz. Bunin' ushin quraminda uglerodtin' mug'dari ha'r qiyli bolg'an 7-8 temir-uglerod birikpesin alamiz. Termikaliq analiz metodi boyinsha birikpelerdin' ha'r qaysisinin' suwiw iymek siziqlarin quramiz, a'llette waqit-temperatura koordinatasinda. Son'inan kritikaliq tochka temperaturasi aniqlanadi. Bul kritikaliq tochkalardi jan'adan sizg'an temperatura- kontsentratsiya koordinata ko'sherine parallel' tu'rde ko'shiremiz (5-su'wret).

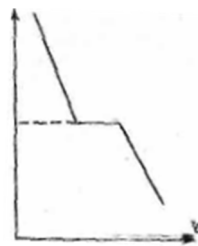
№ 3-A`MELIY jumis. Temir-tsementit hal diagrammasin u`yreniw

Jumisti orinlawdan maqset: Eki komponentli birikpeler sistemasinin` hal diagrammasin du`ziw.

Uliwma mag`liwmat. *Birikpe* degende eki ha`m onnan artiq elementlerdi birge eritip payda etilgen deneye aytiladi. Birikpeni du`ziwshi elementler *komponentler* dep ataladi. Komponentlerdin` o`z-ara qatnasi ha`r qiyli bolg`anda, ha`r tu`rli temperaturalarda birikpelerdin` agregat hali ha`r tu`rli boliwi mu`mkin (suyiq, qatti, qatti bo`leksheleri bolg`an suyikliq).

Komponentlerdin` o`z-ara qatnasi ha`m temperaturasina qarap, birikpenin` halin hal diagramma formasinda su`wretlew mu`mkin.

Metall ha`m birikpelerdin` ha`r qanday ja`gdayinin` o`zgeriwinde issiliq effekti payda boladi – issiliq jutiladi yaki ajiralip shig`adi. Birikpelerdin` qiziw yaki suwiw iymek sizig`inin` grafigin ko`rip shig`atug`in bolsaq, grafikte issiliq effektinin` payda boliwina ha`m tamamlaniwina sa`ykes keletug`in noqatlardi ko`riw mu`mkin. Bunday noqatlar kritikaliq noqatlar dep ataladi. Olar birikpelerde bolatug`in o`zgerislerdin` baslaniwi ha`m tamamlaniwi qaysi temperaturag`a sa`ykes keliwin ko`rsetedi.



6 - suwret. Taza metallin` suwiw iymek sizig`i.



7- suwret. Birikpenin` suwiw iymek sizig`i.

Taza metallardin` suyiq haldan qatti halg`a o`tiwi turaqli temperaturada o`tedi. Al birikpelerde bunday emes, yag`niy olarda o`zgerisler temperaturalar aralig`inda o`tedi.

Birikpelerdin` hal diagrammalarin du`ziw ushin, temperatura-waqit koordinatalarindag`i birikpelerdin` suwiw iymek sizig`i grafiginen kritikaliq noqatlardi aniqlap alip, olardi

komponentlerdin` mug`dari-temperatura koordinatalarindag`i diagrammag`a ko`shiriledi.

Jumisti orinlaw ta`rtibi

Jumis ushin komponentlerdin` (qalayi ha`m tsink) o`z-ara qatnasi ha`r tu`rli 5 birikpe tayarlang`an. Talabalar 2-3 bolip 5 toparg`a ajratiladi, son`inan ha`r bir birikpe suyuq halg`a kelgenshe (erigenshe) qizdiriladi.

1.-keste

Birikpeler	1(I)	2(II)	3 (III)	4(IV)	5(V)
%	0	4	8	60	100
%	100	96	92	40	0

Qizdiriw, pech` ishinde jaylasqan arnawli tigel`lerde alip bariladi:

I -birikpe, $T=250-260^{\circ}\text{S}$ g`a deyin

II-birikpe, $T=250-260^{\circ}\text{S}$ g`a deyin

III- birikpe, $T=240-250^{\circ}\text{S}$ g`a deyin

IV- birikpe, $T=400-410^{\circ}\text{S}$ g`a deyin

V- birikpe, $T=450-460^{\circ}\text{S}$ g`a deyin

Temperaturanın` artip bariwi potentsiometr arqali baqlap bariladi. Son`inan, birikpelerdin` erip boliwina qarap, tigel`lerdegi erigen birikpeni suwitiw ushin arnawli shuqirshag`a ornalastiradi ha`m potentsiometrдин` ko`rsetiwin ha`r 10 sekunda 1°C g`a deyin bolg`an aniqliqta jazip bariladi (temperatura tez pa`seyeme, a`sten be yaki pa`seyiwi waqtinsha toqtap qalama bularg`a a`hmiyet bermesten, potentsiometrдин` barliq mag`liwmatlarin jazip bariw sha`rt).

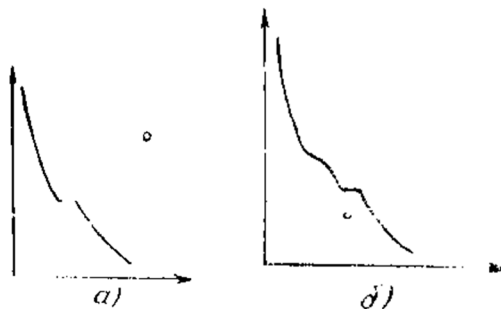
Potentsiometrдин` ko`rsetiwi 160°C g`a tuskenge shekem jaziw dawam ettiriledi. Aling`an mag`liwmatlarga` tiykarlanip birikpenin` suwiw iymek siziq grafigi temperatura-waqit koordinatalarinda siziladi (ordinata (u) ko`sherine temperaturanın` ma`nisi, abstsissa (x) ko`sherine bolsa waqittin` ma`nisi qoyamiz) 8-su`wret. Masshtab: temperatura ko`sherine $1\text{ mm}-2^{\circ}\text{C}$ yaki $1\text{ mm}-1^{\circ}\text{C}$, waqit ko`sherine, $1\text{ mm}-10\text{ sek}$.



8-su`wret. Temperatura ha`m waqit ko`sheri.

Grafikke barliq mag`liwmatlar jaylastiriladi (temperatura-waqit koordinatalarina) ha`m bunnan keyin g`ana grafiktegi barliq noqatlar bir tegis

tutastirilip shig' iladi, yag' niy suwiw iymek sizig' i payda boladi.



9-su'wret. (a) bir temperaturada kristallaniwdin' suwiw iymek sizig' i.
 (b) temperaturalar aralig' inda kristallanatuq' in birikpenin' suwiw iymek sizig' i.

Payda etilgen grafikte kritikaliq noqatlar aniqlanadi.

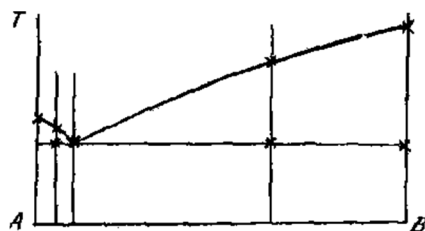
Aniqlang'an kristallaniw protsessinin' baslaniwi ha' m tamalaniwinin' kritikaliq noqatlari 2.-kestege jaziladi.

2-keste

Kristallaniw temperaturasi, °S	Birikpelerdin' kritikaliq temperaturalarinin' ma' nisleri				
	I	II	III	IV	V
Kristallaniwdi n' baslaniwi					
Kristallaniwdi n' tamamlaniwi					

Kristallaniwdin' baslaniwin ha' m tamamlaniwin bildiriwshi kritikaliq noqatlar (temperaturalar) ja' mlengen kestege iye bolg' an halda, endi izlenip atirg' an birikpenin' hal diagrammasin du' ziwge kirisiw kerek.

Bunin' ushin abstsissa ko' sherine komponentlerdin' protsent mug' dari, ordinata ko' sherine bolsa kristallaniwdin' baslaniw ha' m tamamlaniw temperaturasi (noqati) jaylastiriladi (10-su'wret).



10-su'wret. Birikpeler sistemasinin' hal diagrammasi.

Birikpenin' kristallaniwinin' baslaniwin an' latiwshi barliq noqatlar bir tegis

siziqqlar menen tutastiriladi (*likvidus sizig`i*), son`inan kristallaniwdin` tamamlang`anlig`in bildiriwshi barliq noqatlar tutastiriladi (*solidus sizig`i*).

Siz payda etken diagrammada birikpenin` suyiq halin, qatti halin ha`m bir waqittin` o`zinde suyiq ha`m qatti fazalardin` bar oblastin ko`rsetin`.

Jumistin` jazba esabi

1. Jumisti orinlawdan maqset.
2. Birikpelerdin` qurami.
3. Siz teksergen birikpe suwig`anda temperatura o`lshengen protokol.
4. Siz teksergen birikpenin` suwiw iymek siziq grafigi.
5. Barliq birikpelerdin` kritikaliq noqatlari jazilg`an keste.
6. Birikpelerdin` hal diagrammasi.

O`z betinshe tayarlaniw ushin sorawlar

1. Birikpe dep nege aytiladi?
2. Birikpede neshe komponent boliwi mu`mkin?
3. Solidus (likvidus) noqati dep nege aytiladi?
4. Kristallaniwda issiliq shig`iwd`n` sebebi nede?
5. Suwiw iymek sizig`i dep nege aytiladi?
6. Hal diagrammasi dep nege aytiladi?
7. Qanday kontsentratsiyadag`i komponentler evtektika dep ataladi?

№ 4-A`MELIY jumis.
Birikpelerdi termikaliq islew texnologiyasin u`yreniw

Jumisti orinlawdan maqset:

1. Stal` 45 ha`m U10 markali polatlarg`a termikalik islew beriw.
2. Termikaliq islewde suwitiw tezliginin` polattin` qattilig`ina ta`sirin aniqlaw.

Uliwma mag`liwmat. *Termikaliq islew dep* — birikpelerdi ma`lim bir temperaturag`a deyin qizdirg`annan keyin olardi ha`r tu`rli tezlikte suwitiwg`a aytilali. Polatlardi termikaliq islewden maqset onin` ishki du`zilisin (strukturasin) ha`m mexanikalik qa`siyetlerin kerekli ta`repke o`zgertiwden ibarat.

Termikaliq islew protsessinde polattin` ishki du`zilisin o`zgertiwge ta`sir ko`rsetiwshi tiykarg`i faktorlar:

- qizdiriw temperaturasi;
- qizdiriw waqti;
- qizdirilg`an polatti suwitiw tezligi;

Qizdiriw temperaturasi go`zengen maqsetke qarap ha`m polattin` kizdiriwdan aldinq`i ishki du`zilisine baylanisli halda temir-uglerod hal diagrammasinan aniqlanadi.

Polatti qizdiriw ha`m suwitiw protsesslerinde onin` ishki du`zilisinde faza o`zgerislerinin` payda boluwina alip keletug`in temperaturag`a *kritikalik temperatura* delinedi. Kritikaliq temperaturalar A ha`ribi menen belgilenedi.

Polatti qizdiriw ha`m suwitiw protsesslerinde ondag`i ishki faza o`zgerisleri tensalmaqliq temperaturalarag`a salistirg`anda biraz joqari yaki to`men temperaturalarda payda boladi. Sonin` ushin qizdiriw payitindag`i temperaturani suwitiw payitindag`i temperaturadan ajirativ ushin kritikaliq temperaturanin` belgisi $-A$ nin` qasina ja`ne bir kosimsha ha`rip (indeks) jaziladi. Qizdiriw payitindag`i temperatura ko`zde tutilg`anda "s" ha`ribi, suwitqanda bolsa "r" ha`ribi jaziladi.

Polatti termikaliq islewden bir neshe turleri bar. Olarg`a jumsartiw (otjig), normallaw, taplaw ha`m bosatiw kiredi.

Jumsartiw dep polatti ma`lim bir temperaturag`a deyin qizdirip, belgili bir waqit pech`te uslap turg`annan son`, a`ste-aqirin (pech` penen birge) suwitiwg`a aytiladi. Jumsartiwdin` bir neshe turleri bar. Olar bir-birinen qizdiriw temperaturasi menen ajiraladi.

Polatti jumsartiwdan maqset olardin` qattilig`in kemeytiw ha`m ishki strukturasin ten`salmaqliq halg`a keltiriwden ibarat.

Normallaw dep polatti ma`lim bir temperaturag`a deyin qizdirip, belgili bir waqit pech`te uslap turg`annan keyin, hawada suwitiwg`a aytiladi. Normallaw

polatti termikaliq islewdin` tayarlaw basqishi sipatinda yaki ortasha uglerodli polatlar ushin aqirg`i basqish sipatinda qollaniliwi mumkin. Normallang`an polattin` bekkemliliği ha`m qattilig`i jumsartilg`an polatqa salistirg`anda biraz joqari boladi.

Taplaw dep polatti ma`lim bir temperaturag`a deyin qizdirip, belgili bir waqit pech`te uslap turg`annan keyin, ulken tezlik penen suwitiwg`a (uglerodli polatlardi) yaki a`sten may quyilg`an ortaliqta (legirlengen polatlar) suwitiwg`a aytiladi. Taplang`an polattin` qattilig`i onin` suwitiw tezligine baylanisli boladi. Suwitiw tezliginin` kemeyiwi menen polattin` qattilig`i da kemeyedi.

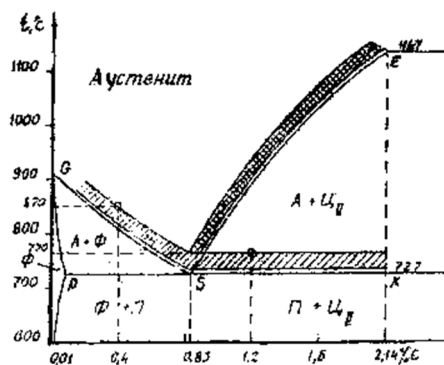
Bosatiw dep taplang`an polatlardi ma`lim bir temperaturada qizdirip, pech`te belgilengen waqit uslap turilg`annan keyin hawada suwitiwg`a aytiladi.

Bosatiw ush tu`rge bo`linedi:

- to`men temperaturada (160-250°S) bosatiw. Bosatiwdin` bul tu`ri taplang`an polattag`i ishki ku`shleniwlerdi kemeytiw ushin qollaniladi. Polattin` qattilig`i onsha kemeymeydi.

- ortasha temperaturada (350-450°S) bosatiw. Bunda taplang`an polattin` qattilig`i bir qansha kemeyedi (NRS 35-45), lekin elastikligi artadi.

- joqari temperaturada (550-600°S) bosatiw. Bunda bosatilg`an polattin` qattilig`i NRS 25-35 arasinda boladi.



11-su`wret. Temir-uglerod hal diagrammasinin` polat bo`legi.

Jumisti orinlaw ta`rtibi

Jumisti orinlaw ushin talabalar 2 toparg`a bo`linedi. Birinshi topar talabalari Stal` 45 markali polat penen, ekinshi topar bolsa U10 markali polat penen ta`jiriybe o`tkizedi. Topardag`i ha`r bir talaba termikaliq islewdin` tek g`ana bir tu`rin orinlaydi ha`m aling`an na`tiyjeni kestelerge jazip qoyadi. Bul kesteler ha`mme ushin uliwma bolip esaplanadi.

A`meliy jumis to`mendegi ta`rtipte orinlanadi:

1.U`lgilerdin` a`welgi (jumsartilg`an) halindag`i qattiliqlari aniqlanadi. Bunin` ushin Brinell` a`sbabinan paydalaniladi (basim ku`shi $R = 750$ kg, shariktin`

diametri $D=5\text{mm}$). Qattiligi aniqlaw ushin u'lgilerdin' eki qarama-qarsi ta'repleri isqilaw qag'azg'a isqilanip jiltirag'ansha tazalanadi. Aling'an na'tiyjeni 3- kestenin' 6 bag'anasina jazip qoyiladi.

3-keste

Suwitiw tezliginin' polattin' qattilig'ina ta'siri

№	Termikaliq islew din' tu'rleri	U'lgini qizdiriw temperaturasi, °S	Qizdiriw waqti, min	Suwitiw tezligi, °S/c	U'lgilerdin' qattilig'i, NV yaki NRS
St 45 markali polat					
1	Jumsartiw (termikaliq islewden aldin'g'i hali)				
2	Normallow				
3	Taplaw (mayda)				
4	Taplaw (suwda)				
U10 markali polat					
1	Jumsartiw				
2	Normallow				
3	Taplaw (mayda)				
4	Taplaw (suwda)				

2. Temir-uglerod hal diagrammasinan (11- su'wret) ta'jiriybe o'tkizilip atirg'an polatlardin' qizdiriw temperaturaları aniqlanadi ha'm olar 3- kestenin' 3 bag'anasina jazip qoyiladi. Misali, Stal' 35 ha'm U12 markali polatlardi taplaw ushin qizdiriw temperaturaların aniqlaw kerek. Bunin' ushin uglerodli polatlardin markalanıwin eske alamiz, yag'niy Stal' 35 markali polatta uglerodtin' mug'dari:

$$S = \frac{10}{35} = 0,35\%$$

Al U12 polat markasinda bolsa uglerodtin' mug'dari

$$S = \frac{12}{10} = 1,2\%$$

Bul sandi temir-uglerod hal diagrammasinda uglerodtin` mug`dari ko`rsetilgen ko`sherde belgilep alamiz ha`m usi noqatlardan vertikal` siziqlar o`tkizemiz; Stal` 35 polati ushin GS sizig`inan 30-50°S joqari, U12 polat markasi ushin bolsa SK sizig`inan 30-50°S joqari noqatlarg`a deyin. Bul noqatlar polatlardin` qizdiriw temperaturalarin ko`rsetedi (11-su`wretke qaran`).

3. Ha`r bir talaba o`zinin` u`lgisin temperaturasi kerekli da`rejege shekem qizdirilg`an pech`ke salip qizdiradi ha`m pech`te kerekli waqtina shekem uslap turadi.

Esletpe.

1. U`lgilerdi pech`ke saliw ha`m onnan aliw ushin arnawli qisqishlardan paydalaniladi.

2. Ku`yip qalmasliq ushin qolg`a brezent qolg`ap kiyip aliw kerek.

3. U`lgilerdi qizdiriw waqti (pech`te uslap tur`gw waqti) to`mendegishe aniqlanadi: 1mm qalin`liqqa 1,5 minut waqit esabinan alinadi. Aling`an na`tiyje 3-kestenin` 4-bag`anasina jazip qoyiladi.

4. Qizdirilg`an u`lgiler pech`ten alinip to`mendegi ortalıqlarda suwutiladi:

a) hawada (normallaw) - ha`r bir polat markasidan bir u`lgi;

b) mayda (taplaw) - ha`r bir polat markasidan bir u`lgi;

v) suwda (taplaw) - ha`r bir polat markasidan u`sh u`lgi;

U`lgilerdin` suwiw tezligin to`mendegishe aliw mu`mkin: Suwda - 600°S/s, mayda- 150°S/s, hawada- 2°S/s, pech`te - 0,03°S/s.

Bul sanlar 3-kestenin` 5 bag`anasina jazip qoyiladi.

U`lgilerdi suwda yaki mayda suwitqanda olardi teren`irek batirip, toqtawsiz shayqap (qozg`ap) turiw kerek.

5. U`lgiler toliq suwig`annan son` olardin` eki ta`repi iskilaw qag`azi menen isqilanip jiltirag`ansha tazalanadi.

6. Termikaliq islengen u`lgilerdin` qattiliqlari o`lshenedi;

a) normallang`anlari Brinell` a`sbabinda;

b) taplang`anlari Rokvell` a`sbabinda, "S" shkalasi boyinsha. Bunda aling`an na`tiyjeler 3-kestesinin` 6 bag`anasina jaziladi.

7. Suwitiw tezliginin` polattin` qattilig`ina ta`sirin su`wretlewshi grafik siziladi, 1- grafik.

Esletpe: Grafik siziw ushin Rokvell` a`sbabinda o`lshengen u`lgilerdinn` qattiliqlarin keste ja`rdeminde Brinell` usilinda o`lshenetug`in birlikke o`tkiziw kerek.

8. Suwda taplang`an u`lgilerdi 200, 400, 600°S temperaturalarda bosatiladi. Bosatiw pech`lerinde qizdiriw waqti 40 minut.

9. Bosatilg`an u`lgiler hawada suwutiladi.

10. U'lgiler suwig'annan keyin olardin' qarama-qarsi eki ta'repi isqilaw qag'azi menen jiltirag'ansha isqilanadi.

11. Bosatilg'an u'lgilerdin' qattiliqlari Rokvell' a'sbabinda "S" shkalasi boyinsha o'lshenedi. Aling'an na'tiyjeler 3.- kestenin' 3 ha'm 4-bag'anasina jaziladi.

12. Jumistin' na'tiyjesi boyinsha juwmaq shig'ariladi ha'm jumistin' jazba esabi jaziladi.

Jumistin' jazba esabi

1. Jumisti orinlawdan maqset.
2. Temir-uglerod hal diagrammasinin' polat bo'legi siziladi ha'm onda polatti termikaliq islew (jumsartiw, normallow, taplaw ha'm bosatiw) ushin qizdiriw temperaturaları ko'rsetiledi.
3. 3- ha'm 4-kesteler toltiriladi.

4- keste

Bosatiw temperaturasinin' polattin' qattilig'ina ta'siri

U'lgilerdin' bosatiw temperaturasi, °S	Qizdiriw waqti, Min	Qattilig'i, NRS	
		St 45 markali polat	U10 markali polat
200°S			
400°S			
600°S			

4. Orinlang'an jumistin' na'tiyjesi boyinsha juwmaq jaziladi.

O'z betinshe tayarlaniw ushin sorawlar

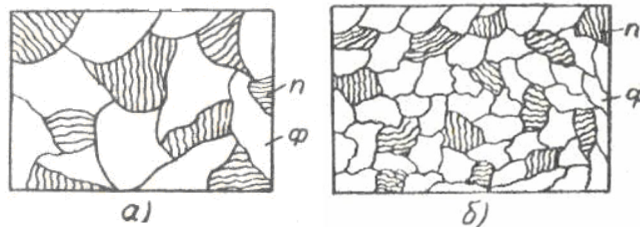
1. Termikaliq islew dep nege aytiladi?
2. Termikaliq islewdin' tiykarg'i tu'rleri: jumsartiw, normallow, taplaw ha'm bosatiwlardi tu'sindirin'.
3. Polatlardi jumsartiw, normallow ha'm taplaw ushin qizdiriw temperaturaları ha'm qizdiriw waqti qalay aniqlanadi?
4. Polatti taplaw ushin qanday suwitiw ortaliqlarinan paydalaniladi?
5. Polatti jumsartiw, normallow, taplaw ha'm bosatiw protsesslerinde onin' ishki du'zilisinde qanday o'zgerisler ju'z beredi?

№ 5-A`MELIY jumis.
Ximiyaliq-termikaliq islew texnologiyasin u`yreniw

Jumisti orinlawdan maqset:

Termikaliq islew berilgen polatlar mikrostrukturasin u`yreniw, (jumsartilg`an, normallang`an, taplang`an, taplap son`inan to`men, orta ha`m joqari temperaturada bosatilg`annan son`).

Uliwma mag`liwmat. Bizge ma`lim, en` ko`p qollanilatug`in termikaliq islew usillari bul jumsartiw, taplaw ha`m bosatiw bolip esaplanadi. Jumsartiwda ten`salmaqliq haldag`i struktura payda bolip, ol temir-uglerod diagrammasinda ko`rsetilgen. Ma`selen, eitektoidqa shekemgi bolg`an polattin` strukturasi ferrit ha`m perlitten ibarat (12-su`wret).



12-su`wret. Eitektoidqa shekemgi uglerodli polatlardin` jumsartilg`andag`i (a) ha`m normallaw islegennen keyingi (b) mikrostrukturasi.

Jumsartilg`an ha`m normallang`an polatlardin` strukturasinin` du`ziwshileri bolg`an perlit plastinka ta`rizli du`ziliske iye bolip ferrit ha`m tsementit kristallari aralaspasinan ibarat. Onsha u`lken bolmag`an u`lkeytiwde tsementit plastinkalarin ajiratip ko`rip bolmaydi. Bunday halda strukturani du`ziwshi perlitke salistirg`anda qaralaw da`neshe bolip ko`rinedi.



13-su`wret. Polatlardag`i martensit strukturasi salistirg`anda mayda (a) ha`m iri da`neli (b) polat.

Martensit- bul uglerodtin` α -temirdegi ju`da` toying`an qatti eritpesi. Austenittin` martensitke o`tiwi kristallografiyalik bag`itlang`an boladi, yag`niy plastinka ta`rizli martensit kristallari austenit kristalliq reshetkasinin` ma`lim bir tegisligi boylap jaylasqan boladi. Sonin` ushin martensit kristallarinin` o`lshemleri (uzinlig`i) da`slepki austenit da`neshegerine qarap aniqlanadi. Bunnan tisqari martensit plastinkalari bir-birine salistirg`anda 60° ha`m 120° mu`yesh astinda

bag`itlang`an bolip mikroskopta iyne ta`rizli du`ziliske iye boladi. (13-su`wret).

Austenit da`neshesi qanshelli iri bolsa, martensit iynesi sonshelli uziniraq bolali. Martensit joqari qattiliqqa iye ha`m ol polatlardag`i uglerodtin` mug`darina qarap NRS48-65 boliwi mu`mkin. Martensit turaqsiz struktura bolip, qizdirilg`anda bo`linedi. Taplang`an polatlardi to`men temperaturada bosatqanda (160-200°S) iyne siyaqli du`zilis saqlanadi, lekin struktura ximiyaliq reaktivlerge ta`sirshen` boladi. Bunday martensitti *bosatilg`an* dep ataydi.

Taplang`an polatlardi 300°S dan joqari temperaturada qizdirg`anda martensit tolig`i menen ferrit-tsementit aralaspasina bo`linedi. 400 °S temperaturada bosatqanda bolsa ol joqari dispersli (mayda bo`leksheli) bolip, tsementit bo`lekshelerin optik mikroskop ja`rdeminde ko`riw imkaniyati bolmaydi. Qattilig`i NRS45 ge jaqin bolip, bul strukturani *troostit* dep ataydi ha`m mikroskop astinda qaramtir massa formasinda ko`rinedi (14-su`wret). Biraq ko`binese da`slepki martensittin` bag`iti ko`zge aniq taslanadi.



14-su`wret. Bosatilg`an troostit mikrostrukturasinin` sxemasi.

Taplang`an polatti joqari temperaturada bosatqanda (500 -650°S) ferrit-tsementit aralaspasi irilenedi. Mikroskop astinda tsementit bo`lekshesi ferrit tiykarinda (mayda dispers) domalaq formasinda ko`rinedi (15- su`wret).



15- su`wret. Bosatilg`an sorbit mikrostrukturasinin` sxemasi.

Ximiko-termikaliq islew berilgen polattin` mikrostrukturasi. Ximiko- termikaliq islew dep joqari temperaturada metalldin` betin qandayda bir elementler menen toyindiriwg`a aytiladi. Bunday islewden maqset bettegi (ju`zdegi) qa`siyetlerdi keskin asiriw bolip esaplanadi. Ximiko-termikaliq islew tsementatsiyalaw, azotlaw, nitrotsementatsiyalaw ha`mde diffuzionliq metallizatsiya protsesslerin o`z ishine aladi.

Ju`da` ken` qollanilatug`in protsesslerdin` biri tsementatsiya bolip, onda buyimnin` beti uglerod penen toyindiriladi. Tsementatsiyadan maqset mashina detal`larinin` betin qatti, jeliniwge shidamli etiw bolip esaplanadi. Tsementatsiyag`a kem uglerodli (0,3 % ge deyin uglerod bolg`an) polattan islengen detal`lar ushiraydi. Solay etip, tsementatsiyadan son` betlik bo`lim evtektoidtan keyingi jumsartilg`an polattin` strukturasina iye (perlit + ekilenshi tsementit). Bul struktura a`ste-aqirin evtektoidqa shekemgi zonag`a o`tip baradi, o`zegi bolsa az uglerodli polat strukturasina iye. Mikroskop astinda tolig`i menen birden barliq zonalardi ko`riw mu`mkin emes, sebebi tsementatsiyanin` teren`ligi 1,5-2 mm. Sog`an qaramastan bul zonalardin` sxemasin bir su`wrette su`wretlew mu`mkin (16-su`wret).



16- su`wret. Tsementatsiyalang`an qatlam mikrostrukturasinin` sxemasi.

Tsementatsiyalang`an buyimlardin` betinde joqari qattiliqti payda etiw ushin termikaliq islew beriledi, yag`niy taplap bolip to`men temperaturada bosatiladi. Egerde buyim uglerodli polattan tayarlang`an bolsa, onda betindegi struktura bosatilg`an martensitten ibarat boladi. O`zegi bolsa tap sol az uglerodli polatlardag`iday ferrit-perlitten ibarat, sebebi a`dette az uglerodli polatlardin` taplaw terenligi az bolip, o`zegi taplanbaydi.

Egerde tsementatsiyalanatug`in buyim legirlengen polattan tayarlang`an bolsa, onday jag`dayda taplang`annan son` martensit strukturasi ha`m betinde ha`m o`zekte payda boladi. O`zektegi az uglerodli martensit joqari qattiliqqa iye bolmaydi (NKS 30-35), ximiyaliq reaktivlerge ta`sirshen`liginin` kemeyiwi menen pariqlanadi.

Jumisti orinlaw ta`rtibi

Talabalar 3-4 bolip toparlarg`a bo`linedi. Ha`r bir topar oqitiwshidan mikrou`lgiler (mikroshlif) komplektin alip son`inan to`mendegilerdi orinlaydi:

- mikroskopti iske qosiw;
- mikroskop stolina mikrou`lgini jiltiratilg`an tamani menen qoyiw;
- u`lkeytiriw kestesine tiykarlanip optikani tan`law ha`m strukturani aniq formag`a keltiriw;
- mikrostrukturani mikroskop astina ornatiw;

-tekserilip atirg`an mikrostrukturani, al`bom, plakat ha`m sxemalardag`i menen salistirip ko`riw;

- mikrostrukturani sxema tu`rinde kestege siziw.

Jumistin` jazba esabi

1. Jumisti orinlawdan maqset.
2. Tekserilip atirg`an mikrostrukturalar sxemasi bolg`an keste.
3. Tekserilip atirg`an mikrostrukturalardi payda etiw usilin jaziw.

O`z betinshe tayarlaniw ushin sorawlar

1. Taplang`an polat strukturasi ha`m onin` qattilig`inin` joqari boliw sebebi.
2. Polat strukturasinin` bosatiw temperaturasına baylanislilig`i, sonin` menen birge mexanikalıq qa`siyetlerinin` de o`zgeriwi.

1-LABORATORIYALIQ JUMISI.

Metallardın qattılıg`ın anıqlaw

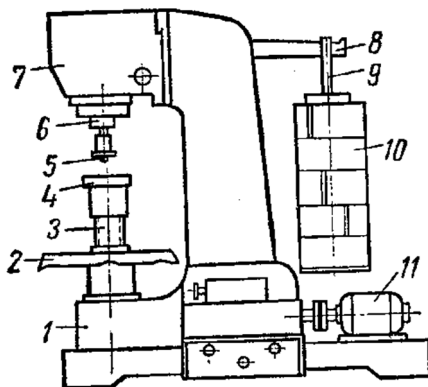
Jumıstın maqseti: a)Materiallardın qattılıg`ın Brinell usılı menen anıqlawdı a`melde u`yreniw.

Ulıwma mag`lıwmat. Materialdın sırtına usı materialdan qattıraq bolg`an denenin batıwına qarsılıq ko`rsete alıw qa`siyetine onın qattılıg`ı deyiledi.

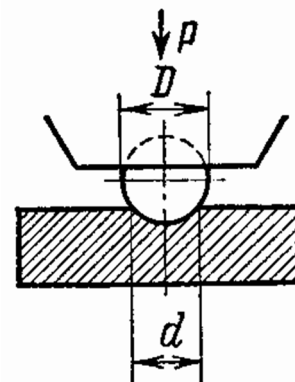
Metallardın qattılıg`ın anıqlawdın bir neshe usılları bar. Bul usıllar ishinde Brinell ha`m Rokvell usılları ken` tarqalg`an.

Brinell usılı shved injener alımı Yu.A.Brinell (1849-1925) atına qoyılğ`an.

Brinell usılı shınıqtırılmağ`an metallardın, ren`li metallar ha`m olar tiykarındag`ı eritpelerdin` qattılıg`ın anıqlawda kollanıladı. Qattılıg`ı anıqlanıwı kerek bolg`an metallardın tu`rine ha`m onın qalın`lıg`ına qarap diametri 2,5; 5 ha`m 10 mm li shınıqtırılğ`an polat sharlı sınılıwshı u`lgi 1,875; 2,5; 5,0; 7,5; 10 ha`m 30 kN ku`sh penen belgili waqt (10,30 ha`m 60 sek) ishinde a`ste-sekin batırıladı, na`tiyjede sınılıp atırğ`an metall betinde polat shardın izi qaladı, bul izdin` diametrine qarap metaldın qattılıg`ı anıqlanadı. 1-su`wrette Brinell usılına karay metall qattılıg`ın anıqlaw a`sbapının` sxeması keltirilgen.



1-su`wret. TSh-2M markalı qattılıqtı o`lshew a`sbapı:1- stanına;2-maxovik;3-vint;4-u`lgiler ushın almasıwshı stol;5-sharik;6-shpindel; 7-konus ta`rizli bo`lim;8-rıchag; 9-podveska;10-ju`kler;11-dvigatel.



2-su`wret. Shınıqtırılğ`an shardın ta`siri

Metaldın Brinell boyınsha qattılıg`ı « NV » shardın sınılıwshı metalg`a basıwshı « R » ku`shinin` (N) usı ku`sh ta`sirinen sınılıwshı metall sırtında payda bolg`an shar izinin` betine $F(\text{mm mm}^2)$ qatnası menen anıqlanadı:

$$NV = R/F (n/\text{mm}^2) \quad (1)$$

Eger shardın metaldag`ı qaldırğ`an izinin` betin shar diametri « D » ha`m iz teren`ligi « d » arqalı anıqlasaq onda izdin` beti to`mendegishe boladı:

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

Izdin` teren`ligin o`lshew qiyin bolg`anlig`ı sebepli F to`mendegi formuladan tabıladı (2-su`wret):

$$F = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (\text{m.m}^2) \quad (3)$$

Bul jag`dayda metaldın` Brinell boyınsha qattılıg`ı to`mendegi katnastan alınadı:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \left[\frac{H}{\text{M.M}^2} \right] \quad (4)$$

Bunda: D - shardın` diametri, (mm)

d - shardın` metalda qaldırğ`an izinin` diametri, (mm)

Shar izinin` diametri arnawlı lupa menen o`lshenedi.

U`lgi qattılıg`ın tez anıqlaw ushın a`melde arnawlı kestelerden paydalanıladı. Bul kestelerde qattılıq (HB) nın` ku`sh (R) ha`m izinin` diametri d ne tuwrı keletug`ın ma`nisleri berilgen boladı.

1-keste

Material	Brinell boyınsha qattılıg`ı, $\frac{N}{MM}$ (kgk/mm ²)	Sinalatug`ın u`lgi qalın`lig`ı, mm	$\frac{P}{D_2}$ Kg/mm ²	Shar diametri, mm	Ju`kleniw R, kN (kg)	Ju`kleniwde uslap turıw waqti, sek
Qara metallar	1400-4500 (140-450)	6-3	30	10,0	30(3000)	10
		4-4		5,0	7,5(750)	10
		2 den kem		2,5	1,87(187,5)	10
	1400 dan kam (140)	6 dan artıq	10	10,0	10(1000)	10
6-3	5,0	2,5(250)		10		
3 ten kem	2,5	0,62(162,5)		10		
Ren`li metallar	1300 dan ortiq (30)	6-3	30	10,0	30(3000)	30
		4-2		5,0	7,5(750)	30
		2 den kem		2,5	1,87(187,5)	30
	1350-1300 (35-130)	9-5	10	10,0	10(1000)	30
		6-3		5,0	2,5(250)	30
		3 ten kem		2,5	0,62(62,5)	30
	80 -350 (8-35)	6 dan artıq	2,5	10,0	2,5(250)	60
		6-3		5,5	0,52(62,5)	60
		3 ten kem		2,5	0,15(25,5)	60

Sharlar ShX 15 markalı arnawlı qattı polattan tayarlanadı. Olar shınıqtırılıp, son` to`men temperaturada bosatılğ`anan keyin qattılıg`ı Vickers boyınsha keminde 8500 birlikke ten` boladı.

Shardın` deformatsiyalanıwı na`tiyjesinde u`lken qa`telikke jol qoymaslıq ushın sinalatug`ın metal ha`m eritpelerdin` qattılıg`ı Brinell boyınsha 450 N/mm²

tan joqarı bolmaslıg`ı kerek, yag`nıy shınıqtırılğ`an metaldın` qattılıg`ın ha`mde qalın`lıg`ın 1 mm den kem bolmag`an list materiallardın` qattılıg`ın bul usılda anıqlaw maqsetke muwapıq bolmaydı ha`mde bul Brinell usılının` kemshiligi bolıp esaplanadı. Brinell usılının` kemshiligi menen bir qatar artıqmashılıg`ıda bar. Olar presstin` a`piwayılıg`ı ha`m bul usılda anıqlang`an qattılıq mug`darı (NV) menen sozılıwdag`ı bekkemlik shegarası (Ov) mug`darının` jaqınlıg`ı, yag`nıy

$$\delta = K \cdot NV \quad (5)$$

Bu formulada K -o`lshemsiz koeffitsent bolıp, ol ta`jiriybeden anıqlanadı, misalı polat ushın K nın` mug`darı 0,34 ten 0,36 shekem boladı.

A`dette u`lgi sınıalıwınan aldın onın` sınılatug`ın beti islew beriledi ha`m tegis jag`dayg`a keltiriledi. Standart sınıawda 10 mm diametrli shar ushın ju`kleniw barlıq waqıt 30 kN (3000 kg) etip alınadı. Materiallardın` Brinell boyınsha qattılıg`ı standart anıqlaw sha`rtleri kestesinde keltirilgen. Brinell boyınsha sınıaw sha`rtlerinde ju`kleniwshi shar diametri ha`m ju`kleme beriliw waqıtı keltiriledi. Misalı, NV 10 (3000) 10-2500 jazıwındag`ı birinshi san (10) shardın` diametri, ekinshi san (3000) ju`kleniw, u`shinshi san (10) ju`kleniwdin` beriliw waqıtı, to`rtinshi san (2500) bolsa Brinell boyınsha qattılıg`ın ko`rsetedi.

Shınıqtırılğ`an shardın` ta`sir qılıw sxeması 2-su`wrette ko`rsetilgen.

Sınılatug`ın u`lgi yamasa detal stol (4) g`a qoyılıp, maxovik (2) saat strelkası boyınsha aylandırıladı, sharg`a (3) qarap ko`teriledi. Bunnan keyin elektr dvigatel (4) ha`reketke keltiriledi, dvigatel bolsa o`z na`wbetinde presstegi richaglar sistemasın ha`reketlentiredi. Richaglar sisteması ha`reketke kelgende shar ju`kleniw (5) ta`sirinde u`lgige bata baslaydı. U`lgi ju`kleniw ta`siri astında belgili waqıt uslanıp turılğ`annan keyin ju`kleniw avtomat ta`rizde alınıp, elektr dvigatel toqtatıladı. Son` maxovik keri ta`repke aylandırılıp, u`lgi stol u`stinen alınadı ha`m shardın` qaldırğ`an izi o`lshenedi.

Jumıstı orınlaw ushın kerek bolatug`ın u`skeneler, materiallar ha`m a`sbaplar:

1. TSh-2 M tipidegi qattılıqtı o`lshew a`sbapı.
2. Metal betindegi izlerdi o`lshew ushın lupalar.
3. U`lgi komplekti.
4. Shtangentsirkul ShTs-1.
5. Egew ha`m najdak qag`az.
6. Sızıw quralları.

Jumıstı orınlaw ta`rtibi:

1. TSh-2M tipidegi a`sbaptın` du`zilisi ha`m onda material qattılıg`ın o`lshew metodikası menen tanısiw.
2. Kestegge tiykarlanıp shardın` diametri, ju`kleniw ko`rsetkishi ha`m uslap turıw waqtın tan`lap alıw.
3. U`lgini tekseriwge tayarlaw, kerek bolsa, u`lgi betin qumlı kag`az benen tazalaw.

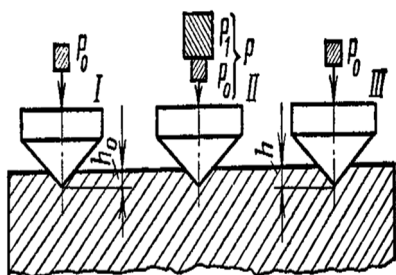
4. Sharlı ushliq shpindelge ornatiladı ha'm qatırıw vinti bekkemlenedi.
5. Tan'lang'an ju'klemege tuwrı keliwshi ju'kler u'stinge qoyladı. Rıchaglı sistema u'stinde 1,875 kN ju'klemeni payda qılıwın esten shıg'ırmaw.
6. Tan'lang'an ju'klemege talap qılınatug'ın uslap turıw waqtı belgilenedi.
7. U'lgı tekseriw stolına shar izinin' orayı u'lgı shetinen keminde 2,5 mm aralıqta bolatug'ın etip ornatıladı.
8. Knopkanı basılıp dvigatel iske tu'siriledi.
9. Tekseriw tamam bolg'anan (lampochka o'ship, elektrodvigatel toqtag'annan) keyin maxovikti aylandırıp stol tu'siriledi ha'm u'lgı alınadı.
10. Tekseriw u'sh ma'rte qaytalanadı.
11. Lupa ja'rdeminde shar izinin' diametri anıqlanadı ha'm Brinell boyınsha qattılıg'ı esaplanıp tabıladı.
12. Alıng'an na'tiyjeler tiykarında to'mendegi keste toltırıladı:

Metallardin' qattilig'in Rokvell usili menen anıqlaw

Jumıstın' maqseti: b)Materiallardın' qattılıg'ın Rokvell usılı menen anıqlawdı a'melde u'yreniw.

Ulıwma mag'lıwmatlar. Materialdın' qattılıg'ın Rokvell usılı menen anıqlaw Brinell usılına jaqın, biraq bul usıl qattılıg'ı joqarı bolg'an (shınıqtırılğ'an, tsementitlengen) materiallardın' qattılıg'ın anıqlawda, tiykarınan, sanaatta ken' qollanıladı. Rokvel usılının' Brinell usılınan printsipial ayırması sonnan ibarat, yag'nıy bul usılda qattılıq Brinell usılındag'ı shar qaldırg'an izdin' beti menen emes ba'лки u'lgige batırılğ'an almazlı konus yamasa shınıqtırılğ'an shar qaldırg'an izdin' teren'ligi menen anıqlanadı. Bunnan tısqarı Rokvel usılında u'lgige ta'sir etiwshi ju'lemelerdi qa'legen ken' shegarada o'zgeriw imkanıyatı bar.

Metallardin' qattılıg'ın Rokvell usılı menen anıqlawda u'lgige batırılğ'an dene izinin' teren'ligi batırılıw protsessinin' o'zinde o'lshenedi, bul sınawdı bir qansha tezletedi ha'm jen'illestiredi. Tekserilip atırg'an materialdın' qattılıg'ına qarap u'lgige batırılátug'ın dene (ushliq) nin' eki tu'ri qollanıladı. Qattılıg'ı kishi ha'm ortasha u'lgiler 1000N ulıwma ju'kleniwde (V sxema) diametri 1,588 mm bolg'an shınıqtırılğ'an polat shar



3-su'wret. Rokvel usılında qattılıqtı anıqlawda ushliqtın' (polat shar yamasa almaz konustın') u'lgige batıw sxeması.

menen, qattılıg'ı joqarı bolg'an u'lgiler 1500N ju'kleniwde (S sxema) ushtın' mu'yeshi 120° ha'm domalaqlanıw radiusı 0,002 mm bolg'an almazlı konus penen sınaladı. Sinalıp atırg'an u'lgige ju'kleniw izbe-iz eki basqıshda ta'sir etiledi.

Birinshi basqıshda beriletug'ın ju'kleniw (da'slepki ju'kleniw R_0) ha'mme waqt 100N g'a, ekinshi basqıshda beriletug'ın ju'kleniw (tiykarg'ı ju'kleniw R_1) bolsa shınıqtırılğ'an polat shar bolg'anda 900N g'a, almazlı konus bolg'anda 1400N

g`a ten` boladı.

Solay etip ulıwma ju`kleniw (R) da`slepki ju`kleniw (R_o) menen tiykarg`ı ju`kleniw (R_l) din` jıyındısına ten`, yag`nıy $R=R_o+R_l$. U`lgini sınav waqtında ushlıqtın` (polat shar yamasa almazlı konus) u`lgige batıw sxeması 3-su`wrette ko`rsetilgen.

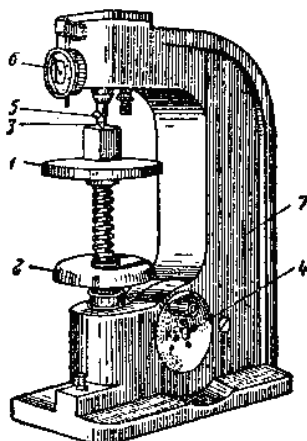
U`lginin` qattılıg`ı u`lgige tiykarg`ı ju`kleniw R_l berilgende payda bolg`an iz teren`ligi (h) ha`m da`slepki ju`kleniw R_o berilgende payda bolatug`ın iz teren`ligi (h_o) nin` ayırmasınan tabıladı. Rokvell a`sbapının` sxeması 1-su`wrette keltirilgen. U`lgini sınavdan aldın onnı` qattılıq da`rejesine qarap, shtok (1) qa ushlıq (pwlattı shar yamasa almaz konus) (2) bekkemlenedi ha`m tiysli ju`kleme (9) koyıladı.

U`lgige almazlı konus koyılğ`anda 1500N ju`kleme berilip, S (qara) shkala boyınsha esaplaw alıp barıladı. Biraq bul jag`daydag`ı qattılıq A shkalası boyınsha alıng`an qattılıq dep ju`rgiziledi. U`lgige polat shar batırılğ`anda og`an 1000N ju`kleniw berilip, esaplaw V (qızıl) shkala boyınsha alıp barıladı.

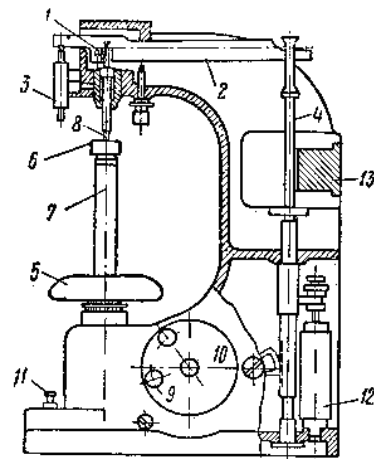
Sınalatug`ın u`lgi (2-su`wret) stolg`a (1) qoyıladı, vintte jaylasqan maxovik (5) saat strelkası boyicha aylandırılıp u`lgi ushlıqqa (8) tiygiziledi. Son` da`slepki ju`kleniw beriledi. Ol maxoviktin` kishikene strelkası qızıl tochka qasına kelgenshe aylandırıw menen belgilenedi. Bul jag`dayda u`lken strelka vertikal jag`dayda jaylasadı. Bunnan keyin tsiferblat aylandırılıp qara shkalanın` nol bo`linbesi u`lken strelka qasına keltiriledi.

Eger u`lgige polat shar batırılattug`ın, yag`nıy esabatı qızıl shkala boyınsha ju`rgiziletug`ın bolsa bul jag`daydada strelkanı nolge qoyıw ushin qara shkaladan paydalanıladı.

Shkalada 100 bo`linbe bolıp ushlıqtın` u`lgige batıw teren`ligi 0,2 mm bolg`anda qattılıq nolge ten` boladı.



4-su`wret. Rokvell pressinin` ulıwma ko`rinisi: 1-stol; 2-maxovik; 3-almaz konus; 4-maxovik; 5-ushlık; 6-indikator; 7-tiykar.



5-su`wret. Rokvell pressinin` kinematikaiq sxeması: 1-tayanış; 2-rıchag; 3-indikator; 4-tyaga; 5-maxovik; 6-u`lgi; 7-stol; 8-almaz konus; 9-ruchka; 10-disk; 11-basqarıw knopkası; 12-maylı maslama; 13-ju`k.

Ushliqtin` batiw teren`ligi nol bolg`anda qattılıq 100 birlikke ten` dep esaplanadı, sebebi tsiferblattag`ı sanlar strelkanın` aylaniwına kerı qoyılğ`an. Ushliqtin` batiw teren`ligi esaplaw ma`nisine kerı proporsional boladı.

Sol sebepli sınlıp atırğ`an materialdın` qattılıg`ı qansha joqarı bolsa og`an batırılıp atırğ`an almazlı konus izinin` teren`ligi (h) az bolıp qattılıq birliğı u`lken boladı ha`m kerisinshe, u`lgi qansha jumsaq bolsa, batırılıp atırğ`an almazlı konus izinin` teren`ligi (h) joqarı bolıp qattılıq birliğı kishi boladı.

Materialdın` qattılıg`ın sıawda qaysı shkaladan paydalanılğ`an bolsa HR belgisinin` on` ta`repine usı shkala belgisi koyıladı, mısalı: HRC , HRB , HRA .

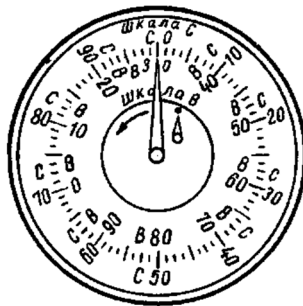
GOST 9013-59 g`a muwapıq materiallardın` qattılıg`ı Rokvell usılı menen anıqlang`anda to`mendegi formulalardan paydalanıladı:

A ha`m S shkalalarında o`lshenilgende

$$HRA (HRC) = 100 - L$$

V shkalası boyınsha o`lshengende:

$$HRV = 13 - L$$



6-su`wret. Rokvell pressinin` tsiferblatı

Formuladag`ı L qattılıq to`mendegi formuladan anıqlanadı:

$$l = \frac{h - h_0}{0,002}$$

h_0 - almazlı konus izinin` metallg`a da`slepki ju`kleniw (R_0) berilgendeği teren`ligi, mm.

h - almazlı konus izinin` materialg`a ulıwma ju`kleniw (R) berilgendeği teren`ligi, mm. demek ulıwma jag`dayda:

$$HRA(HRC) = 100 - \frac{h - h_0}{0,002}$$

$$HRV = 130 - \frac{h - h_0}{0,002}$$

A`melde materiallardın` qattılıg`ı Rokvell usılında anıqlang`anda joqarıdag`ı formulalardan paydalanbay, tuwrıdan tuwrı indikator shkalasınan tayar qattılıq san mug`darı anıqlanadı.

Bul usılda tu`rli materiallardı: jumsaq, qattı ha`m juqa materiallardı sınaw mu`mkin bolg`anlıg`ı ushın onnan sanaatta ko`p paydalanıladı. Bul usıldın` ja`ne bir artıqmashılıg`ı sınaw waqtının` kemligi, 30-60 sekundtan artpaslıg`ı. Materialdın` qattılıg`ı qaysı usılda (Rokvell yamasa Brinell) anıqlanıp atrıg`anlıg`ına qaramay, olardı arnawlı kesteden paydalanıp bir-birine o`tkeriwge boladı (2-keste).

**Jumıstı orınlaw ushın za`ru`r bolatug`ın u`skeneler, materiallar
ha`m a`sbapları:**

TK-2M markasındag`ı qattılıqtı o`lshew a`sbapı, u`lgiler komplekti, egew, qum kag`az, mikroskop.

2-keste

Tu`rli usıllarda anıqlang`an qattılıq ma`nisi menen sozılıwdag`ı
bekkemlik shegarası arasındag`ı baylanıs

Brinell usılında anıqlang`an shama, NV		Rokvell usılında anıqlang`an shama, NR			Vickers usılında anıqlang`an shama	Uglerodlı	Xromlı	Nikel ha`m xrom-nikell
Qaldır-g`an iz diametri	Qattılıq ko`rset-kishi	S	A	V				
2,75	4650	50	76	-	5510	1780	1730	1680
2,80	4770	49	76	-	5340	1720	1670	1610
2,85	4610	48	75	-	5020	1650	-	-
2,90	4440	46	74	-	4730	1600	1560	-
2,95	4290	45	73	-	4000	1550	1550	1460
3,00	4150	44	72	-	4350	1490	1450	1410
3,02	4090	43	72	-	4230	1470	1430	1390
3,05	4010	42	71	-	4120	1440	1395	1365
3,10	3880	41	71	-	4010	1395	1360	1320
3,15	3750	40	70	-	3900	1350	1315	1275
3,20	3630	39	70	-	3800	1305	1270	1235
3,25	3520	38	69	-	3610	1265	1230	1195
3,30	3410	37	68	-	3440	1225	1190	1160
3,35	3310	36	68	-	3350	1105	1165	1130
3,40	3210	35	67	-	3200	1155	1120	1090
3,45	3110	34	67	-	3120	1115	1185	1055
3,50	3020	33	67	-	3050	1085	1055	1025
3,55	2930	31	66	-	2910	1055	1025	1000
3,60	2860	30	66	-	2850	1030	1005	975
3,65	2770	29	65	-	2780	9995	970	940
3,70	2690	28	65	-	2720	970	940	915
3,75	2680	27	64	-	2610	945	920	895
3,80	2550	26	64	-	2550	920	890	865
3,85	2480	25	63	-	2500	895	870	845
3,90	2410	24	63	100	2400	870	845	820
3,95	2350	23	62	99	2350	845	825	805
4,00	2280	22	62	98	2260	825	800	775
4,05	2230	21	61	97	2210	800	775	765
4,10	2170	20	61	97	2170	780	760	740
4,15	2120	19	60	96	2130	760	740	720

Qattılıqtı TK-2M a`sbapında anıqlaw ta`rtibi:

1. U`lginin` shama menen qattılıg`ına tiykarlanıp, ju`kleniw ko`rsetkishi, ushlıq ha`m (*AVS*) shkalalardan kerekli tan`lanadı.
2. Ushlıq ha`m shkala priborg`a ornatıladı.
3. U`lgiler tekseriwge tayarlanadı. Bunın` ushın u`lgi beti egew yamasa qum kag`az bene tazalanadı. Tekseriwde polat shar (yamasa almazlı konus) izinin` orayınan u`lgi shetine yamasa basqa izdin` orayına shekem bolg`an aralıq 3 mm den kem bolmaslıg`ı kerek.
4. U`lgi a`sbap stolına ornatıladı.
5. Ruchka saat strelkası bag`darında aylandırılıp, u`lgi joqarı ushlıqqa tiygenishe ko`teriledi. Stoldı ko`teriwdi indikatorın` kishi strelkası tsiferblattag`ı qızıl tochka qarsısına kelgenshe, u`lken strelka bolsa vertikal jag`daydı iyelegenshe dawam ettiriledi.
6. Indikator a`sbaptın` tsiferblatında strelka *S* shkala boyınsha *O* di yamasa *V* shkala boyınsha 30 dı ko`rsetkenshe birdey aylandırılıdı.
7. Mexanizm iske tu`siriledi. U`lken strelka saat strelkası bag`darında aylandırılıdı. Strelkanın` ha`reketi toqtawı menen tiykarg`ı ju`kleniw alınadı.
8. Qattılıq anıqlawda almazlı konus paydalanılğ`anda *S* shkala boyınsha, polat shardan paydalang`anda *V* shkala boyınsha esaplanadı.
9. Maxovikti saat strelkası bag`darına kerı aylandırıp, u`lgi tu`siriledi, izdin` teren`ligi o`lshenedi, bunnan son` ta`jriybe qaytalanadı.

Alıng`an na`tiyjeler to`mendegi 3-kestege jazıladı

3-keste

U`lginin` materialı ha`m qalın`lıg`ı	Ushlıq	Tekseriw Shkalası	Ju`kleme			<i>Rokvell boyınsha shamasi</i>				Brinell boyınsha shamasi
			<i>R₀</i>	<i>R₁</i>	<i>P</i>	<i>HRC₁</i>	<i>HRC₂</i>	<i>HRC₃</i>	<i>HRC_{ehn}</i>	

Qadag`alaw sorawlari.

1. Mexanikalıq qa`siyeti degende qanday ko`rsetkishler tu`siniledi?
2. Metal ha`m eritpeler qanday mexanikalıq qa`siyetlerine qaray sıpatlanadı?
3. Qattılıq dep qanday protsesske aytıladı?
4. Brinell usılı menen qattılıq anıqlang`anda sharlardın` diametri qanday bolıwı kerek?
5. Metall ha`m eritpelerdin` qattılıq qa`siyetlerin u`yreniwdin` maqseti?
6. Qattılıqtı Brinell usılı menen anıqlawda Rokvell usılınan qanday ayırması bar?

7. Rokvell usılında qanday geometriyalıq formadag`ı deformatsiya ja`rdeminen paydalanıladı?
8. Qattılıq dep qanday protsesske aytiladı?
9. Rokvell usılı menen qattılıq anıqlang`anda almazlı konus yamasa shınıqtırılğ`an sharlardın` diametri qanday bolıwı kerek?
10. Metal ha`m eritpelerdin` qattılıq ko`rsetkishlerin u`yreniwdin` maqset?

2-LABORATORIYALIQ JUMIS.

Shoyın islep shıg`arıwda qollanilatug`ın shiyki zatlar

Jumıstın` maqseti: Shoyın islep shıg`arıwda qollanilatug`ın rudalar, flyuslar ha`m janılğ`ılar, otqa shıdamlı materiallar, domna pechinen alınatug`ın o`nimler menen tanısıw.

Uhwma mag`lıwmatlar: Adamlar eramızdan 2...3 mın` jil aldın da`slep bronzadan, son` shoyınan quymalar alg`an.

Keyinshelik polat ha`m basqa ren`li metal eriplerin islep shıg`arıwdın` rawajlanıwı menen olardan quymalar alındı.

Mashina detallarının` awırılıg`ı jag`ınan shama menen 50% ten artıg`ırag`ı, traktor islep shıg`arıwda 60% ha`m stanok islep shıg`arıwda bolsa 80% ke jaqın metallardan quyma ta`rzide alınadı.

Rudalardı suyıqlandırıp, olardan metallar ajratıp alıw usılı *pirometallurgiya usılı* dep ataladı. Shoyın, tiykarınan, domna pechlerinde temir rudalarınan joqarıdag`ı usılda alınadı. Sonday-aq, shoyın islep shıg`arıw ushın shiyki zat sıpatında temir rudalarınan paydalanıladı.

Shoyın islep shıg`arıwda paydalanatug`ın rudalar ha`m olardı toyındırıw usılları.

Zamanago`y metallurgiya kombinatları iri ha`m quramalı imaratlar kompleksi bolıp, olar rudalardı toyındırıw, koks islep shıg`arıwshı batareyalar ha`m pechlerdi qızdırılğ`an hawa menen u`zliksiz ta`miyinlewshi qurılımlar, quymalar, prokat o`nimlerin islep shıg`arıwshı uchastkalar ha`m basqalardan quralg`an.

Shoyındı domna pechlerinde islep shıg`arıw texnologiyası menen tansıwdan aldın shoyın islep shıg`arıwda paydalanilatug`ın materiallar haqqında aytıp o`temiz.

Domna pechlerinde shoyın islep shıg`arıwda paydalanilatug`ın tiykarg`ı materiallar temir rudalar, janılğ`ılar ha`m flyuslardan ibarat bolıp, olardıń jıyındısı *shixta* deyiledi.

Temir rudaları. Temir rudaları temir oksidleri menen birge tu`rli basqa qosımtalar: qum, sazlı topıraq, silikatlar, kaltsit, sonday-aq az mug`darda *S*, *As* ha`m *P* lar ushırasadı. 4-kestede Rossiyada ko`birek tarqalg`an ha`mde sanaatta shoyın islep shıg`arıwda ken` paydalanilatug`ın temir rudalar haqqında mag`lıwmat keltirilgen. Ayrım temir minerallarda *Fe* nen tısqarı az bolsa-*da Cr*,

Ni, W, V, Cu, Ti, Mo ha'm basqa metallar ushirasadi. Bunday rudalar *kompleks rudalar* deyiledi. Bul rudalardan shoyin aliwda paydalang'anda shoyinnin' qa'siyetleri jaqsilanadi.

Janilg'ilar ha'm olardin' tu'rleri. Domna pechlerinde qollanilatug'in janilg'ilar olardan za'ru'r bolg'an issiliq ajratilwı menen birge temir oksidlerinden temirdi qaytaradi. Janilg'ilar organikaliq zatlar bolıp, quramında uglerod, vodorod ha'm uglevodorodlar, ku'kirit birikpeleri, kislorod, azot ha'mde ku'lge aylanıwshı SiO_2 , Al_2O_3 , CaO ha'm basqa zatlar boladı.

Uglerod, vodorod ha'm uglevodorodlar janilg'inin' tiykarg'ı janıwshı komponentleri, ku'kirit, azot ha'mde ku'lge aylanıwshı zatlar bolsa janbaytug'in komponentleri bolıp esaplanadı.

4-keste

Rudanın ataması	Mine-raldın ataması	Ximiya-liq belgi-si	Temirdin mug'darı		Basqa zatlar	Ren'i	Qaytalanıwshılıg'ı
			Oksidlerde	Rudalarda			
Magnitli temir tas	Magnetit	Fe_3O_4	72,2	40-65	Selikatlar, sulfiter, kaltsitler ha'm t.b.	Qara tu'sli	Qıyın qaytarilatug'in
Qızıl temir tas	Gematit	Fe_2O_3	70,0	50-60	- // -	Qızıl-dan qara qızılga shekem	Jen'il qaytarilatug'in
Qon'ır temir tas	Limonit	$2Fe_2O_3$ $3N_2O$	60,0	30-50	- // -	Qon'ır ren' sarıdan qara qon'ır ren'ge shekem	- // -
Shpat temir tas	Siderit	$FeCO_3$	48,0	30-40	- // -	Sarg'ısh ha'm ku'l ren'	- // -

Domna pechinde sa'dir bolatug'in protsessti baqlag'anda janilg'ı quramında bar bolg'an *S, P* nın' azıraq bo'limi metallg'a o'tip, onın' qa'siyetlerine kerı ta'sir ko'rsetedi. Sıpatlı shoyin islep shıg'arıwda janilg'inin' roli ju'da u'iken.

4-kestede metallurgiya sanaatında qollanilatug'in janilg'ılardin' tu'rleri keltirilgen.

5-keste

Agregat jag'dayı	Janilg'ı tu'rleri	
	Ta'biyg'ıy	Jasalma
Qattı	Otin, torf, janıwshı slanetsler, qon'ır ko'mir, tasko'mir, antratsit	Piste ko'mir, torf koksı, tasko'mir koksı, termo-antratsit, torf ha'm qon'ır tasko'mir shan'larınan alinatug'in briket ha'm basqalar
Suyıq	Neft	Nefti qayta islewde alinatug'in o'nimler (benzin, kerosin, ligroin, mazut ha'm basqalar)
Gaz	Ta'biyg'ıy gaz	Koks gazi, domna gazi, generator gazi ha'm basqa

Ha'r qanday janilg'ı ham janar maylar *ısslıq bo'lip shıg'arıwshılıq* qa'siyeti menen xarakterlenedi. 5-kestede jumısshı jag'dayındag'ı, yag'nıy paydalanıwshılarg'a beriletug'in jag'daydag'ı janilg'ı ham janar maylardın' ısslıq bo'lip shıg'arıwshılıg'ı (kaloriyası) keltirilgen.

Koks. Sıpatlı tasko'mirdi maydalap, kokslewshi batareyalarda hawasız 1000-1100 °S temperaturada bir neshe saat qızdırıw na'tiyjesinde aling'an qattı, g'ewik massa *koks* dep ataladı. Koks aliwda kokstan tısqarı benzol, fenollar, koks gazi, smola ha'm basqa o'nimlerde payda boladı.

Ortasha koksleniwshı tasko'mirdin' ha'r bir tonnasınan 800 kg shekem koks

ha`m 350 m³ shekem koks gazi alınadı.

1 kg mazut jandırılğ`anda ortasha 2700-31000 kJ ıssılıq ajralıp shıg`adı.

6-keste

Janılğ`ı (janar may)	O`lshew birligi	Issılıq bo`lip shıg`arıwshılıg`ı
Otin	kkal/kg	2000-2500
Torf	kkal/kg	2500-3500
Qon`ır ko`mir	kkal/kg	5000-6000
Tasko`mir	kkal/kg	7000-8600
Antratsit	kkal/kg	7800-8350
Janıwshı slanetsler	kkal/kg	1750-3600
Piste ko`mir	kkal/kg	6500-7400
Shala koks	kkal/kg	6000-7500
Koks	kkal/kg	6700-7500
Neft	kkal/kg	10400-11000
Mazut	kkal/kg	10500-11000
Kerosin	kkal/kg	10500-11000
Benzin	kkal/kg	10500-11250
Ta`biyg`ıy gaz	kkal/nm ³	6500-9000
Neft gazi	kkal/nm ³	10000-17000
Koks gazi	kkal/nm ³	3600-5000
Domna gazi	kkal/nm ³	850-1000
Generator gazi	kkal/nm ³	1100-1700
Suw gazi	kkal/nm ³	2500-2800

Mazut. Neftti qayta islewde payda bolğ`an suyıq qaldıq bolıp, onnan marten ha`m basqa pechlerdi qızdırıwda janılğ`ı sıpatında paydalanıladı.

1 kg mazut jang`anda ortasha 35000-46000 kJ ıssılıq ajralıp shıg`adı.

Ta`biyg`ıy gaz. Gaz jang`anda joqarı kaloriyalı ıssılıq beriwshi arzan janılğ`ı bolıp, onın` tiykarg`ı bo`limi CH₄ dan ibarat. Ta`biyg`ıy gaz bir jerden ekinshi jerge an`sat uzatıladı. 1 m³ gaz jandırılğ`anda ortasha 34000-38000 kJ ıssılıq ajralıp shıg`adı.

Metallurgiya sanaatında ta`biyg`ıy gazden paydalanıw domna ha`m marten pechlerinde metal islep shıg`arıw protsessin jedellestirip, is o`nimdarlıg`ın asırıwğ`a, qımbat bahalı kokstı u`nemlew menen birge metal sıpatan jaqsılawğ`a imkan beredi.

Koks gazi. Tasko`mirden koks alıwda ajralatug`ın gaz *koks gazi* deyiledi. 1 m³ koks gazi jang`anda 15000-18000 kJ ıssılıq ajralıp shıg`adı. Bul gazlerden marten pechlerin qızdırıwda ha`mde ishki janıw dvigatellerinde janılğ`ı sıpatında paydalanıladı.

Domna (koloshnik) gazi. Domna pechlerinde shoyın islep shıg`arıwda ajralıwshı gazler *domna gazi* deyiledi. Domna pechinen ajralıwshı bul gaz benen a`dette shixta shan`larıda aralasıp shıg`adı. Usı sebepli olar arnawlı gaz tazalag`ishlardan o`tkerilip, shixta shan`larınan tazalanada. Son` ol hawa qızdırg`ishlarg`a, kokslewshı batareyalarg`a, suw qazanlarına jiberilip jag`ıladı. Domna gazin koks penen aralastırıp aling`an aralaspı janılğ`ılardan marten pechleri, qızdırıw pechlerinde paydalanıladı. 1 m³ domna gazi jang`anda 36780-42000 kJ ıssılıq ajraladı.

Joqarıda aytıp o`tilgen janılğ`ılar ishinde domnalarda qollanılatug`ın

tiykarg`ı janılg`ı koks shoyının` o`zine tu`ser bahasının` 45-55 % quraydı ha`mde onı tejew maqsetinde ta`biyg`ıy gaz, mazut ha`m poroshoklı janılg`ılardan paydalanıladı.

Flyus ha`m onın` a`hmiyeti. Ruda suyıqlandıırıwdan aldın toyındırılsada onda bir qansha jat deneler (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO ha`m basqalar) qaladı.

Metal islep shıg`arıw protsessinde ruda quramındag`ı qalg`an jat denelerdi shlaka o`tkeriw ushın pechke **flyus** kirigiziledi. A`melde paydalanılatug`ın temir rudaları quramında ko`birek SiO_2 bolg`anı ushın flyus sıpatında domna pechlerinde aq ha`k tas ($SaSO_3$) ha`m kem mug`darda aq ha`k taslı dolomit ($mSaSO_3$, $nMgCO_3$) ten paydalanıladı.

Flyus ruda ha`m janılg`ı quramındag`ı jat denelerdi ha`mde janılg`ı ku`lin o`zi menen biriktirip shlakqa o`tkerip, protsesstin` bir tegis barıwın ha`m sonın` menen birge ku`tilgen quramalı shoyın aldıwdı ta`miyinleydi.

Otqa shıdamlı materiallar, olardıń tu`rleri ha`m qollanılwı. Metallurgiya pechleri hawa ha`m gaz trubalarının` diywalları, tubları otqa shıdamlı materiallardan teriledi. Sebebi olar joqarı temperatura ha`mde u`lken ju`kleniwler ta`sirinde bolıwınan tısqarı, tuwrıdan tuwrı suyıq metal, shlak ha`m gazlar ta`sirinde boladı. Sonın` ushın otqa shıdamlı materiallar joqarı temperaturada suyıqlanbaslıg`ı, termikalıq jaqtan shıdamlı bolıwı, protsess dawamında pechtegi suyıq metal, shlak ha`m pech gazleri menen reaksiyag`a kirispesligi, arzan bolıwı kerek. Otqa shıdamlı materiallar gerbish, ha`r qıylı formadag`ı materiallardan ha`m poroshok ta`rzide tayarlanadı.

Otqa shıdamlı materiallar ximiyalıq du`zlisine qaray to`mendegi tu`rlerge bo`linedi:

1. Kislotalı

2. Tiykarlı

3. Neytral

4-kestede metallurgiya pechlerinde ha`m qurılmalarında ko`birek qollanılatug`ın otqa shıdamlı materiallardın` quramı, suyılanıw temperaturası ha`m qollanılw orınları keltirilgen.

Dinas g`erbishi. Dinas (ingl. Dinas Rock–Angliyadag`ı tawdın` atı) – ıssılıqqa shıdamlı gerbish, quramında 93 % shekem kremnezyom (silikat angidrid – SiO_2) boladı. Kvarts denelerine 2-3 % aq ha`k qosıp tayarlanadı. Dolomit 1730^0 shekem temperaturag`a shıdamlı.

Bul gerbish maydalang`an ta`biyg`ıy kvartstan tayarlanadı. Da`slep kvarts maydalanıp, og`an biriktiriwshi material sıpatında bir az saz topıraq ha`m aq ha`k tas qosıp suw menen belgili qatnasta aralastırılğ`anan son` qa`liplenedi, keyin bolsa $1400-1500^0$ C temperaturada belgili waqt qızdırılıp pisiriledi.

Magnezit gerbishi. Magnezit, *magneziy shpatı* (Gretsiyadag`ı Magneziya degen orın atamasında) – mineral. Bul gerbishti tayarlaw ushın ta`biyg`ıy magnezit ($MgCO_3$) arnawlı pechtde 1400^0 S temperaturag`a shekem qızdırıladı. Bunda magnezit MgO ha`m CO_2 ge parshalanadı. Alıng`an MgO belgili qatnasta saz topıraq ha`m aq ha`k qosıp suw menen qarıştırıladı, son` presslep kerekli forma berilip, $1400-1500^0$ S temperaturag`a shekem bir neshe saat qızdırılıp pisiriledi.

Dolomit gerbishi. Dolomit–mineral, $CaMg [CO_3]_2$. Frantsuz mineralogı

Dolome atı menen atalg'an. Bul gerbishti alıw ushın ta'biyg'iy dolomit ($CaCO_3 \times MgCO_3$) mineralı 1550-1750⁰ S temperaturag'a shekem qızdırıladı. Bunda dolomit CaO , MgO ha'm CO_2 ge parshalanadı., aling'an oksid poroshoklarına biriktiriwshi zat sıpatında 7-10 % tasko'mir smolası qosıp presslenip, belgili temperaturada qızdırılıp pisiriledi.

Jumisti orınlaw ushın kerekli a'sbaplar:

1. Dinas, dolomit ha'm magnezit gerbishi;
2. Kadoskop;
3. Sızılma quralları (sızg'ish, qa'lem, millimetr qag'az);
4. Domna ha'm kislorod konvertor pechlerinin` barilefi;
5. Domna ha'm kislorod konvertor pechlerinin` sxemaları.

Jumisti orınlaw ta`rtibi:

1. Shoyın islep shıg`arıwda qollanılaturg`ın rudalar menen tanısıw.
2. Shoyın islep shıg`arıwda qollanılaturg`ın flyuslar menen tanısıw.
3. Shoyın islep shıg`arıwda qollanılaturg`ın janılg`ılar menen tanısıw.
4. Shoyın islep shıg`arıwda qollanılaturg`ın otqa shıdamlı materiallar menen tanısıw.
5. Domna pechinde alınaturg`ın o`nimler menen tanısıw.

Qadag'alaw sorawları.

1. Shoyın islep shıg`arıwda qaysı rudalardan paydalanıladı?
2. Shoyın islep shıg`arıwda qaysı usıllar menen toyındırıladı?
3. Otqa shıdamlı materiallar ximiyalıq du'zlisine qaray qanday topralarg'a ajratıladı?
4. Qollanılaturg`ın janılg`ı ha'm janar maylardın` tu`rlerin keltirin`?
5. Flyustin` a`hmiyeti neden ibarat?

3-LABORATORIYA JUMISI.

Temir-uglerod quymalarinin` mikrostrukturalarin u'yreniw

Jumistin` maqseti: Metallardi mikroskopik analiz qiliw joli menen amelde tanisiw, uglerodli polat ha'm shoyinlardin mikrostrukturasin (ishki du'zilis) u'yreniw, evtektoid g'a shekem blg'an polatlardag'i uglerod mug'darin onin` mikrostrukturasina qarap aniqlaw.

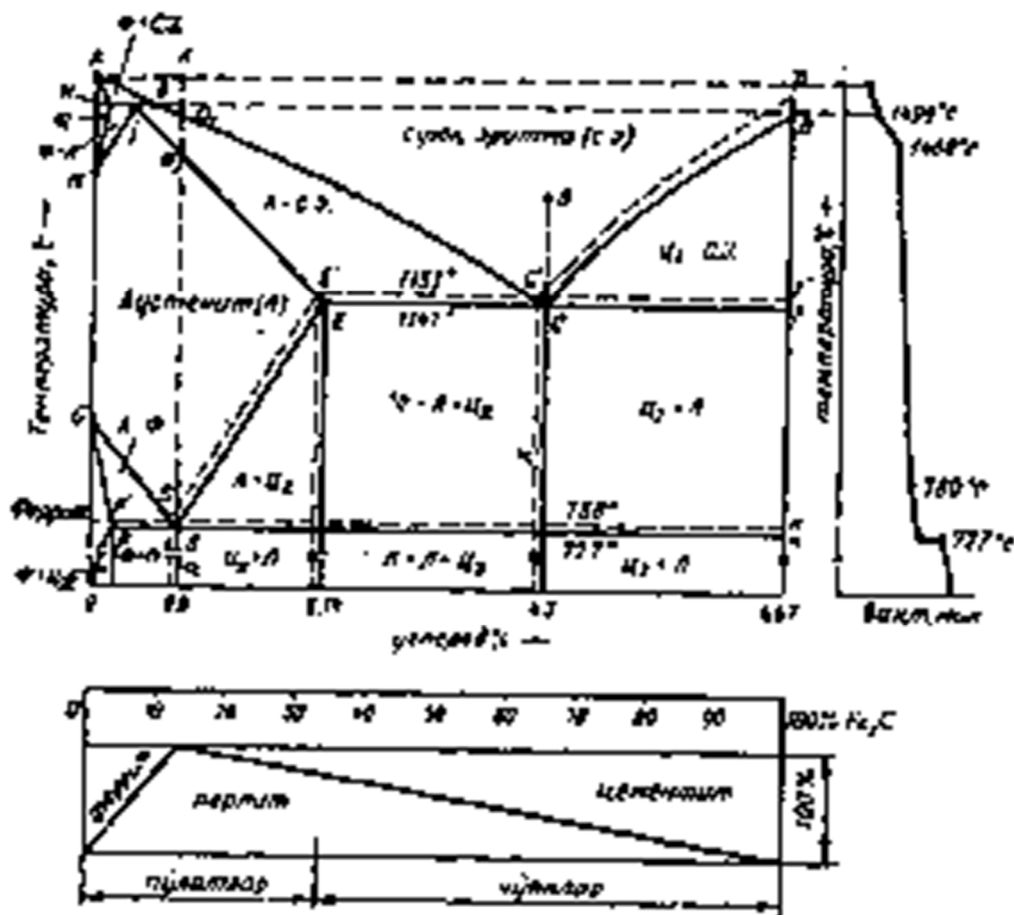
Uliwma tu'sinik. A'detde, temir-uglerod quymalarinin` quramında 0,025% ke shekem uglerod bolsa, texnik temir 0,024 den 2,14% ke shekem uglerod, texnik shoyında 2,14 den 4,3% ke shekem boladi.

Bul quymalardin` quramında temir ha'm uglerodtan basqa kremniy, manganets, altingugurt ha'm fosfor siyaqli ximiyalıq elementler barlig'i sebepli, olar quramali quramg'a iye ko'p komponentli quymalar esaplanadi. Lekin olardin quramında tiykarg'i eki komponent (temir ha'm uglerod) den basqa ximiyalıq

elementlerdin mug'dari az bolg'anlig'i sebepli temir-uglerod quymalari dep ju'ritiledi.

Temir-uglerod quymalari suwutilg'anda tu'rli tempereturalarda payda bolatug'in o'zgerisler hal diagrammalarinda ko'rsetiledi.

Temir-uglerod quymalarinin' diagrammasin uyreniw ameliy ta'repten u'lken ahmiyetke iye, shoyin ha'm polatlardi termik islew protsessleri usi diagrammag'a tiykarlanadi. Bunday diagrammani u'yreniwde sap temir ha'm sap uglerod ge iye bolg'an quymalardi uyrenip shig'iw lazim. Biraq, amelde isletiletug'in temir-uglerod quymalarinin' quraminda 5%ke shekem uglerod boladi. Usi sebepli temir-uglerod quymalarinin' hal diagrammalarin u'yrengende temir menen uglerodtin' tsementit dep ataliwshi ha'm Fe_3C quramli ximiyaliq birikpe payda qilg'an quymalardi ko'rip shig'iladi. Bunda sistemanin' komponentleri temir menen tsementit boladi. Diagramma temir-tsementit hal diagrammasi delinedi.



7-su'wret. Temir-uglerod quymalarinin' hal diagrammasi

Amelde temir-tsementit diagrammasin du'ziwde termik analiz natiyjelerine tiykarlanadi. Bunin' ushin koordinatalar sistemasinda abstsissa oqi boylap quymadag'i uglerod mug'dari, ordinata oqi boylap quymanin' tempereturası qoyiladi. Son' temirden tsementitke shekem bolg'an turli quramli quymalardin' kritik tempereturalari ha'm strukturalari belgilep alinip tu'rli konsentratsiyali quymalardin' kristallaniw ha'm qayta kristallaniwinin' baslaniwi ha'mde tamamlang'andag'i tempereturalari aniqlanip, usi noqatlar o'z-ara tutastirilsa,

temir-tsementit quymalarinin' hal diagrammasi payda boladi. (7-su'wret)

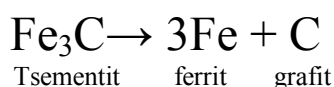
Temir-tsementittin' hal diagrammasi temir-uglerod quymalari suyuq halatdan xana tempereturasina shekem suwtilg'anda payda bolatug'in struktura o'zgerisin belgileydi. Usi sebepli payda bolip atirg'an temir-uglerod quymalarinin' strukturali ten'salmaqliq ya'ki stabil struktura dep ataladi.

Temir-uglerod quymalari suyuq halatdan xana tempereturasina shekem suwtilg'andag'i strukturalar mikroskopik analiz qiling'anda ferrit, tsementit, awstenit, perlit, ledeburit ha'm grafit kibi ten'salmaqliq strukturalar payda boliwin ko'riw mu'mkin.

Ferrit uglerodtin' α -temirdegi qatti eritpesi. Uglerodtin' α -temirdegi eriwi mu'mkin bolg'an en' ko'p mug'dardag'i 727°C da $0,025\%$ ti quraydi. Temperetura 727°C dan ko'terilgende α -temirde eriyug'in uglerod mug'dari kemeyip baradi ha'm 911°C da nolge ten' boladi.

Ferrit temir-uglerod quymalari arasinda en' jumsaq quyma bolip, onin' Brinell boyinsha qattilig'i $\text{HB}=80-100 \text{ kg/mm}^2$, plastikligi $g=40-50\%$ ti quraydi. Onin' kristall panjeresi ko'lemi oraylasqan kublardan ibarat.

Tsementit temirdin' uglerod penen payda qilg'an ximiyaliq birikpesi (Fe_3C), yag'niy temir karbidi bolip, onin' quraminda $6,67\%$ uglerod boladi. Tsementit temir-uglerod quymalari arasinda en' qattisi bolip, onin' Brinell boyinsha qattilig'i $\text{HB}=800-1000 \text{ kg/mm}^2$, plastikligi $g=0\%$, suyuqlaniw tempereturasini 1600°C atirapinda. Tsementit turaqli birikpe emes, qizdirilg'anda maydalanip ferrit ha'm graffiti payda qiladi:



Tsementittin' kristall panjeresi quramali bolip, bir neshe oktaedrlardan ibarat.

Austenit (A) uglerodtin' temirdegi qatti eritpesi bolip, onin' ati ingliz izertlewshisi P.Austen atina qoyilg'an. Austennin' kristall panjere ta'repleri oraylasqan kub ko'rinishinde bolip, onin' plastikligi $g=40-50\%$, Brinell boyinsha qattilig'i $\text{HB}=160-200 \text{ kg/mm}^2$ ti quraydi.

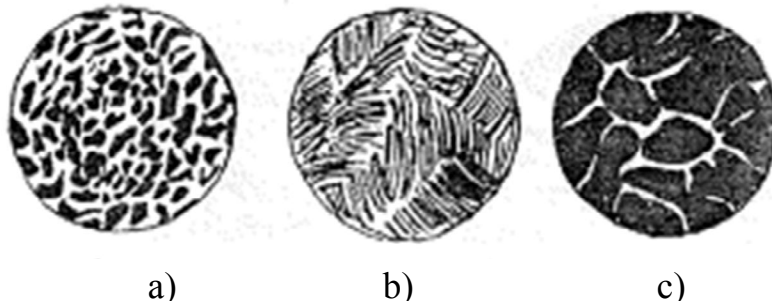
Perlit (P) austenittin' suwiwinda ferrit penen tsementittin' mayda boleklerge maydalaniwinan payda bolg'an mexanik aralasma, Bul aralasma evtektoid dep ataladi. Evtektoid polatdan tayarlang'an ha'm natriy-nitrat eritpesi menen islengen mikroshlif metallomikroskopda qaralsa, tu'ymege uqsap ko'rinedi. Perlit plastinka tarizli ha'm donador ko'rinishde boliwi mu'mkin. Sap perlittin' quraminda uglerodtin' mug'dari $0,8\%$ ge ten'. Donador perlittin' Brinell boyinsha aniqlang'an qattilig'i $\text{HB}=200-250 \text{ kg/mm}^2$ aralig'inda boladi.

Ledeburit (L) evtektik aralasma bolip, onin' quramindag'i uglerod mug'dari $4,3\%$ ke ten' bolip, suyuq fazadan payda boladi. Ledeburit 1147°C dan 727°C ke shekem tsementit penen austenittin', 727°C dan xana tempereturasina shekem bolsa tsementit penen perlittin' mexanik aralaspasi. Diagrammadag'i (8-suwret) ABCD sizig'i solidus sizig'i esaplanadi. Hal diagrammasidan quymalardin' birlenshi kristallaniwi usi siziqlar arasinda boladi

Quraminda $0,8\%$ ke shekem uglerod bolg'an quymalar evtektoidtan alding'i, quraminda $0,8\%$ uglerod bolg'an quyma evtektoid polat, quraminda $0,8\%$ dan $2,14\%$ ke shekem uglerod bolg'an quymalar evtektoidtan keyingi polatlar

delinedi. Evtektoidqa shekem bolg'an polatlar ferrit penen perlit strukturali ibarat bolip, olardin' quraminda uglerod mug'dari artqan sayin perlittin' mug'dari da artip baradi. (8-su'wret, a ha'm b).

Evtektoidqa shekem bolg'an polatlar konstruksion polatlar, evtektoiddan keying polatlar quralsazliq polatlari dep ju'ritiledi.



8-su'wret. Temir-uglerod quymalarinin' mikroskopik ko'rinisi

Evtektoiddan keying polatlardin' mikrostrukturasini uglerodtin' mug'darina baylanisli bolip, onda uglerodtin' artiw tsementit torinin' qalin'lig'i artip baradi ha'm kerisinshe uglerod mug'dari kemeyip, evtektoid polatlarga jaqinlasqan sayinferrit yaki tsementit ekenligin parq qiliw qiyinlasadi. Bul halda mikroshlif natriy nitrat duzi eritpesinde islenedi, natijjede mikroshlifdag'i aq ren'li tsementit tori qara boladi, ferrit aq ren'de boladi. (8-su'wret, v).

Shoyinlar quramindag'i uglerodtin' qanday halda ekenligine qarap aq, ku'len', juda puxta, balg'alaniwshi shoyinlarga bo'linedi. Aq shoyin quraminda uglerod ximiyaliq birikpe ko'riniside boladi. Ku'len', juda puxta, balg'alaniwshi shoyinlar quraminda ju'da ko'p bo'legi erkin halda, yag'niy grafit halda boladi.

Aq shoyinlar du'zilisine ha'm quramindag' uglerodtin' mug'darina qarap to'mendegi tu'rlerge bo'linedi:

- a) Evtektoidqa shekem bolg'an shoyinlar (2,14→4,3% C), olardin' strukturalari perlit, ekilemshi tsementit ha'm ledeburitdan ibarat.
- b) Evtetik shoyin (4,3% C), onin' strukturasirek ledeburitdan ibarat.
- c) Evtektoidtan keying shoyinlar (4,3-6,6% C), olardin' strukturalari birlamshi tsementit ha'm ledeburitdan ibarat.

Ku'len' shoyinlardin' qa'lipke qoyiliwi joqari bolg'anlig'i sebepli olar qoyiw shoyini delinedi. Ku'len' shoyinlar metal ultaninin' du'zilisine qarap to'mendegi tu'rlerge bo'linedi:

- a) Perlitli ku'len' shoyin, perlit penen plastinka ta'rizligrafitlerden du'zilgen;

- b) Perlit-ferritli ku'rlen' shoyin perlit, ferrit ha'm plastinka ta'rizli grafitlerden du'zilgen;
- c) Ferritli ku'rlen' shoyin ferrit plastinka ta'rizli grafitden du'zilgen.



9-su'wret. Shoyinlardin' mikroskopik ko'rinishi

Balg'alaniwshi shoyinlar aq shoyindi arnawli usulda jumsatiw joli menen alinadi. Olardin' plastikligi ku'rlen' shoying'a salistirg'anda joqari bolg'anlig'i sebepli balg'alaniwshi delinedi. Balg'alaniwshi shoyinda uglerod erkin grafit ko'rinishinde boladi. Balg'alaniwshi shoyinlar perlitli ha'm ferritli boladi.

Ju'da puxta shoyinlar suyuq shoyindi qalpke qoyiw aldinan og'an azg'ana magniy qosiw joli menen alinadi. Bunday protsess natiyjesinde ajiralip shiqqan grafit shar ko'rinesine kiredi. Usi sebepli ju'da puxta shoyinlardin' strukturalari ferrit penen shar ta'rizli mayda grafit bo'leklerinen ibarat.

Jumisti orinlaw ushin kerekli asbap-u'skene ha'm materiallar. Metallografik mikroskop, tu'rli quramli polat ha'm shoyin u'lgileri, tsirkul, sizg'ish, metallar ha'm quymalar mikrostrukturalari su'wretlengen atlaslar.

Jumisti orinlaw ta'rtibi.

1. Mikroskoptin' diafragma ha'm jariqliq filtrlaridan paydalanip onin' jaritiliwi normallastirilip, za'rur bolg'an u'lkenlik tan'lanadi.

2. Teksiriletug'in u'lgiler izbe-iz mikroskop jumis stolina jaylastiriladi ha'm mikroskoptda baqlanadi.
3. Mikrostrukturalar atlasidan paydalanip, tekserilip atirg'an polat ha'm shoyinlardin' struktura elementleri fotosu'wretlerde salistirilip, diqqat penen baqlanadi. Son' polat ha'm shoyin u'lgileri ten'salmaqliq hal mikrostrukturalari 200 den 500 ma'rtege shekem u'lkeytirilip qaraladi ha'm u'yreniledi.
4. Mikroskopda qaralg'an ha'r bir mikrostrukturanin' ko'rinisi diametri 50mm li qag'azg'a yaki 60x60 mm li kvadrat qag'azg'a siziladi.
5. Ha'r bir sizilg'an mikrostruktura da onin' qanshag'a u'lkeytilgenligi, quymanin' ati, ximiyaliq qurami ha'm strukturasi ko'rsetiledi.
6. Ha'r bir sizilg'an mikrostrukturada onin' fazasi, struktura qurami ha'm olardin' atlari strelkalar menen ko'rsetip jaziladi.
7. Temir-tsementit hal diagrammasi sizilip, tekserilgen quymalarg'a tuwri keletug'in vertical siziqlar o'tkiziledi. Quymalar suwtilg'anda ju'zege keletug'in o'zgerisler jaziladi.

Qadag'alaw sorawlari:

1. Temir-uglerod quymalari qurami haqqinda nelerdi bilesiz?
2. Temir-uglerod hal diagrammasin u'yreniwden maqsetimiz ne?
3. Tsementit ne?
4. Ten'salmaqliq strukturalar dep nege aytiladi?
5. Temir-uglerod quymalarinin' suyuq haldan xana tempereturasina shekem suwtilg'anda olardin' strukturalari qanday o'zgeredi?
6. Evtektoid dep nege aytiladi?
7. Evtektika ne?
8. Lebedurit ne?
9. Qanday shoyin tu'rlerin bilesiz?

Jumis haqqida esabat. Esabatda orinlang'an jumistin' maqset ha'm onin' waziypalari, qollanilatug'in metallografik mikroskoptin' tu'ri, tiykarg'i belgileri ha'm u'lkeytirgish da'rejeleri jaziladi. Son' tekserilip atirg'an quyma u'lgileri struktura sxemalari sizilip, temir-tsementit hal diagrammasinda tekserilip atirg'an u'lgiler suwitilg'anda payda bolatug'in o'zgerisler ko'rsetiledi. Qadag'alaw sorawlarina juwap jaziladi.

4-LABORATORIYA JUMIS.

Termik islewdin' polat strukturasi ha'm qa'siyetlerine ta'sirin u'yreniw

Jumistin' maqseti. Polatg'a termik islew beriw-kepserlew protsessi ha'm bunda onin' struktura ha'mde qa'siyetlerinin' o'zgerisin u'yreniw.

Uliwma tu'sinik. Polatdi ma'lim tempereturadi qizdirip, usi tempereturada ma'lim waqit uslap turiw, ma'lim tezlikde suwitiw na'tiyjesinde onin' strukturasin ha'm qa'siyetlerin o'zgartiriw protsessi termik islew dep ataladi.

Polat qizdirilg'anda ya'ki suwitilg'anda ma'lim tempereturalarda (noqatlar) ish o'zgerisler ju'z beredi, bul noqatlar kritik noqatlar kritik noqatlar dep atalip, olar 10-su'wretde A_1 ha'm A_3 menen belgilenedi. Temir-tsementit diagrammasinda GS sizig'i A_3 noqatlardin', PSK sizig'i bolsa A_1 noqatlardin' geometrik orinlardi su'wretleydi.

Temir-tsementit diagrammasinda PSK sizig'indag'i ha'r qanday noqat to'mengi kritik noqat A_1 menen GSE sizig'indag'i ha'r qanday noqat bolsa joqari kritik noqat bolip A_3 penen belgilenedi. Bunda A_1 kritik noqat, quyma suwitilg'anda austenitdan perlit, qizdirilg'anda bolsa perlitdan austenit payda boliwin an'latadi. A_3 kritik noqat, quyma suwitilg'anda evtektoidqa shekem bolg'an polatlarda ferrit, evtektoidtan keying polatlarda bolsa tsementit ajiralip shig'a baslawina, quyma qizdirilg'anda evtektoidqa shekem bolg'an polatlarda ferrittin', evtektoidtan keyingi polatlarda ekilemshi tsementit erip ketedi.

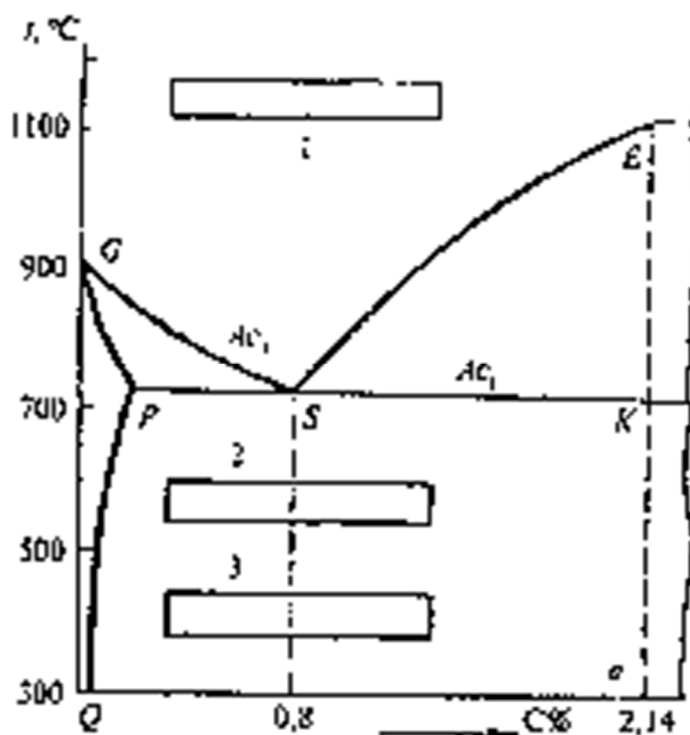
Quyma qizdirilg'anda kritik noqat A_c menen, suwitilg'anda kritik noqat A_r menen belgilenedi. Sonin' ushin austennin' perlitqa aylaniw kritik noqati A_c menen, perlittin' austenitqa aylaniw kritik noqati A_c menen, austenitdan ferrit ajiralip shig'a baslaw kritik noqati A_{r3} penen, austenittan ekilemshi tsementit ajiralip shig'a baslaw kritik noqati da A_{r3} penen, ferrittin' austenitqa uliwma erip ketiw kritik noqati A_{c3} penen, ekilemshi tsementitdin' austenitqa erip ketiw kritik noqati da A_{c3} menen belgilenedi.

Termik islew operatsiyalarinin' dawam etetug'in waqit ha'm tempereturalar aralig'inin' ko'rsetilgen ta'rtibi termik islew rejimi delinedi. Quymalardi termik islewdin' bir neshe: jumsatiw, normalastiriw, kepserlew ha'm bosatiw tu'rleri bar.

Polatdi ma'lim tempereturag'a shekem qizdirip, usi tempereturada kerekli o'zgeris bolg'ansha uslap turilg'andan keyin oni tez suwitiw protsessi kepserlew

dep ataladi.

Polatdi duris kepslerew ushin qizdiriw tempereturasinda uslap turiw waqiti ha'm suwitiw tezligi ha'mde ortalig'in duris tan'law u'lken a'hmiyetke iye.



10-su'wret. Temir-uglerod hal diagrammasinin' polatqa tiyisli bo'legi

Temir uglerod hal diagrammasinin' shep bo'leginde (10-su'wret), evtektoidqa shekem bolg'an polatlardi qizdiriw tempereturasini GS sizig'idan evtektoiddan keying polat ushin SK sizig'idan ha'm evtektoid polat ushin bolsa tek bir noqatdan 30-50 °C dan joqari qilib alinadi. Polatlardi qizdiriw tempereturasini aniqlawdin' en' a'piwayi ha'm qolayli usuli polatdi tu'rli waqit birliginde ma'lim tempereturada uslap turiw bolip, har qiyli tezlikde suwitiw ha'm kepsirlengen materialdin qattilig'in aniqlawdan ibarat. Tuvri tempereturada kepsirlenip, tuvri tezlikde suwitiw'anda polatdin' strukturasi austenite martensitqa aylanadi.

Evtektoid polat tez suwitiw'anda austenite maydalanip, to'mendegi strukturalardi payda qiladi: suwitiw tezligi sekundina 50 °C qa shekem bolg'anda – sorbit strukturasi payda boladi. Bul perlit strukturasi siyaqli ferritin' tsementitli mexanik aralasma bolip, qattilig'i HB=2700-3200 MPa aralig'inda boladi; suwitiw'anda tezligi sekundina 80-100 °C da bolg'anda trostit strukturasi payda boladi. Brinell boyinsha qattilig'i HB=3800-4200 MPa aralig'inda boladi, onin'suwitiliw tezligi sekundina 150-180 °C bolg'anda martensit strukturasi payda bolip, bul uglerodtin alfa temirdegi qatti eritpesi. Brinell boyinsha qattilig'i HB=6000-6500 MPa a'tirapinda.

Quymalardi tez suwitiw payda qiling'an bunday strukturalar ten'salmaqliqta bolmag'an strukturalar dep ataladi. Bunday strukturalar tempereturanin' o'zgeriwi menen basqa strukturalarg'a aylaniwi mu'mkin.

Qizdiriw tempereturasini aniqlaw ushin berilgen polat tu'rindagi uglerod mug'darinin' protsenti alinadi. Gorizantal oqtag'i usi mug'darg'a tuvri keletug'in

noqatdan (11-suwrette) GS sizig'in kesip o'tiwshi vertical siziq o'tkizilse , tekserilip aturg'an polat ushin kritik noqat tabiladi. Kritik noqat za'rur bolg'an qizdiriw tempereturasin aniqlaw ushin za'rur. Za'rur bolg'an qizdiriw tempereturasin aniqlaw ushin diagrammadag'i tabilg'an kritik noqat, yag'niy 1058K ga konstruktsion polatlar suhin 30-50 °C, asbabsazliq polatlari ushin 50-79 °C qilib alinadi. Bul polatti kepslerew tempereturasini dep ataladi.

Polatdi kepslerlegende qizdiriw ushin ketken uliwma waqit (T_u), olardin' sirtin fazanin' o'zgere baslaw tempereturasina qizdiriw waqti (T_q) menen usi tempereturada tutup turiw waqti (T_t) jiyindisina ten':

$$T_u = T_q + T_t$$

Laboratoriya o'tkizilgende polatlardi kepslerew ushin sarplang'an uliwma waqit to'mendegi keste arqali aniqlanadi.

7-keste

Qizdiriw tempereturasini K	Ulgini ko'rinishke qarap qizdiriw waqti		
	Diametric 1 mm li tsilindr	Ta'repleri 1 mm li kvadrat	Qalin'lig'I 1 mm li plastinka
870	2.0	3.0	4.0
970	1.5	2.2	3.0
1070	1.0	1.5	2.0
1170	0.8	1.2	1.6
1270	0.4	0.6	0.8

Ortasha uglerodli polat suwda, joqari uglerodli polat mayda suwutilip kepslerlenedi. Quraminda 0.6-1% uglerod bolg'an polatlar ko'binese 2 ortaliqta: aldin suwda, son' mayda suwutiladi.

Polat Ac_1 noqatdan to'men temperetura'ga shekem qizdirilip, ha'r qanday tezlikde suwutilg'anda da onin' strukturasi ha'm mexanik qasiyetleri o'zgermeydi, sebebi bunda martensit strukturasi payda bolmaydi.

Polatdin' kepslerleniw natijesinde qattilig'inin' artiwi kepslerleniwshilik delinedi. Polatdin' kepslerleniwshen'lik da'rejesi η menen belgilenedi ha'm to'mendegi formula menen aniqlanadi:

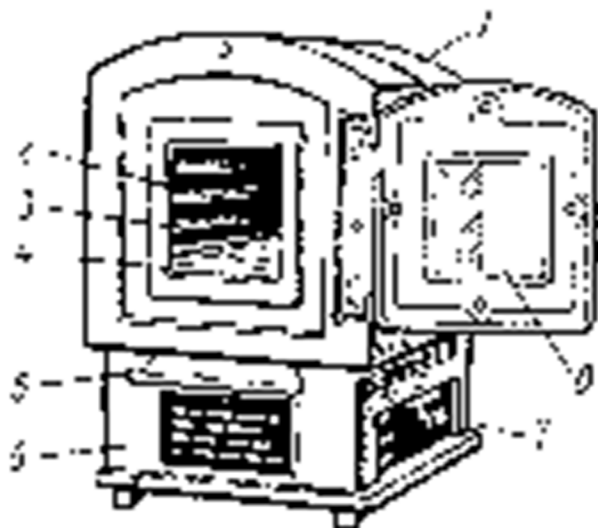
$$\eta = \frac{H_t - H_j}{H_j}$$

Bul jerde: H_t - kepslerlengen polat qattilig'i

H_j - jumsatilg'an polat qattilig'i

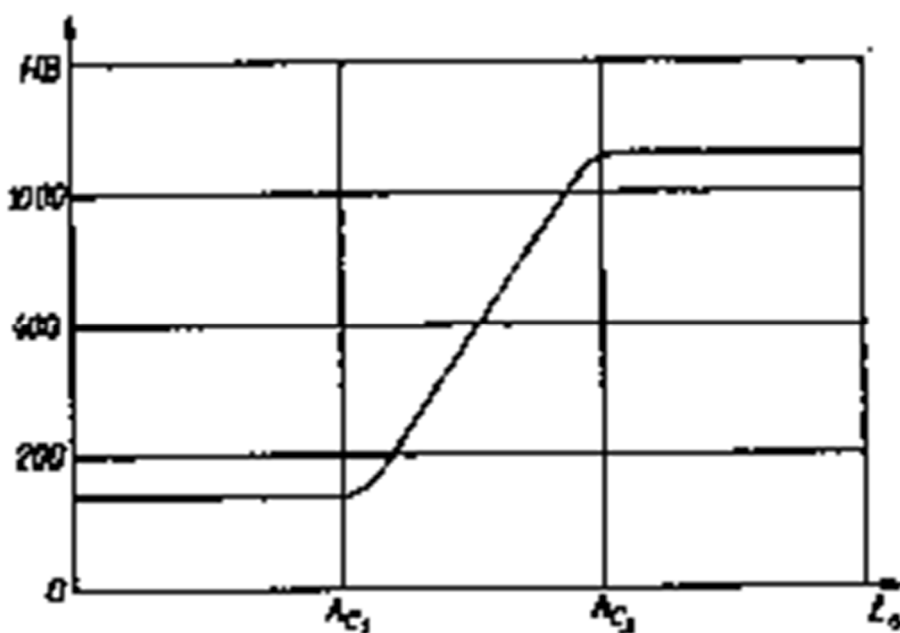
Polatdin' kepslerleniwshen'ligi quramindag'i uglerod mug'darina baylanisli.

Polatlardi qizdiriw ushin laboratoriyada mufel peshlerinen paydalaniladi.



11-su'wret. Mufel peshi: 1-metall qaplama, 2-qamut peshi, 3-qizdiriw ornı 4-keramik plita 5-jiljitiw uskunesi 6-ultani, 7-basqariw pa'neli, 8-keramik esik

Jumisti orinlaw ushin kerekli asbap-u'skene ha'm materiallar. Mufel peshi, termoelektrik pirometr, suwitiw vannalari, ha'r tu'rli suwitqishlar, polat u'lgileri, TK-2M ha'm TSH-2M markali qattiliqti aniqlaw asbaplari; qisqish, sekundomer ha'm basqalar.



12-su'wret. Polatdin' kritik noqatlarin aniqlaw diagrammasi

Jumisti orinlaw ta'rtibi.

1. Mufel peshi, issiqilqti o'lshew asbaplarinin' du'zilisi ha'm islew printsiipi menen tanisiw.
2. Tekserilip atirg'an polat u'lgilerinin' kritik noqatlarin aniqlaw ushin temir-tsementittin' hal diagrammasinan qizdiriw tempereturalari tabiladi.

3. 1 mm diametrli polat u'lgisi qizdiriw waqti 1,5 minut uslap turiw esabinan aniqlanadi. A'dette u'lgiler shayba ko'rinishinde 15-22 mm diametrli, biyikligi 12-15 mm li qilip tayarlanadi.
4. Mufel peshtin' temperaturasi 920 K g'a shekem ko'teriledi ha'm og'an u'lgiler jaylastiriladi.
5. Qizdiriw waqti tawsilg'annan keyin, mufel peshinen u'lgilerdin' biri alinadi ha'm tez suwli vanna g'a batiriladi.
6. Suwtilg'an u'lgisi sirti suwda payda bolg'an tattan a'sbap ja'rdeminde tazalanadi ha'm onin' qattilig'i TK-2M da aniqlanadi.
7. Mufel peshinin' temperaturasi keyingi joqari noqatqa ko'teriledi ha'm usi temperaturada 3-4 minut uslap turiladi. Son' peshden ekinshi u'kgi alinip, birinshi u'lgidey qilip islenedi.
8. Peshde qalg'an u'shinshi u'lgisi 1100 K da kepslerlenip, onin' qattilig'ida aniqlanadi.
9. Polat kepslerleniw temperaturasinin' qattiliqqa baylanislig'in ko'rsetiwshi diagramma du'ziledi (10-su'wret).
10. Tajriybe na'tiyjesinde aling'an mag'lumatlar to'mendegi kestege jaziladi.

8-keste

Kepslerleniw temperaturasi	Qizdiriw waqti	Suwitiwshi ortalig	Qattiliq			
			Rokvel boyinsha		Brinell boyinsha	
			Kepslerlenge deyin	Kepslerlengen son'	Kepslerlenge deyin	Kepslerlengen son'

Qadag'alaw sorawlari.

1. Termik islew dep nege aytiladi?
2. Kritik noqat dep nege aytiladi?
3. Qanday termik islew tu'rlerin bilesiz?
4. Kepslerlew protsessi qanday a'melge asiriladi?
5. Kepslerlewdegi metal strukturalardi aniqlan'.
6. Metallardi kepslerlew temperaturasi qanday aniqlanadi?
7. Kepslerleniw da'rejesi qanday aniqlanadi?

Jumis haqqinda esabat. Esabatda orinlang'an jumistin' maqseti, o'tkizilgen ta'jriybeler bayani jaziladi, qattiliq tin' kepslerleniw temperaturasina baylanislilik diagrammasi siziladi ha'm kritik noqatlar ko'rsetiledi. Qadag'alaw sorawlarina juwap jaziladi.

Paydalang`an a`debiyatlar

1. Mirboboev V.A. Konstruktsion materiallar texnologiyasi- T.: "O`qituvchi", 1991.
2. Qalandarov R. Konstruktsion materiallar texnologiyasi - T.: "O`qituvchi", 1989.
3. Drits M.E., Maspalev M.A. Texnologiya konstruktsionni x materialov i materialovedenie. – M.: Visssh. shk., 1990.
4. O`zbekiston Respublikasining «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» to`g`risidagi qonuni.- T.: 1997.
5. Nikiforov V. M. Metallar texnologiyasi va konstruktsion materiallar. - T.: «O`qituvchi», 1976.
6. Chernov N. N. Metall kesish stanoklari. - T.: «O`qituvchi», 1979.
7. Materiashunoslik fanidan laboratoriya ishlarini mustaqil bajarish uchun o`quv qo`llanma.//Muxamedov A. A., Abdullaev E. V., Shamaxsudov S. M. va boshq. - T.:Toshkent mashinasozlik instituti, 1990.
8. Yoldoshev O., Usmonov A. Konstruktsion materiallar texnologiyasi kursidan laboratoriya ishlari. - T.: «O`qituvchi», 1991.
9. Polatov S., Rahmonaliev I., Qosimov K. Materialshunoslik va konstruktsion materiallar texnologiyasidan amaliy mashg`ulotlar. – T.: «Mehnat», 1992.
10. M.M. Qarlibaev «Konstruktsialiq materiallar texnologiyasi ha`m materialtaniw» - Nokis: «Bilim» 2012.

MAZMUNI

So'z basi.....	3
№ 1-A`MELIY jumis. Metallardin` kristallaniw protsessin u`yreniw.....	4
№ 2-A`MELIY jumis. Qorg`asin- sur`ma hal diagrammasin u`yreniw.....	8
№ 3-A`MELIY jumis. Temir-tsementit hal diagrammasin u`yreniw.....	11
№ 4-A`MELIY jumis. Birikpelerdi termikaliq islew texnologiyasin u`yreniw ...	15
№ 5-A`MELIY jumis. Ximiyaliq-termikaliq islew texnologiyasin u`yreniw.....	20
1-LABORATORIYALIQ JUMISI.	24
Metallardin` qattilig`in aniqlaw.....	24
Metallardin` qattilig`in Rokvell usili menen aniqlaw.....	27
2-LABORATORIYALIQ JUMIS.	32
Shoyin islep shıg`arıwda qollanilatug`in shiyki zatlar.....	32
3-LABORATORIYA JUMISI.	36
Temir-uglerod quymalarinin` mikrostrukturalarin u`yreniw.....	36
4-LABORATORIYA JUMIS.....	42
Termik islewdin` polat strukturasi ha`m qa`siyetlerine ta`sirin u`yreniw.....	42
Paydalang`an a`debiyatlar	47